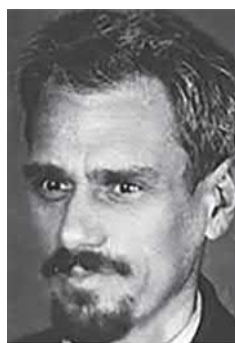




ІСТОРІЯ
РАКЕТНО-КОСМІЧНОЇ
НАУКИ І ТЕХНІКИ
УКРАЇНИ

*Піонерам ракетно-космічної науки
і техніки України присвячується*





Ю.В. Кондратюк



С.П. Корольов



В.С. Будник



М.К. Янгель



В.Ф. Уткин



В.И. Глушко



В.М. Челомей



С.М. Конюхов

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Інститут досліджень науково-технічного потенціалу
та історії науки ім. Г.М. Доброва
НАН України

Відповідальний редактор

*В.П. Горбулін, академік НАН України,
перший віце-президент НАН України*

УДК ????
???

Науковий редактор

Ю.О. Храмов, доктор фіз.-мат. наук, професор, завідувач відділу історії науки і техніки Інституту досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України

Редактор-організатор

Ю.І. Мушкало, кандидат історичних наук, старший науковий співробітник Інституту

Рецензенти

В.Л. Богданов, академік НАН України, віце-президент НАН України

О.П. Кушнар'ов, Генеральний директор КБ «Південне»

О.М. Корнієнко, доктор історичних наук, провідний науковий співробітник Інституту

Автори: В.П. Горбулін, О.С. Войтюк, В.Г. Гармасар, Г.А. Дороніна, Г.Л. Звонкова, О.М. Корнієнко, Г.Г. Костюк, Е.І. Кузнецов, Г.В. Кузьмова, А.С. Литвинко, О.Г. Луговський, М.О. Мітрахов, Ю.І. Мушкало, В.С. Савчук, М.Д. Станкова, О.Ю. Тимченко, В.О. Цибань

?? Національна академія наук України. Піонерам ракетно-космічної науки і техніки України. — Київ : Фенікс, 2021. — 456 с.
ISBN ????

В монографії висвітлено основні результати, одержані нашими ракетниками: чотири покоління бойових ракет і ракетних комплексів, ракети-носії для запуску космічних апаратів та самі космічні апарати. Вперше у науковий обіг запроваджено чимало імен і фактів, архівних документів, матеріалів і постанов Уряду, чим позбавлено багатьох «білих плям» ракетно-космічної історії. На випадок необхідності до розгляду долучався історичний світовий контекст.

УДК 001.32(477)НАНУ(091)''1918/2019''

ISBN ????

© Автори, 2021

ПЕРЕДМОВА

Розвиток світової науки й техніки свідчить, що в них у цілому або в окремих напрямках час від часу трапляються події, які кардинально змінюють хід їх поступу. Такими знаковими подіями є фундаментальні наукові та науково-технічні ідеї, теорії, відкриття, а також суспільно-політичні фактори, що забезпечують інституційно, організаційно та фінансово ці ключові наукові і науково-технічні інновації.

Яскравим прикладом останнього твердження є реалізовані в СРСР і США атомний та ракетний проекти, які завершилися не тільки створенням ядерної і термоядерної зброї та способів її доставки за допомогою ракет-носіїв у будь-яку точку земної кулі, але і ядерної техніки й промисловості, зокрема атомної енергетики з її АЕС, яка нині в енергобалансі людства (в Україні близько 50%), а також космічних ракет і апаратів для широкомасштабного дослідження та освоєння далекого космічного простору, що простежується на стрімкому розвитку практичної космонавтики, астрофізики й космології. Реалізація цих масштабних проектів цілком закономірно привела до бурхливого розвитку суміжних галузей ракетно-космічної техніки та науково-технічного прогресу в цілому.

Фундаментальні інновації подекуди спричиняють наукові та науково-технічні революції, відкриваючи нові сторінки в історії науки й техніки, нові періоди та етапи в їх розвитку, і завдання істориків науки і техніки виявити та обґрунтувати революційний характер цих інновацій і побудувати відповідні періодизаційні схеми в певних наукових і технічних напрямках, у яких зазначені революційні події відкривають якісно нові періоди та етапи розвитку та роблять їх структурованим та оптимальним варіантом висвітлення їх історії. Створення таких періодизаційних схем уможливило чіткіше уявити розвиток окремих наукових і технічних напрямів через їх переломні події і факти.

До того ж величезний фактологічний матеріал, нагромаджений нині наукою і технікою, важко описати в цілому, як це робили раніше. Тому варто провести його відповідну «селекцію» з метою виявлення ключових подій і фактів – прискорювачів розвитку, показати їх генезис, еволюцію та значення. Тоді історія якогось напрямку науки і техніки в рамках відповідної періодизаційної схеми з найбільш значущими фундаментальними фактами в її основі і буде його короткою, інноваційною, історією.

Використовуючи розроблену в Інституті методологію історичного дослідження, автори монографії на цих нових засадах провели дослідження історії ракетно-космічної науки і техніки України. Формування ракетно-космічної галузі України та розвиток їх розглядається в рамках СРСР і окреслюється періодом 1951–1991 рр., у якому доцільно виділити кілька етапів зі своїми знаковими подіями.

У 1951 р. в Україні, в Дніпропетровську, організовано Машинобудівний завод № 586 для серійного виробництва ракет, створених під керівництвом С.П. Корольова в ОКБ-1, зокрема ракет Р-1, Р-2 і Р-5, та в 1954 р. — ОКБ -586 (згодом КБ «Південне»). Це дало старт роботам з ракетної техніки в Україні, що свідчило про виникнення в Дніпропетровську нового ракетного центру. В 1957 р. в ньому розроблено та виготовлено ракету Р-12. Над її створенням працювала низка українських, а також російських, суміжних підприємств і організацій.

Протягом 1957–1991 рр. у центрі розроблено і виготовлено чотири покоління бойових балістичних ракет і комплексів, які ставилися на озброєння ракетних

військ СРСР. Серед них найпотужніша ракета в світі, названа американцями «Сатаною» (1988). В результаті спільно з іншими в СРСР виробниками ракет було створено радянський ракетно-ядерний щит, що ліквідувало відставання СРСР від США в ракетно-ядерному протистоянні, встановивши між ними паритет.

Знаковим був також 1962 р., коли у КБ «Південне» започаткували створення космічних апаратів серії «Космос» та ін. Але в майбутньому потужні бойові ракети КБ «Південне», на жаль, не було використано в достатній мірі як ракети-носії для широких астрофізичних і космологічних досліджень, саме це зробили американці, одержавши чимало фундаментальних результатів в дослідженні космосу.

Зі здобуттям Незалежності в кінці 1991 р. Україна як суверенна держава стала мати власну ракетно-космічну галузь.

Ці ключові події визначили основні етапи ракетно-космічної науки і техніки України. Пропонована періодизація, своєрідна дорожня карта, з додаванням ще низки фундаментальних фактів та розкриттям їх генезису, змісту та значення, дає можливість сформувати системну, конкретну, об'єктивну та адекватну, не переобтяжену другорядним матеріалом, її історію.

Періодизаційна схема розвитку ракетно-космічної науки і техніки України

1951–1957. Початок робіт з ракетної науки і техніки в Україні в рамках СРСР.

1957–1991. Розробка і створення бойових балістичних ракет чотирьох поколінь.

— 1957–1966 — створення і виготовлення ракет першого покоління: (8К63, 8К64, 8К65);

— 1967–1974 — створення і виробництво ракет другого покоління (8К67, 8К69, 8К67П);

— 1975–1987 — створення ракет третього покоління (15А14, 15А15, 15А18, 15А16);

— 1988–1991 — створення ракет четвертого покоління (15А18М, 15Ж60, 15Ж61).

1962–1991. Наукові дослідження і конструкторські розробки ракет-носіїв і космічних апаратів для освоєння космосу.

З 1992. Ракетно-космічна наука і техніка України.

Але щодо періодизаційних схем необхідно зробити деякі застереження. Якщо їх сприймати буквально, то може виникнути враження про чіткий, прямолінійний шлях розвитку науки і техніки. Насправді ж у реальному процесі їх розвитку було чимало зупинок, хибних і обхідних кроків, несподіваних поворотів. Отже, розвиток науки і техніки значно складніший, ніж його відображають в більшості книг з історії, в яких автори ігнорують чимало альтернативних шляхів розвитку, вносячи тим самим в історію певний суб'єктивізм. Тому довелося дещо відступити від запропонованих «правил», стилю й дещо пожвавити текст вміщенням низки нетривіальних авторських матеріалів — творчі портрети М.К. Янгеля та В.Ф. Уткіна й розповідь особисто В.Ф. Уткіна про розвиток ракетно-космічної галузі України, з висвітленням при цьому багатьох ідей, концепцій, підходів, людських характерів. Погляд зсередини на галузь розкриває багато її секретів і є оригінальним рішенням авторів монографії.

Монографію створено в основному працівниками відділу історії і соціології науки і техніки Інституту ім. Г.М. Доброва НАН України, рядом співробітників

КБ «Південне», низки академічних інститутів, Дніпропетровського університету й Державного космічного агентства України, зокрема його структур. В одному з останніх розділів показано історію тісних зв'язків НАН України з КБ «Південне» висвітлено також участь ракетно-космічних українських структур у міжнародних програмах і проектах, наприклад «Морський старт».

Наведений в монографії «український зріз» історії ракетно-космічної науки і техніки представлено відповідно до сучасних правил подання ретроспективних матеріалів — коротко, проте адекватно та об'єктивно, з залученням, подекуди вперше, маловідомих широкій науково-технічній спільноті імен і фактів, в тому числі архівних документів і матеріалів, частина з яких ще донедавна перебувала під грифом «таємно». Отже, вміщений тут ретроспективний нарис, сам по собі є інноваційним, зроблений в історико-технічній літературі вперше. Авторами проведено порівняльний аналіз, щоб зіставити наш рівень ракетної техніки 60—80 рр. зі світовим.

Тут доречно зазначити, що наведений в монографії короткий розділ про формування сучасних поглядів на Всесвіт засобами ракетно-космічної техніки (кінець ХХ — початок ХХІ ст.) свідчить не тільки про її безмежні можливості, але й недостатню увагу щодо можливостей її використання в свій час. Маючи потужний ракетно-космічний потенціал, Україна, на жаль, не повною мірою скористалася ним, щоб бути активним учасником мирних досліджень космосу. Водночас це і зайвий натяк владі та необхідність повернення державі статусу космічної.

Однак це не виключає можливість створення багатотомної історії науки і техніки України, яка стане величним духовним пам'ятником тим, хто наближав космічну еру до України.

*В.П. Горбулін, академік НАН України, перший віце-президент НАН України
Ю.О. Храмов, доктор фіз.-мат. наук, професор, завідувач відділу історії
і соціології науки і техніки Інституту ім. Г.М. Доброва НАН України*

Зародження сучасного ракетобудування

Зародження сучасного ракетобудування наприкінці 20-х – у 40-х роках ХХ ст. і його передісторія

Виникнення ракет у сучасному розумінні як літальних апаратів, що переміщуються в просторі, у тому числі космічному, під дією реактивної сили, яка виникає при відкиданні ними частини власної маси – ракетного палива, що згоряє (робочого тіла), у результаті чого виникає реактивна тяга, яка і забезпечує рух, – датується 16 березня 1926 р., коли американський учений та інженер Р. Годдард уперше здійснив пуск ракети з рідинним ракетним двигуном (РРД) (перші практичні роботи по створенню РРД він розпочав 1921 р.). Вона піднялася на висоту 12,5 м і впала на відстані 56 м від місця старту, перебуваючи в польоті 2,5 с.

В Європі пуск рідинної ракети вперше здійснив 14 березня 1931 р. німецький інженер Й. Вінклер. Вона досягла висоти близько 100 м.

Ці польоти перших ракет, незважаючи на невисокі льотні характеристики, доводили реальність практичного використання подібного роду апаратів.

У 1933 р. відбулися запуски перших радянських ракет: 17 серпня здійснено пуск ракети ГІРД-09 на гібридному ракетному паливі конструкції М.К. Тихонравова, а 25 листопада – ракети ГІРД-10 конструкції Ф.А. Цандера з РРД.

Цим запускам передували відповідні теоретичні дослідження та дослідно-конструкторські розробки.

Теоретичне обґрунтування можливості польотів у космос за допомогою ракет дав видатний російський учений і винахідник К.Е. Ціолковський (1857–1935).

У своїй основоположній праці «Дослідження світових просторів реактив-

ними приладами» (1903), а також у наступних, він довів реальність технічного здійснення космічних польотів, заклавши основи теорії реактивного руху, ракетних рідинних двигунів (1911–1914) і теорії багатоступінчастих ракет (1926–1929) та висунувши низку ідей у галузі ракетобудування. Є основоположником теоретичної космонавтики.

Низку праць з теорії реактивного руху опублікував (першу 1913 р.) французький учений і льотчик Р. Ено-Пельтрі. Він, зокрема, перший застосував спеціальну теорію відносності в теорії руху ракети зі швидкістю, близькою до швидкості світла.

Слідом за К. Е. Ціолковським до ідеї космічної ракети дійшов 1909 р. Р. Годдард; 1919 р. у праці «Метод досягнення екстремальних висот» він обґрунтував можливість реалізації відповідного методу за допомогою ракети на хімічному паливі та дав основні принципи її будови й роботи.

Необхідно відзначити також роботи австрійського вченого Г. фон Пірке – одного з піонерів ракетної техніки і космонавтики. У 1920 р. він провів розрахунки орбіт штучних супутників Землі, сходження с них космічного апарата та повернення його на Землю, у 1927–1928 рр. досліджував використання орбітальної станції для міжпланетних польотів. Був одним з організаторів «Ракетодрому» у Німеччині, розробив для нього програму досліджень.

У 1923 р. побачила світ фундаментальна праця німецького вченого та інженера румунського походження Г. Оберта «Ракета в міжпланетний простір», присвячена широкому колу

питань ракетної техніки та руху ракет у космосі (1929 р. вийшло її друге видання «Шляхи здійснення космічного польоту»).

У наступні роки видано низку праць, присвячених теорії міжпланетних польотів: стаття радянського вченого та конструктора Ф.А. Цандера «Перельоти на інші планети» (1924); праця німецького вченого В. Гомана (1880–1943) «Можливість досягнення небесних тіл» (1925), у якій дано перші розрахунки міжпланетних траєкторій, розглянуто питання підйому й спуску космічних апаратів у атмосфері Землі, спуску на інші планети та орбітального польоту; робота українського вченого й винахідника Ю.В. Кондратюка (Шаргея) «Завоювання міжпланетних просторів» (1929), яка стосувалася широкого кола питань ракетної техніки та космонавтики.

У рукописній праці 1918–1919 рр. «Тим, хто читатиме, щоб будувати» він вивів основне рівняння руху ракети, описав 4-х ступінчасту ракету на киснево-водневому паливі, систему її керування, використання гравітаційного поля інших зустрічних небесних тіл при польоті в космосі космічного апарата та невеликих злітно-посадочних апаратів, відокремлюваних від основного космічного корабля (матки), при посадці на небесне тіло. Чимало з цих його передбачень було реалізовано сучасною космонавтикою, зокрема при експедиції на Місяць космічного корабля «Аполлон-11» (1969). Теорії ракетного руху та польоту присвячено також роботи російських учених М.Є. Жуковського, І.В. Мещерського та ін.

З початку 30-х рр. ХХ ст. починають створюватися громадські, державні і приватні структури з розробки ракет і ракетних двигунів, організуються від-



Члени московської групи вивчення реактивного руху (1931).

Зліва-направо, стоять: І. П. Фортиков, Ю. О. Победоносцев, Заботин;
сидять: О. Левицький, Н. В. Сумарокова, С. П. Корольов, Б. І. Черановський, Ф. А. Цандер

повідні товариства та започатковуються науково-технічні журнали. Ще в 20-х рр. створено Товариство вивчення міжпланетних сполучень (1924 р., СРСР); Товариство міжпланетних сполучень (1927 р., Німеччина); Комітет з астронавтики (1927 р., Франція); Американське ракетне товариство (1930 р., США).

У 1931 р. в Москві та Ленінграді, пізніше в Баку, Тіфлісі, Харкові та інших містах СРСР організуються групи з вивчення реактивного руху (ГІРД). Зокрема, у липні 1932 р. начальником МосГІРДа було призначено С.П. Корольова. Улітку 1933 р. у МосГІРДі відбулася зустріч С.П. Корольова з Ю.В. Кондратюком, якому було запропоновано перейти на роботу в МосГІРД, але той відмовився від цієї пропозиції.

Першою в СРСР державною структурою з ракетної техніки була Газодинамічна лабораторія (ГДЛ), створена в Москві 1 березня 1921 р. при військовому відомстві (1925 р. переведена в Ленінград, 1928 р. дістала цю назву), діяльність якої зосереджувалася на розробці реактивних снарядів – бойових, сигнальних, освітлювальних тощо. У 1929–1933 рр. у ній працював В.П. Глушко – видатний конструктор багатьох радянських РРД.

21 вересня 1933 р. у Москві на базі ГДЛ і МосГІРД створено Реактивний науково-дослідний інститут (РНДІ), який 31 жовтня 1933 р. передано у підпорядкування Наркомату важкої промисловості. Начальником Інституту призначено І.Т. Клейменова, його заступником був С.П. Корольов. У РНДІ розроблялися теоретичні та практичні питання з основних напрямів ракетної техніки: створення РРД (В.П. Глушко, М.К. Тихонравов), крилатих ракет (С.П. Корольов), стійкості польоту ракет (Б.В. Раушенбах), розробка та удосконалення реактивних снарядів і пускових установок (Г.Е. Лангемак) та ін.

Зокрема, в 1937–1938 рр. на основі робіт, виконаних у ГДЛ, створено удосконалені реактивні снаряди РС-82 та РС-132, які 1939 р. пройшли бойові випробування на річці Халкін-Гол у Монголії проти японських військ, а потім застосовувалися у війні СРСР проти гітлерівської Німеччини. Тоді ж РНДІ спільно з промисловістю створили кілька десятків типів систем «пускова установка – ракета», серед яких відомі «Катюші». Саме цей напрям ракетної техніки – створення ракетних снарядів на твердому паливі – був у СРСР пріоритетним. Про це свідчать результати обговорення цього питання на Науковій раді Наркомату боеприпасів СРСР у серпні 1939 р., де вирішено форсувати ті роботи, які даватимуть швидку віддачу.

Радянська реактивна артилерія зробила істотний внесок у перемогу СРСР у війні з гітлерівською Німеччиною.

Однак доцільність створення великої балістичної ракети з потужним РРД з урахуванням фінансово-економічних можливостей країни теж не виключалася. У серпні 1938 р. при Головному артилерійському управлінні організується КБ-7 з розробки балістичних ракет на киснево-спиртовому паливі. Було виготовлено кілька їх типів та випробувано, проте їх характеристики виявилися явно недостатніми, тому вирішено було продовжити наукові роботи з рідинних ракет.

1935 р. побачила світ праця Г.Е. Лангемака та В.П. Глушка «Ракети, їх будова та застосування», виходили також наукові журнали «Ракетна техніка» та «Ракетний рух».

У листопаді 1934 р. у Харківському авіаційному інституті на громадських засадах організовано





Вернер фон Браун

реактивну групу, яка почала вивчати твердопаливні ракети та пропагувати ідеї реактивного руху. Але з фінансових причин у квітні 1935 р. вона призупинила роботу. У листопаді 1937 р. почався другий етап її діяльності, коли її очолив академік Г.Ф. Проскура. Упродовж трьох років було створено вертикальний пусковий пристрій, випробувальний стенд для перевірки реактивної тяги, пристрій для виготовлення порохових шашок; нарешті, 19 вересня 1940 р. здійснено біля с. Черкаська Лозова під Харковом перший успішний пуск порохової ракети власного виробництва. На 1941 р. планувалася побудова великої стратосферної ракети, але війна перервала активну діяльність харківської реактивної групи.

У 1941 р. підрозділ Реактивного науково-дослідного Інституту з розробки РРД реорганізовано в Особливе конструкторське бюро (ОКБ). Створенням авіаційних і ракетних двигунів у СРСР займалися також КБ С.А. Койсберга (з

1941 р. — головний конструктор) і КБ О.М. Ісаєва (з 1944 р. — головний конструктор).

Активно військова ракетна техніка розвивалася також у Німеччині та США. У 20-х рр. чимало німецьких інженерів починають розробку ракетних двигунів. У 1931 р. конструктори К. Рідель і Р. Небель створили РРД, наступного року випробувано на експериментальних ракетах. У 1930 р. дослідженнями ракет почав займатися В. Дорнбергер, який організував наукову групу і створив експериментальну станцію для досліджень рідинних ракет. У 1932 р. до нього приєднався В. фон Браун.

Експериментальні роботи в галузі ракетної техніки в Німеччині проводилися на низці ракетних полігонів, зокрема в Куммерсдорфі, де 1934 р. створено випробувальну лабораторію «Вест», у якій проводилося тестування реактивних двигунів, запускалися десятки дослідних зразків реактивних снарядів, зокрема ракета «Агрегат-1» (А-1), яка мала стабілізуватися в польоті, але цього не сталося. У 1934 р. запущено другу експериментальну ракету А-2, виготовлену у двох екземплярах. Обидві ракети під час вертикального пуску досягли висоти 1,5 км.

У травні 1936 р. генерал Кессерлінг видав наказ про створення дослідного ракетного центру Пенемюнде на островах у Балтійському морі, керівниками якого стали В. Дорнбергер і В. фон Браун.



Пенемюнде

ун – провідні німецькі спеціалісти-ракетники.

У 1937 р. у Пенемюнде розпочато створення керованих ракет Фау-1 і Фау-2 (А-4), які використовувалися для обстрілу, головним чином, Великої Британії (перші запуски відбулися восени 1938 р.). Фау-1 – керований літальний апарат (конструктор – Р. Луссер), Фау-2 – керована балістична ракета (конструктор – В. фон Браун). Першу А-4 з РРД сконструйовано 1941 р., у липні 1942 р. виготовлено їх дослідну партію і передано на випробування, 3 жовтня відбувся перший успішний пуск Фау-2.

Вона мала довжину 13,9 м, діаметр корпусу – 1,6 м, тягу РРД – близько 26 т, максимальну швидкість – 1,5 км/с, дальність польоту – 320 км, вагу вибухівки – близько 1 т. Ракета А-4 була визначним технічним досягненням, її створення стало стрибком у розвитку ракетної техніки. Загалом було виготовлено 12 000 ракет Фау-2, з них понад 1000 випущено по Англії, остання на Лондон – 27 березня 1945 р.

У 1941 р. В. фон Браун розробив проєкт міжконтинентальної балістичної ракети з дальністю польоту близько 4500 км. Двоступінчасту балістичну ракету А9/А-10 виготовлено в грудні 1944 р., експериментальний пуск її відбувся 8 січня 1945 р., через 7 с після старту вона вибухнула. Невдовзі стався останній пуск ракети А-9/А10, який також завершився невдало. Вона мала нанести удар по території США, 5 травня 1945 р. полігон Пенемюнде зайняли радянські війська, підземний ракетний завод – американ-

ські. Група німецьких ракетників на чолі з В. фон Брауном і В. Дорнбергером ще раніше здалася американцям і в подальшому працювала в ракетно-космічному комплексі США.

У 1938 р. у США створено Лабораторію реактивного руху Каліфорнійського технологічного інституту в Пасадені для розробки ракет і їх систем. Директором її у 1942–1945 рр. був видатний учений у галузі аеродинаміки угорського походження Т. фон Карман, який у 30–40 рр. керував роботами в галузі ракетної техніки в США, зокрема в 1930–1949 рр. очолював Лабораторію аеронавтики. Тут було створено експериментальну двоступінчасту балістичну ракету з РРД «Бампер», запуски якої проводилися в 1948–1950 рр. з метою з'ясування питань створення складових ракет, відокремлення їх ступенів, досягнення рекордних висот, дослідження атмосфери. Першим її ступенем була доопрацьована балістична ракета «Фау-2», другим – ракета «ВАК-Корпорал» – експериментальна метеорологічна ракета, розроблена 1945 р. Так, при вертикальному польоті ракети «Бампер» (24 лютого 1949 р.) її 2-й ступінь, відокремившись на висоті близько 30 км, піднявся на 393 км з корисним вантажем близько 23 кг.

З 1945 р. у різних ракетних установах США працював В. фон Браун. У березні 1946 р. на полігоні у штаті Нью-Мехіко він почав нові випробування вивезених з Німеччини ракет Фау-2, у 1950 р. з групою ракетників з Пенемюнде на полігоні в штаті Алабама – роботу над ракетою «Редстоун», яка була прямим розвитком Фау-2.

Література

1. Космонавтика. Энциклопедия. — М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1985.
2. Пионеры ракетной техники: Гансвидт, Годдард, Эно-Пельтри, Оберт, Гоман. — М.: Наука, 1977.
3. Бубнов Н.И. Роберт Годдард. — М.: Наука, 1978.
4. Пионеры ракетной техники: Кибальчич, Циолковский, Цандер, Кондратюк. — М.: Наука, 1964.
5. Пионеры ракетной техники: Ветчинкин, Глушко, Королев, Тихонравов. — М.: Наука, 1972.
6. Из истории ракетной техники. — М., 1964.
7. Цандер Ф.А. Из научного наследия. — М., 1967.
8. Цандер Ф.А. Проблема полета при помощи реактивных аппаратов. Межпланетные полеты. — 2-е изд.— М., 1961.
9. Константинов К.И. О боевых ракетах. — СПб, 1864.
10. Храмой А.В. Константин Иванович Константинов. — М. — Л., 1951.
11. Сонкин М.Е. Русская ракетная артиллерия. — 2-е изд. — М., 1952.
12. Черняк А.Я. Николай Кибальчич — революционер и ученый. — М., 1960.
13. Ракетная техника третьего рейха (Википедия).
14. Браун Вернер фон (Википедия).
15. Волков Е.Б., Филимонов А.А., Бобырев В.Н., Кобяков В.А. Межконтинентальные ракеты СССР (РФ) и США. История создания, развития и сокращения. — М., 1996.
16. Глушко В.П. Путь в ракетной технике. Избранные труды. 1924. — 1946. — М., 1977.
17. Глушко В.П. Развитие ракетостроения и космонавтики в СССР. — 2-е изд. — М., 1981.
18. Шипов Б.В. Отечественное ракетостроение. — М., 1967.
19. Творческое наследие академика С.П. Королева. Избранные труды и документы. — М.: Наука, 1980.
20. Лангемак Г.Э., Глушко В.П. Ракеты, их устройство и применение. — М.— Л.: ОНТИ, 1935.
21. Україна космічна. — К.: Спейс-Інформ, 2008.
22. Космодемьянский А.А. Константин Эдуардович Циолковский (1857–1935). — М., 1976.
23. Циолковский К.Э. Исследование мировых пространств реактивными приборами. — М., 1967.
24. Циолковский К.Э. Реактивные летательные аппараты. — М., 1964.
25. Циолковский К.Э. Космические ракетные поезда. — М., 1977.
26. Циолковский К.Э. Избранные труды. — М., 1962.
27. Эно-Пельтри Р. Космические полеты (Астронавтика). — М., 1950.
28. Раушенбах Б.В. Герман Оберт (1894–1989). — М.: Наука, 1993.
29. Оберт Г. Пути осуществления космических полетов. — М., 1948.
30. Валье М. Полет в мировое пространство как техническая возможность. — М. — Л., 1936.
31. Кондратюк Ю.В. Завоевание межпланетных пространств. — Новосибирск, 1929.
32. Даценко А.В., Прищепа В.И. Юрий Васильевич Кондратюк. — М.: Наука, 1997.

Ю.О. Храмов.

ПІОНЕРИ РАКЕТНО-КОСМІЧНОЇ НАУКИ І ТЕХНІКИ

Біографічний енциклопедичний словник

Наведений біографічний словник є органічним продовженням, в якому коротко викладено етап формування світового ракетобудування (1926–1944) з передісторією (XIII ст. – початок XX ст.), тобто його ідейний зріз. У словнику ж наведено короткі біографії тих учених і конструкторів, які фігурували в названому розділі, з деякими доповненнями, а також значна кількість нових. Виконано уточнення старих фактів, запроваджено в науковий обіг чимало нових, ще донедавна засекречених. В ньому міститься ряд учених і конструкторів з українськими коріннями. Статті супроводжуються, як правило, портретами й літературою, у них використовуються скорочення, прийняті в енциклопедичних виданнях.

АРТЕМ'ЄВ Володимир Андрійович – російський конструктор ракетної техніки. Н. 24.06.1885 у Петербурзі. Після закінчення в 1905 гімназії пішов добровольцем на російсько-японську війну, за виявлену хоробрість був переведений в унтер-офіцери й нагороджений Георгіївським хрестом. В 1911 закінчив Алексеев. військове училище й був спрямований у Брест-Літв. кріпосну артилерію, де завідував лабораторією по створенню освітлювальних ракет. В 1915–20 працював у Головному артилерійському управлінні в Москві, 1921–22 і 1925–33 – у Газодинамічній лабораторії (ГДЛ) (в 1922–25 перебував на засланні в соловецькому таборі нібито за шпигунство й халатне ставлення до роботи); 1933–44 – у Реактивному науково-дослідному інституті (РНДІ) у Москві, потім – головний конструктор ряду НДІ й проектних інститутів. П. 11.09.1962.

Інженерно-конструкторські розробки присвячено створенню ракет і реактивних снарядів (РС). Разом з *Н.І. Тихоміровим* і ін. у середині 20-х років одержав стабільний бездимний ракетний порох на основі піроксиліну й тротилу, що користувався в РС, розроблених у ГДЛ. Сконструював першу радянську ракету на ньому, успішний пуск якої відбувся 3.03.1928, і противневу глибинну бомбу з реактивним рушієм. Брав участь у розробці й вдосконаленні реактивних снарядів РС-82 і РС-132, використовуваних у різних типах реактивних мінометів «Катюша».

В 1941–45 здійснив чимало розробок у військовій техніці, з 1945 розробляв ракетні снаряди.

Держ. пр. СРСР (1941, 1943). Ордени й медалі СРСР. Його ім'ям названий кратер на Місяці [31, 32].

БОКСЕР Тдвард (Вохер Е.) – англійський військовий інженер, полковник. Н. в 1822. З 1855 – керівник лабораторії Військового арсеналу у Вулвічі. П. в 1898.

Розробки присвячено ракетам. В 1865 побудував двоступінчасту ракету, що складалася з двох ракет Конгрева, розташованих одна за одною, практично реалізувавши майбутню ідею складеної ракети *К.Е. Ціолковського* [8].

БРАУН Вернер фон (Wernher von Braun) – видатний німецький і американський конструктор ракетно-космічної техніки, розробник перших балістичних керованих ракет, засновник сучасного ракетобудування.

Н. 23 березня 1912 у м. Вірзиці (Провінція Позен, Прусія, нині Вижнек у Польщі). У 1930-1934 навчався в Берлінській вищій технічній школі, Цюріхському політехнічному та Берлінському університетах. У 1932 отримав звання авіаційного інженера. У цей же період підготував і захистив дисертацію за темою: «Конструктивний, теоретичний і експериментальний внесок в проблему рідинної ракети». Наприкінці 1934 йому присуджено науковий ступінь доктора в Берлінському університеті.

У жовтні 1932 був зарахований до складу наукової групи В. Дорнбергерга відділу балістики Управління озброєнням сухопутних сил Рейхсверу. З 1937 до квітня 1945 – технічний керівник німецького дослідницького ракетного центру в Пенемюнде. З травня 1945, у кінці Другої світової війни, разом із групою провідних спеціалістів Пенемюнде та основною конструкторською документацією здався в полон американській армії.



В.А. Артем'єв



В. фон Браун

В подальшому працював у ракетно-космічному комплексі США – з 1945 очолював службу проектування й розроблення озброєння армії в Форт-Бліссі (штат Техас); з 1950 створював ракети малої дальності у Редстоунівському арсеналі в Хантсвіллі (штат Алабама); у 1960–1970 – член Національного управління з аеронавтики і дослідження космічного простору США (НАСА, NASA), директор Центру космічних польотів ім. Дж. Маршалла НАСА, водночас очолив Місячну програму США; у 1970–1972 – заступник директора НАСА з планування пілотованих космічних польотів. З червня 1972 працював у приватній аерокосмічній фірмі «Ферчайлд спейс індастріз» в Джермантауні (штат Меріленд) на посаді виконавчого віце-президента з дослідно-конструкторських робіт.

П. 16 червня 1977 р. (штат Вірджинія, США).

Наукові та інженерно-конструкторські розробки стосуються бойових ракет та ракетно-космічної техніки. З 1930 розпочав роботи зі створення ракет на рідкому паливі. У 1932–33 на Куммерсдорфському полігоні Рейхсвера здійснив запуск низки ракет на висоту 2000–2500 м. В 1937–1945 під його технічним керівництвом створено першу бойову керовану балістичну рідинну ракету «Фау-2» з потужним рідинним ракетним двигуном тягою 25т з турбонасосною системою подачі палива та автономною інерційною системою керування. Успішний пуск її відбувся 3 жовтня 1942.

Військове застосування цих ракет розпочалося 7 вересня 1944 в районі Гааги. «Фау-2» стала першим штучним об'єктом, що здійснив суборбітальний космічний політ, а також основою для розроблення не лише балістичних, але й космічних ракет-носіїв. Також здійснював розробку літаків-ракет «Fzg-76», ракет: «А-5», «А-9» та «А-10».

У 1956 очолив програму розробки першої американської БРДД з атомною боеголовкою «Редстоун» та її модифікацій, у серпні 1953 ракета «Редстоун» RGM-11 здійснила перший політ (дальність стрільби 600 км, була оснащена відокремлюваною ядерною боеголовкою, перебувала на озброєнні армії США у 1958–1964). Під його керівництвом створювалися ракети-носії (РН) на основі ракет «Юпітер-С» і «Юнона». Запуски ракет серії «Юпітер» розпочалися у вересні 1955, триступінчасту ракету «Юпітер-3» запущено у 1956–1957, 1 лютого 1958 її чотирьохступінчастий варіант – «Юнона-1» використовували для запуску першого американського штучного супутника Землі. Модифікація цієї ракети стала першим ступенем РН «Юпітер-С», яка в 1958 вивела на орбіту перший

американський супутник «Експлорер» вагою 13,9 кг. РН «Юпітер-3» використовувалася у 1961 в суборбітальних польотах за програмою «Меркурій», зокрема 05 травня 1961 з першим американським астронавтом А. Шеппардом.

Керував розробкою РН серії «Сатурн» і космічних кораблів серії «Аполлон», які використовувалися в програмах польотів до Місяця. Перший пуск РН «Сатурн-1» відбувся в 1961. Загалом у 1969–1972 відбулося 6 успішних пілотованих польотів на Місяць. 16 липня 1969 РН «Сатурн-5» вивела на навколomisячну орбіту КК «Аполлон-11» з трьома астронавтами на борту (Н. Армстронг, М. Коллінз, Е. Олдрін), 20 липня місячний модуль КК здійснив посадку у Море Спокою на Місяці. Н. Армстронг і Е. Олдрін стали першими людьми на Землі, які 21 липня спустились на місячну поверхню, де перебували понад дві години.

У 1952 опублікував науково-фантастичну книгу «Марсіанський проект», в якій описано, як, на його думку, в майбутньому відбуватиметься освоєння Марса. У 1966 він у співавторстві створює енциклопедію «Історія ракет і космічних подорожей». Також в журналі «Популярна наука» опублікував 73 статті. Видано шоденники В. фон Брауна, які він вів з травня 1958 по березень 1970. У 2007 в Торонто вийшла книга «Голос Вернера фон Брауна» – збірник його промов.

Мав чимало нагород, зокрема: золоті медалі ім. С. Ленгли (1967), А. Гумбольдта (1975), медалі: Елліота Крессона (1962), Вільгельма Екснера (1969), «За видатну службу» (1969, НАСА), Національна наукова медаль США (1977), Орден «За заслуги перед Федеративною Республікою Німеччина» [1; 4; 19].

ВАГНЕР Герберт (Wagner H.) – німецький інженер-конструктор в галузі авіа-ракетної техніки. Н. 22.05.1900 у Граці (Австрія). Закінчив Берлін. техн. ун-т (1923). В 1940–45 працював у компанії Henschel (Берлін-Шонфельд); 1945–57 – у Випробувальному центрі озброєнь ВМС США (Пойнт Мугу), з 1957 – проф. Вищої техн. школи в Ахене (Німеччина). П. 28.05.1982 у США.

Займався дослідженнями телекерованих літальних апаратів (ЛА), працював над створенням керованої авіаційної бомби Hs293, переданої в серійне виробництво наприкінці 1943. Запропонував три варіанти її дистанційного керування: по проводах, радіокомандне, теленаведення. 27.08.1943 у Біскайській затоці прямим попаданням Hs293 потоплено британський шлюп. Розробив удосконалений варіант Hs298. Брав участь у створенні системи керування зенітної ракети Hs117. У США займався розробкою ракетних систем [8].

ВАЛЬЄ Макс (Valier M.) – німецький інженер-конструктор в галузі ракетної техніки. Н. 9.02.1895 у Боцені (нині провінція Больцано-Боцен, Італія). Брав участь у Першій світовій війні, в 1917–18 служив льотчиком в австро-угорських ВВС. В 1918–22 навчався у Віден., Інсбрук. і Мюнхен. ун-тах, потім працював за контрактами в автомобільній фірмі «Опель», піротехнічній фірмі «Ейхефельд» і ін. Загинув 17.05.1930 при випробуванні рідинного ракетного двигуна (РРД).

В 1928–29 з Ф. фон Опелем розробляв конструкції порохових ракетних двигунів для автомобілів. Сконструював ракетний автомобіль «Опель – Рак-1», який зовні відрізнявся від звичайної гоночної машини задньою насадкою з 12 пороховими ракетами. 12.04.1928 під час його офіційного пробігу швидкість перевищила 100 км/год. Випробування «Опеля – Рак-2» з батареєю з 24 ракет відбулося 23.05.1928. Улітку 1928 виконав серію дослідів по конструюванню ракетних дрезин, прагнув використовувати ракети в інших видах транспорту. У лютому 1929 випробовував ракетні сані, які досягли швидкості майже 400 км/год. В 1930 почав експерименти з РРД. Сконструював рідинний «ракетний мотор» і успішно його опробував 19.04.1930 на автомобілі. Автор широко відомих книг – «Прорив у космос» (1924; 1930, 6-е вид.) і «Політ у світове простір як технічна можливість» (1924; рос. переклад. 1936). У його честь названо кратер на Місяці [3; 8].

ВАЛЬТЕР Хельмут (Walter H.) – німецький інженер-конструктор ракетної техніки. Н. 26.08.1900 у м. Веделі. Після закінчення технічного училища в 1923–25 працював на Гамбурзьких верфях концерну «Вулкан», 1925–35 – в Армійському центрі озброєнь у Берліні, в 1935 створив у Кілі науково-виробничу фірму «Інженерне бюро Гельмута Вальтера» і в 1937 почав виробництво ракетних двигунів різного призначення. Входив у ракетну групу *В. Дорнбергера*. В 1948 емігрував у США, де займався викладанням, з 1960 – у корпорації Уорчинг-

тон штат (Нью-Джерси), її віце-президент. П. 16.12.1980.

Науково-організаційна діяльність і конструкторські розробки присвячені створенню РРД і виробництву перших у світі серійних РРД «Вальтер». Досліджував можливість використання парогазової суміші як продукту розкладання пероксиду водню в парових турбінах, розробив перші парогазові турбіни для підводних човнів (1933–34) і рухоми системи підводних човнів, використаний «цикл Вальтера». Автор понад 200 винаходів [8; 19].

ВАН АЛЛЕН Джеймс (Van Allen J.) – американський астрофізик. Н. 7.09.1914 у м. Маунт-Плезант (штат Айова). Закінчив ун-т штату Айова (1936), де також одержав ступінь доктора філософії (1939). В 1939–42 працював в Ін-ті Карнегі, 1942–50 – Лабораторії прикладної фізики ун-ту Дж. Гопкінса, 1951–85 – проф. Ун-ту штату Айова. П. 9.08.2006.

Дослідження в галузі ядерної фізики, астрофізики, фізики космосу. Був керівником проекту створення дослідницької ракети «Аеробі» для вивчення верхніх шарів земної атмосфери. Брав участь у розробці американських ІСЗ «Експлорер-1» та «Експлорер-3», які виявили радіаційні пояси Землі (пояси Ван Аллена). Керував створенням радіаційних детекторів, установлених на космічних апаратах (КА), запущених до Місяця, і на КА «Марінер-2».

Член НАН США (1959). Нац. медаль за науку (1987). Медалі ім. Е. Грессона (1961), Дж. Флемінга (1963) та ін. [4].

ВЕТЧИНКІН Володимир Петрович – російський учений в галузі аеродинаміки, ракетної техніки й теоретичної космонавтики. Н. 17.06.1888 у м. Кутно (нині в Польщі). В 1915 закінчив Моск. техн. училище (МТУ) (потім МВТУ ім. М.Е. Баумана), де викладав (з 1944 – зав. кафедри), також у Військово-повітряній інженерній академії та Моск. авіаційному ін-ті. Один з організаторів Бюро авіаційних обчислень і випробувань при Аеродинамічній лабораторії МТУ (1916), перетвореної 1918 у



Г. Вагнер



М. Вальє



Х. Вальтер



Д. Ван Аллен

Центр. аерогідродинамічний ін-т (ЦАГІ), де керував різними підрозділами (1918–50). Брав участь як консультант у діяльності РНДІ, в 1941–45 працював в оборонній промисловості. П. 6.03.1950.

Основні напрямки наук. діяльності присвячені аеродинаміці, міцності авіаконструкцій, теорії повітряних гвинтів, динаміці польоту літаків і ракет. В 1913 запропонував враховувати зміну циркуляції швидкості вздовж лопаті гвинта. Автор ідеї введення в теорію гвинта безрозмірних величин, що спростило розрахунки, вирішив питання про найвигідніший гвинт, розрахував гвинта з одночасним розрахунком на міцність. З 1921 займався проблемами реактивного польоту, крилатих ракет і міжпланетних подорожей (1921–25), обґрунтував оптимальність міжпланетних перельотів по еліптичних траєкторіях. Проаналізував рух ракети при вертикальному підйомі (1935), обчислив кількість палива, необхідне при різних режимах руху літака й ракети (1934–37).

Доктор техн. наук (1927), проф. (1927). Гос. пр. СРСР (1943). Засл. діяч науки й техніки РСФСР (1946). Член Академії артилерійських наук (1947). Його ім'ям названий кратер на Місяці [16].

ВІНКЛЕР Йоганн (Winkler J.) — німецький інженер-конструктор в галузі ракетної техніки. Н. 29.05.1897 у Карлсруе. Брав участь у Першій світовій війні, був поранений. Навчався в ун-тах Лейпцига й Бреслау. З 1929 працював у фірмі Юнкерса, займався створенням РРД як прискорювачів у літаках. П. 27.12.1947.

В 1929–32 при фінансовій підтримці фабриканта Г. Хюккеля розробляв експериментальні рідинні ракети. Вперше в Європі здійснив 14.03.1931 пуск такої ракети (HWR-1, ракета Хюккеля–Вінклера). Мала довжину 60 см, важила 5 кг, у т.ч. паливо — 1,7 кг. Баки з паливом розташовувалися паралельно, утворюючи тригранну призму, вздовж осі якої встановлювався РРД у вигляді сталеві труби без швів

довжиною 457 мм. В одному з баків містився зріджений метан, в іншому — рідкий кисень, третьому — стиснений азот. Ракета зробила успішний політ на висоту близько 100 м. В 1932 розроблено ракету HWR- 2 зі стартовою масою близько 40 кг і довжиною понад 2 м, піднялася на висоту 60 м, але її випробування закінчилося невдало.

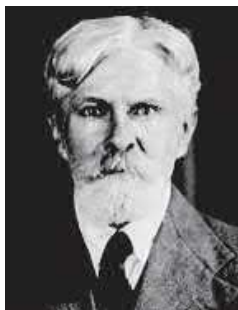
Один із фундаторів Товариства міжпланетних сполучень (1927) і організатор випуску його друкованого органу — журналу «Ракета» (1927–29). Його ім'ям названо кратер на Місяці [8; 12].

ГАНСВІНДТ Герман (Ganswindt H.) — німецький винахідник. Н. 12.06.1856. Служив в армії, вступив у Берлін. ун-т, але був виключений з нього через невідвідування. Займався підприємництвом. П. 25.10.1934.

Розробки в галузі дирижабле- та вертольотобудування, ракетної техніки. Запропонував керований дирижабль, зробивши його розрахунки й креслення (1884), побудував ряд вертольотів (після 1884), в 1901 відбувся перший політ його гвинтокрила. В 1893 розробив проєкт пілотованого КА з твердопаливним двигуном. Запропонував запускати КК у два етапи: спочатку буксирувати його за допомогою носія на орбіту, потім здійснювати безпосередньо запуск у космосі. Його ім'ям названо кратер на Місяці [15].

ГВАЙ Іван Ісидорович — російський конструктор ракетної зброї. Н. 13.12.1905 у Катеринославі (нині — Дніпро). Навчався (з 1925) у Катеринославі. ін-тах інженерів залізничного транспорту, після третього курсу був направлений у Вищу військову електротехн. школу, по закінченні якої працював у ГДЛ у Ленінграді, з 1933 — у РНДІ в Москві. П. 22.07.1960.

Інженерно-конструкторські розробки присвячено створенню пускових установок для РС. Під його керівництвом створено: пускову установку «Флейта» для І-15 та І-16, прийняту на озброєння в 1937–38, успішно застосовувалася в 1939 у боях проти японських військ на р.



В.П. Ветчинкін



Й. Вінклер



Г. Гансвіндт



І.І. Гвай

Халкін-Гол; самохідну багатозарядну пускову установку реактивних снарядів РС-132 на базі вантажного автомобіля ЗІС-6 (БМ-13) – першу бойову машину реактивної артилерії «Катюша», в 1940 почалося її виробництво, вперше застосування в бойових умовах 14.07.1941 під м. Оршою, у серпні 1941 завершено створення серійної БМ-13.

Держ. пр. СРСР (1941, 1942). Канд. техн. наук (1942). Інженер-полковник [32].

ГЕЙЛ Вільям (Gale W.) – англійський інженер в галузі ракетної техніки. Н. в 1797, п. в 1870. Створив три варіанти ракет, зокрема в 1844 ракету яка стабілізується в польоті обертанням. Для стабілізації польоту використовував стікаючі гази, змусивши їх проходити крізь ряд розміщених в основі сталевого корпусу ракети спіральних каналців. В іншій конструкції в соплі розміщувалися три металеві лопатки з незначним нахиланням, щоб стікаючі гази самі змушували ракету обертатися навколо поздовжньої осі. Розробив гідравлічний прес для запресовування порошу в корпус ракети. Сконструював першу суцільнометалеву ракету машинного виробництва. Займався розробкою рятувальних ракет. Його ракети використовувалися у війнах і військових конфліктах у Великій Британії, США, Пруссії, Австрії та ін. країнах, в 1867 демонструвалися на Паризькій всесвітній виставці [8; 12].

ГЕФТ Франц фон (Hoeft F. von) – австрійський учений та інженер. Н. 5.04.1882 у Відні. Навчався в Техн. ун-ті у Відні й Геттінген. ун-ті, в 1907 одержав ступінь доктора філософії у Віденському ун-ті. Працював інженером, потім в Австрійському патентному відомстві. В 1926 у Відні організував Наукове товариство для вивчення великих висот, розпалося в 1930. П. в 1954.

Дослідження й розробки в галузі ракетно-космічної науки й техніки. В 1924 запропонував програму космічних польотів, розглядаючи важкі ракети, які піднімають вантаж на висоту до 200 км і реєструвальні, такі, що

облітають Землю на висоті 1000 км як штучні супутники і здійснюють аерознімання (ідея картографування Землі з космосу). У статті «Завоювання Всесвіту» (1928) описав досліді з ракетами різних типів: розглянув двоступінчасту ракету вагою в 3000 кг для польоту до Місяця з метою його обльоту, фотографування невидимої сторони й повернення на Землю; КК для міжпланетних перельотів з екіпажем і системою керування; допоміжні ракети вагою в сотні тонн для досягнення Марса й Венери; космічні станції; багаторазове використання ракет. Його проекти та ідеї здебільшого являли собою вільний політ фантазії, однак деякі з них випереджали свій час [8; 12].

ГЕШВЕНД Федір Романович – російський інженер-конструктор. Р. 22.10.1838 у м. Гельсінкі (Фінляндія). Закінчив Київ. будівельне училище (1858). У складі інженерних військ брав участь у російсько-турецькій війні. З 1878 працював в інженерному управленні Київ. військового округу. П. у 1890 у Києві.

Розробив ряд проектів реактивних двигунів, зокрема для встановлення їх на локомотиви (1886) і біплани (1887), а також реактивного ЛА («парольота»). У його реактивному ЛА використовувався реактивний паровий двигун, у якому для підсилення реактивного ефекту застосовувалися названі згодом «насадки Мело» за ім'ям французького вченого, який перевідкрив їх. Моделі своїх «парольотів» і естакаду для їхнього зльоту конструював у с. Рибному під Києвом [34].

ГЛУШКО Валентин Петрович – видатний російський учений і конструктор ЖРД, ракет-носіїв (РН) і їхніх систем. Н. 20.08.1908 в Одесі. Закінчив Ленінград. ун-т (1929). В 1929–33 працював у ГДЛ, 1934–38 – начальник сектора РНИИ. У березні 1938 репресований, працював конструктором у Спецвідділі НКВД («шарашке») при Тушин. авіаотобудівному з-ді, з 1940 – у КБ по розробці літаку ЖРД при Казан. авіазаводі. У липні 1944 звільнений (реабілітований в 1956), в 1945–46 вивчав ні-



В. Гейл



Ф. фон Гефт



Ф.Р. Гешвенд



В.П. Глушко

мецьку трофейну ракетну техніку в Німеччині в Ін-ті «Нордхаузен»; с 1946 – головний конструктор ОКБ-456 по розробці ЖРД у Хімках (з 1966 КБ «Енергомаш»), з 1974 – Генеральний конструктор НПО «Енергія». П. 10.01.1989. Науково-технічна діяльність присвячена теоретичним і експериментальним дослідженням і розробкам ЖРД і КА. В 1929–33 розробив перший вітчизняний ЖРД серії ОРМ і перші ракети серії РЛА-1, ряд вузлів і агрегатів ЖРД, палив і технологій. Під його керівництвом розроблені потужні ЖРД на низькокиплячих і висококиплячих паливах, використаних на перших шаблях і більшості других шаблів РН і далеких бойових ракет, у тому числі ракет КБ «Південне». Його ЖРД установлені на РН «Схід», «Союз», «Космос», «Буран», «Протон», «Енергія» і ін. Очолював роботи з удосконалення пилотованих КК «Союз», вантажного корабля «Прогрес», орбітальних станцій «Салют», створенню орбітальної станції «Мир» і космічної системи багаторазового використання «Енергія – Буран».

Акад. АН СРСР (1958). Двічі Герой Соц. Праці (1956, 1961). Ленін. пр. (1957). Гос. пр. СРСР (1967, 1984). Ордена й медалі СРСР. Золота медаль ім. К.Е. Цюлковського АН СРСР (1958). Член Міжнародної академії астронавтики (1976). Його ім'ям названий кратер на Місяці [5; 6; 13; 16; 31; 32].

ГОДДАРД Роберт (Goddard R.) – видатний американський учений і конструктор у галузі ракетної техніки. Н. 5.10.1882 у м. Вустері (штат Массачусетс). Після одержання ступеня бакалавра у Вустер. політехн. ін-ті (1908), навчався на фіз. ф-ті Ун-ту Кларка у Вустере, де одержав ступінь магістра (1910). В 1914–43 викладав в Ун-ті Кларка та Вустер. політехн. ін-ті. П. 10.08.1945.

В 1908 опублікував роботу «Про можливість переміщення в міжпланетному просторі», у якій проаналізував засоби підтримки життя в космосі, метеоритну небезпека й боротьбу з нею, реактивний спосіб пересування в космічному просторі. Висунув ідею фотозніман-

ня Місяця й Марса з пролітних траєкторій. Написав низку робіт про можливість польоту на Місяць. В 1909 почав розраховувати ракету для космічного польоту й застосування в ній різних видів палива, зокрема порошу й воднево-кисневих сумішей. У липні 1914 запатентував конструкцію складної ракети з конічними соплами. В 1914 розпочав конструювати ракетні двигуни, в 1921 проводить експерименти з РРД, переваги яких перед пороховими писав ще за десятиліття до цього. Вперше здійснив 16.03.1926 успішний пуск рідинної ракети «Годдард-1». У наступні роки розробив ряд нових ракет. Так, його ракета «Годдард-3» вирізнялася від своїх попередниць не тільки розмірами, але й явністю в її головній частині наукового обладнання (барометр, термометр, фотокамери), а також системою стабілізації в польоті й т.ч. В 1928–29 обладнав невеликий полігон з майстерні поблизу Розуелла в штаті Нью-Мексико, з якого проводив наступні запуски ракет. 30.12.1930 ракета «Годдард-4» зі стартовою масою 21 кг піднялася на висоті 600 м, при цьому максимальна швидкість її перевищувала 800 км/год. Вперше застосував гіроскопічні керувальні й аеродинамічні рулі. Перший успішний політ ракети з гірорулями відбувся 19.04.1932. Найбільша висота, на яку піднімалися ракети Годдарда становила 2,8 км («Годдард Л-Б», березень 1937). Керував створенням РРД для літакових прискорювачів, запропонував ідею реактивного гранатомета, на основі якого створено гранатомети «Базука». Автор 214 патентів на винаходи. З його ім'ям пов'язані багато розробок, що визначили шляхи розвитку ракетної техніки.

Конгресом США в 1959 засновано золоту настільну медаль ім. Р. Годдарда. Його ім'я присвоєно Центру космічних польотів НАСА в Грінбелте (штат Меріленд) і кратеру на Місяці. У Розуеллі є музей ім. Р. Годдарда [2; 15].

ГОМАН Вальтер (Hohmann W.) – німецький учений в галузі теорії міжпланетних польотів. Н. 18.03.1880. Закінчив Вищу техн. школу в Мюнхені (1904), в 1920 одержали ступінь доктора філософії в Техн. ун-ті Ахена. Працював архітектором у фірмах Відня, Берліна, Ганновера й Вроцлава. В 1912 переїхав в Ессен, де створив у Державному бюро по випробуванню будівельних матеріалів статичний відділ, яким керував до 1945. П. 11.03.1945.

З 1914 займався теоретичними питаннями самі міжпланетних польотів. У роботі «Досягання небесних тіл» (1925) представив програму міжпланетної експедиції, дав аналіз динаміки польоту при підйомі й спуску космічного корабля в атмосфері Землі й спуску на інші планети, орбіт польоту. Встановив, що оптимальними з погляду витрат енергії є переходи по еліпсах, що стосуються орбіт планет,



Р. Годдард



В. Гоман

обґрунтував математично перехід космічного корабля між двома орбітами з мінімальними витратами палива («гоманівська траєкторія», «еліпси Гомана»). Його формулами й таблицями користуються при виборі часу, що дозволяє здійснити запуск міжпланетних апаратів до інших планет при мінімальних витратах палива. При спуску на Землю пропонував апарат, що летить з міжпланетного простору, споряджати гальмувальними поверхнями, при цьому спуск проходить по спіралі, поки його швидкість не зменшиться до необхідної величини, в подальшому політ переходить у планерування. Незалежно від *К.Е. Ціолковського* й *Ф.А. Цандера* розрахував політ космічних кораблів до Місяця, Марса й Венери.

Його ім'ям названо кратер на Місяці (1970) [15].

ГОССЛАУ Фріц (Gossiau F.) – німецький інженер-конструктор авіаційної й ракетної техніки. Н. 25.03.1898 у Берліні. Закінчив Берлін. техн. ун-т (1923), в 1926 одержав також ступінь доктора філософії. Працював у компанії «Сіменс» в галузі авіаційних двигунів, потім – у компанії «Аргус» по створенню двигунів As 410 і As 411, 24-циліндрового двигуна з повітряним охолодженням потужністю в 3500 к.с. для літаків, з 1937 у фірмі «Фізілер» – в галузі безпілотних бойових ракет, після 1945 – у фірмі Дюркоп по виробництву мотоциклів (з 1948 – головний конструктор), з 1958 – у фірмі Хейнкель, 1958–63 – директор фірми «Юнкерс». П. 1.12.1965.

Поряд з *Р. Луссером* був творцем (1941–42) бойової керованої крилатої ракети «Фау-1». [19].

ДЕБУС Курт (Debus K.) – німецький інженер-конструктор в галузі ракетно-космічної техніки. Н. 29.11.1908 у Франкфурті на Майні. Закінчив Вищу техн. школу в Дармштадті (1933), там же одержав ступінь доктора філософії (1939) і був доцентом; в 1939–1945 – інженер Ракетного дослідного центру в Пенемюнде; в 1945 у складі групи німецьких ракетників вивезений у США, де працював у Форті Біліс

(штат Техас), потім у Редстоун. арсеналі (штат Алабама), в 1952–60 керував будівництвом пускових об'єктів на місі Канаверал для військових ракет «Редстоун», «Юпітер», «Юнона С» «Першінг» та ін., з 1961 – РН «Сатурн»; 1962–74 – директор Центру запусків НАСА (з 1963 – Космічний центр ім. Дж. Кеннеді). П.10.10.1983.

У Пенемюнде керував іспитовим стендом, брав участь у створенні й запуску ракет «Фау-2». У США під його керівництвом побудовано стартові комплекси й здійснено запуски КА до Місяця, за програмою «Аполлон», РН «Сатурн», орбітальної станції «Скайлеб» та ін. [19].

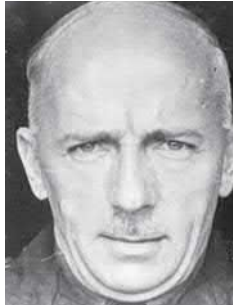
ДОРНБЕРГЕР Вальтер (Dornberger W.) – німецький конструктор і організатор ракетної техніки, генерал. Н. 6.09.1895 у Гіссені. Брав участь в Першій світовій війні, служив в артилерії. Закінчив Вищу техн. школу в Берліні – Шарлоттенбурзі (1930) і працював у відділі балістики Управління збройних сухопутних сил рейхсверу, курируючи ракетні дослідження. В 1934 організував випробувальну лабораторію «Вест» у Куммерсдорфі для вивчення рідинних ракет і наукову групу ракетників (*В. фон Браун*, *Х. Вальтер*, *В. Рідель*, *А. Рудольф*, *В. Тіль та ін.*). В 1937–45 – адміністративний директор Ракетного дослідницького центру Пенемюнде, де створено ракети «Фау-2», «Вассерфаль» та ін., розроблялася міжконтинентальна балістична ракета. У травні 1945 здався в полон американцям. Працював у Великій Британії науковим консультантом фірми «Bell Aircraft Corporation», потім у США, де був радником міністра оборони. П. 27.06.1980 у Німеччині.

У США під його керівництвом розроблено крилату ракету «Навахо», був одним із засновників системи протиракетної оборони й ракетних систем багаторазового використання (космічних човників), 1948 висунув ідею розміщення атомної бомби на навколоремній орбіті [7; 19].

ЕНО-ПЕЛЬТРІ Робер (Esnault-Pelterie R.) – французький учений і конструктор у галузі



К. Дебус



В. Дорнбергер



Р. Ено-Пельтрі



М.С. Жуковський

авіації, космонавтики й ракетної техніки. Н. 8.11.1881 у Парижі. Закінчив Париз. ун-т (1902), де з 1910 — асистент кафедри повітроплавання. З початком Другої світової війни емігрував у Швейцарію, з 1942 жив у Женеві. П. 6.12.1957.

В 1904 сконструював ЛА — безхвостий планер-біплан з несучими поверхнями з натягнутої полотнини, в 1906—1907 — перший моноплан з авіаційним зіркоподібним двигуном, в 1907 він обладнав його значною кількістю винайдених ним пристосувань, які згодом стали класичними: система керування, шасі, масляно-пневматичні амортизатори тощо. В 1908—14 конструює літаки, бере участь у багатьох змаганнях, патентує низку винаходів — прив'язний ремінь, покажчик швидкості, рятувальний парашут для пілота, подвійне керування на навчальних літаках. Розроблені ним містили у своїх конструкціях чимало вузлів і систем, що стали класичними для авіації 30—40 років. У доповіді Французькому фізичному товариству в листопаді 1912 виклав основні положення теорії міжпланетної навігації: навів розрахунки найвигідніших траєкторій польоту КА, вперше застосував теорію відносності до руху ракети зі швидкостями, близькими до швидкості світла. 8.06.1927 у Сорбоні представив доповідь «Дослідження за допомогою ракет верхніх шарів атмосфери й можливість міжпланетних сполучень», у якій уточнив свої теор. дані, зокрема значення швидкостей витікання газів і співвідношення початкової й кінцевої мас ракети, виклав основні положення теорії розширення газів у надзвуковому реактивному соплі. В 1928 вийшла його книга «Дослідження верхніх шарів атмосфери за допомогою ракети й можливість міжпланетних сполучень». До цього періоду відноситься й початок конструювання ракети, призначеної для запуску в стратосферу.

Експериментуючи з ракетними паливами, випробував надчутливу рідку вибухову речовину — тетранітметан. З 1930 досліджував оптимальні умови карбюрації в реактивному двигуні та в 1932 почав конструювати кисневий ракетний двигун, вивчив умови, що забезпечують оптимальний ККД двигуна шляхом подачі в графітову камеру згоряння рідкого кисню та ефіру (1934—37). В 1930 опублікував узагальнюючу працю «Астронавтика», яка вплинула на наступні роботи в цій галузі. У травні 1934 прочитав доповідь (опубліковану 1935) як доповнення до книги, в якій розглянув практичні умови й значення міжпланетних сполучень, питання руху ракети перспективи застосування ядерних двигунів, проектування орбіт. В 1937 довів свій ракетний двигун до експериментального зразка та організував його випробування в присутності експертів, двигун, пропрацював 60 с. і розвинув тягу 126 кг. Його

ім'ям названо кратер на Місяці [15, 33].

ЖУКОВСЬКИЙ Микола Єгорович — російський учений-механік. Н. 5.01.1847 у с. Орехово (нині Володимир. обл., Росія). Закінчив Моск. ун-т (1868). З 1872 викладав у Моск. техн. училище (з 1879 — проф., з 1887 — зав. кафедри; нині — Моск. техн. ун-т ім. М.Е. Баумана), також з 1886 — проф. Моск. ун-ту. Організатор і з 1918 перший керівник Центр. аерогідродинамічного ін-ту (ЦАГІ). При його участі в 1919 створено Моск. авіатехнікум, реорганізований в 1920 в Ін-т інженерів Червоного повітряного флоту (з 1922 — Військово-повітряна інженерна академія ім. М.Є. Жуковського). П. 17.03.1921.

Основні праці в галузі механіки твердого тіла, математики, аеро- і гідродинаміки, гідравліки, прикладної механіки. У роботі «Про реакцію витічної й втічної рідини» (1885) виклав питання реактивного руху. Перші дослідження з теорії польоту виконав в 1890. Надалі цей напрям одержав пріоритетний розвиток. Публікації «Про парення птахів» (1891) і «Про найвигідніший кут нахилу аеропланів» (1897) використовувалися при створенні аеродинамічного розрахунку літака, а дослідження різних форм траєкторій польоту стали теоретичною базою фігур вищого пілотажу в авіації. В 1902 під його керівництвом споруджено одну з перших аеродинамічних труб. В 1904 пояснив утворення підйомної сили крила літака й сформулював теорему, що дозволяє визначати її величину (теорема Жуковського), заклав основи аеродинаміки. В 1910—12 розвинув математичний апарат розв'язання задач обтікання крила й розробив метод побудови теор. «профілів (профілі Жуковського). Розробив теорію крила, встановив закони розподілу швидкостей у лопаті гвинта, створив основи аеродинамічних розрахунків літака, їх динамічної поздовжньої стійкості й міцності (1912—18). Заклав теор. основи крилатих ЛА.

Чл.-кор. Петерб. АН (1894). Його ім'ям названо кратер на Місяці [12].

ЗАСЯДКО Олександр Дмитрович — російський артилерист і ракетник, генерал-лейтенант (1829). Н. в 1779 у с. Лютенка Полтав. губ. Закінчив Артилерійський та Інженерний шляхетський кадетський корпус (1797). Учасник італійського походу О.В. Суворова (1799), першої російсько-турецької війни 1806—1812, Вітчизняної війни 1812, військових кампаній російської армії 1813—14. З 1820 керував Михайлів. артилерійським училищем, Петербург. арсеналом і Охтен. пороховим заводом. В 1826—31 очолював штаб артилерії російської армії, займався реорганізацією артилерії. З 1834 — у відставці. П. 8.06.1837 у Харкові.

В 1815 на кошти від продажу маєтку бать-

ка на Полтавщині почав працювати над створенням порохових ракет власної конструкції і через три роки продемонстрував їх на артилерійському полігоні в Петербурзі. Дальність польоту ракет досягала 2670 м (пізніше – понад 6 км), виготовлялися в спеціальній піротехнічній лабораторії в м. Могильові, в 1826 роботи з їх виробництва перенесено до Петербургу в створений ракетний завод. Проводив досліді з ракетами Конгрева, відкрив секрет технології їх виготовлення, організував їхнє виробництво й бойове застосування. Вперше створив пускові верстати для ракет, які давали можливість вести залповий вогонь 6 ракетами. Сформував перші в російській армії ракетні підрозділи. З його ініціативи в другу російсько-турецьку війну 1828–29 виробництво бойових ракет налагоджено безпосередньо в районі ведення бойових дій. Для їх старту в розпорядженні підрозділів були пускові установки, що забезпечували одночасний запуск до 36 ракет. У березні 1829 ракетами його конструкції було оздоблено кораблі Дунайської військової флотилії, цим започатковано впровадженню ракетної зброї на флоті. Організував масове виробництво бойових ракет.

Його ім'ям названо кратер на Місяці [20; 22].

ЗБОРОВСЬКИЙ Хельмут фон (Zborowsky H. von) – німецький конструктор авіаційної та ракетної техніки. Н. 21.08.1905 у Терезієнштадті (Чехія). В 1934–45 працював у фірмі БМВ, де розробляв РРД, брав участь у роботах з ракет «Фау-1», «Фау-2» і «Вассерфаль», його РРД поряд із РРД *Х. Вальтера* тоді вважалися найкращими. Був експертом по протитанкових ракетах. Після війни жив у Франції, де 1950 заснував Технічне бюро авіабудування Зборовського, займався дослідженнями вертикального й короткого зльотів літаків і їхньої посадки. Автор понад 300 патентів. П. 16.11.1969 [19].

ЗЕНГЕР Ейген (Sänger E.) – австро-німецький учений і конструктор ракетно-космічної техніки. Н. 22.09.1905 у с. Пресниць (нині Крештофови Гамри в Чехії). Закінчив Вищу

техн. школу у Відні (1929), де в 1930–35 працював асистентом; в 1936–42 – керівник Ракетно-дослідного ін-ту в Трауені, 1942–45 – у Дослідному центрі планеризму в Айпринзі; 1945–54 працював у Франції, Англії, Швейцарії; 1954–62 – керівник Ін-ту фізики реактивних двигунів у Штутгарті, з 1963 – проф. Техн. ун-ту Західного Берліна. П. 10.02.1964.

Дослідження й розробки присвячено ракетним двигунам, зокрема фотонним, їх застосуванню в авіації й космонавтиці. Результати виклав у роботах «Техніка ракетного польоту» (1933), «Про ракетно-космічний літак» (1944), «Про ракетний двигун для далекого бомбардувальника» (1944), «Пропозиції про розробку європейського космічного корабля» (1964). В 1944 обґрунтував можливість створення далекого бомбардувальника з РРД (проект «Срібний птах» – висотного частково орбітального бомбардувальника-космолота, гіперзвукового літака). Один із засновників Міжнародної академії астронавтики та її перший президент (1950–53).

Медалі ім. Г. Оберта і Ю.О. Гагаріна. Його ім'ям названо кратер на Місяці [12].

ІСАЄВ Олексій Михайлович – російський учений-конструктор ракетного двигунобудування. Н. 24.10.1908 у Петербурзі. Закінчив Моск. гірничий ін-т (1931). В 1934–44 – конструктор в ОКБ В.Ф. Болховітінова, 1944–47 – головний конструктор цього КБ, 1947–67 – ОКБ-2, з 1967 – КБ хімічного машинобудування (нині – ім. О.М. Ісаєва). П. 21.06.1971.

В 1940–42 з А.Я. Березняком розробив перший у СРСР винищувач БІ-1 із РРД, в 1946 за його ідеєю створено й випробувано металозварювальну камеру згорання РРД, тоді ж застосував у РРД плоскі голівки із шаховим розташуванням однокомпонентних форсунок, що забезпечують повноту згорання палива. Під його керівництвом створено двигун В-200 для ракети класу «земля–повітря» і В-400-2 для крилатої ракети класу «повітря–море». Розробив (1950) метод нейтралізації низькочастотних коливань, що виникають у РРД у перші секунди його роботи, установкою антипуль-



О.Д. Засядько



Х. фон Зборовський



Е. Зенгер



О.М. Ісаєв

суючих перегоронок (метод Ісаєва). Двигун Ісаєва (восьмитонний) використано С.П. Корольовим на ракеті Р-11 (1955) і її флотської модифікації Р-11 ФМ. В подальшому в КБ О.М. Ісаєва розроблено гальмівно-рушійну установку для КК «Восток», що застосовувалася й на наступних радянських КК.

Доктор техн. наук (1959). Герой Соц. Праці (1956). Ленін. пр. (1958). Держ. пр. СРСР (1948, 1968). Його ім'ям названо кратер на Місяці [12; 32].

КАРМАН Теодор фон (Karman T. von) – учений в галузі фізики, механіки, авіа- і ракетобудування. Н. 11.05.1881 у Будапешті (Угорщина). Закінчив Королів. техн. ун-т у Будапешті (1902) і Геттінген ун-т (1908), у якому одержав ступінь доктора філософії й працював; в 1913–30 – директор Аеродинамічного ін-ту Ахен. ун-ту, 1930–49 – Лабораторії аеронавтики Каліфорн. технологічного ін-ту й 1938–45 – Лабораторії реактивного руху в ньому (Пасадена, США). П.6.05.1963.

Наукові дослідження стосуються теорії твердого тіла, аеро- і гідродинаміки, механіки рідин, теорії пружності й пластичності, опору матеріалів, авіаційної й ракетно-космічної науки й техніки, технічного прогнозування. В динаміці кристалічної ґратки в 1912 з М. Борно незалежно від П. Дебая визначав спектр власних коливань ґратки кристала, показавши, що він містить смуги оптичного та акустичного діапазонів, увівши тим самим уявлення про фонони. В результаті П. Дебай, М. Борн і Т. Карман заклали основи динаміки кристалічної ґратки. Провів теор. аналіз нестикувальної рідини, що обтікає протяжну вісь, перпендикулярну руху суцільного середовища (1912). Вивчав надзвукові й гіперзвукові течії. У США керував роботами в галузі ракетної техніки. Розрахував умовну межу між земною атмосферою і космічним простором (лінія Кармана). В 1936 стояв у витоків створення компанії «Аероджет дженерал корпорейшн» по виробництву ракетних двигунів, в 1956 з його ініціативи організовано Ін-т гідродинаміки в Бельгії,

в 1960 засновано Міжнародну академію астронавтики, був її першим президентом.

Член Лондон. королівського товариства, низки інших академій наук. Національна медаль за науку США (1963). У його честь названо кратери на Місяці й Марсі [12].

КІБАЛЬЧИЧ Микола Іванович – революціонер-народоловець, винахідник. Н. 31.12.1853 у м. Короп (нині Чернігів. обл.). Навчався в Петерб. ін-тах інженерів шляхів сполучення (1871–73) і Медико-хірургічній академії (з 1873). У студентські роки долучився до руху народників. В 1875 заарештований за революційну діяльність і два роки провів в одиночній камері в Лук'янівській в'язниці в Києві. В 1878 відпущений під нагляд поліції без права завершення освіти, перейшов на нелегальне становище. Брав активну участь у революційному русі, керував підпільною друкарнею і лабораторією вибухових речовин виконавчого комітету організації «Народна воля», займався підготовкою терористичних актів (створював запали, нітрогліциринову «гримучу суміш», розраховував наслідки вибухів тощо). За участь у підготовці замаху 01.03.1881 на царя Олександра II заарештований 17.03.1881 і засуджений до страти, вирок виконано 3.04.1881.

Автор проекту реактивного двигуна й КА. Обґрунтував вибір робочого тіла й джерело енергії КА, вивчав можливість застосування в них порошу. Перебуваючи у в'язниці, працював над описанням пристрою порохового ракетного двигуна. За кілька днів до страти розробив проект пілотованого ракетного ЛА з хитною камерою згоряння для керування вектором тяги з твердопаливним багатозарядним двигуном. Розрахував габарити порохових шашок і камери згоряння ракетного двигуна, режим горіння порошу, розробив методи спалювання, паливоподавальні й регулювальні пристрої. Подачу порохових шашок у камеру згоряння пропонував здійснювати автоматично. Міркував над проблемами керування польотом ЛА шляхом зміни кута нахилу двигуна й забезпечення його стійкості за допомогою стабілізаторів, аналізував способи його гальмування в атмосфері при спуску.

Його ім'ям названо кратер на Місяці [17; 30].

КЛЕЙМЕНОВ Іван Терентійович – російський інженер в галузі ракетної техніки. Н. 30.03.1899 у с. Стара Сурава (нині Липец. обл., Росія). Закінчив Військово-господарську академію (1920). В 1921 вступив на фіз.-мат.



Т. фон Карман



М.І. Кібальчич



І. Т. Клейменов

ф-т Моск. ун-ту (без відриву від роботи в Наркоматі зовнішньої торгівлі), в 1923 перевівся на інженер. ф-т Військово-повітряної академії ім. М.Є. Жуковського, після закінчення якої 1928 працював начальником майстерень НДІ ВВС. В 1929–32 – ст. інженер, заст. начальника інженерного відділу торгпредставництва СРСР у Берліні, 1932–33 – начальник ГДЛ, 1933–37 – РНДІ. Необгрунтовано заарештований 2.11.1937 по обвинуваченню в шпигунстві, розстріляний 10.01.1938, реабілітований по смертно в 1955.

Інженерно-конструкторські розробки стосуються створення реактивної зброї. Запропонував застосовувати в РС позакаліберне оперення, що підвищило дальність і стабільність їх польоту. Керував творенням ракетних снарядів РС-82 і РС-132 на бездимному пороху, використовуваних в подальшому в мінометах «Катюша».

Герой Соц. Праці (1991, посмертно). Його ім'ям названо кратер на Місяці [31; 32].

КОНГРЕВ Уільям (Congreve W.) – англійський учений і винахідник в галузі ракетної техніки, полковник. Н. в 1772. Закінчив коледж при Кембрідж. ун-ті (1793). В останні роки життя побудував поблизу Лондона завод з виробництва ракетної зброї. П. в 1828.

З 1801 почав удосконалювати ракети з метою збільшення дальності їх польоту. Встановив вплив швидкості витікання газів і їхньої витрати на швидкість польоту ракет. В 1804–1805 розробив бойові ракети з дальністю польоту 1800 м, запропонував поміщати в їх головну частину вибухові речовини, та запальну суміш, розраховував кут запуску ракет на максимальну дальність (55°). Сформулював переваги реактивної артилерії, замінив паперовий корпус ракети металевим. Створив бойові ракети 10 різних калібрів, запропонував конструкції 6 типів пускових верстатів. Його бойові ракети використовувалися у наполеонівських війнах, при штурмі Булоні й Копенгагена (1807), Лейпцига й Гданська (1813), його ракетами були озброєні англійські

війська у війні з Сполученими Штатами Америки (1812–14). Останні типи його ракет мали дальність 2700 м, масу до 20 кг і залежно від призначення були запальними, фугасними, шрапнельними й освітлювальними. Для поліпшення купчастості бою запровадив (близько 1815) ракети з центральним напрямним штоком і 5 отворами для витікання реактивного струменя. Запропонував запускати бойові ракети з інженерних земляних споруд (1813) та з установок на плечі людини (1827). Розробляв гарпунні й рятувальні ракети (1825).

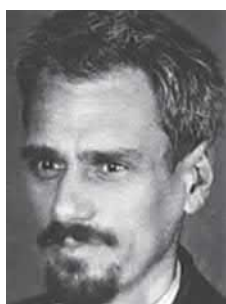
Його ім'ям названо кратер на Місяці [12].

КОНДРАТЮК Юрій Васильович (справжнє ім'я – Шаргей Олександр Ігнатійович, відомо з 1987) – учений в галузі космонавтики. Н. 21.06.1897 у Полтаві. В 1916 вступив у Петроград. політехн. ін-т, але в листопаді був покликаний на військову службу й направлений у школу прапорщиків. В 1917 мобілізований у Білу армію, де служив якийсь час. Побоюючись репресій з боку радянської влади, 15.08.1921 змінив свої паспортні дані, скориставшись документами студента Київ. ун-ту Ю.В. Кондратюка. В 1925–27 працював на будівництві елеваторів і вітроелектростанцій на Північному Кавказі, з 1927 – у Новосибірську. В червні 1931 засуджений і направлений у КБ з розробки проекту Кримської вітроелектростанції, з 1932 працював у Харкові й Москві (на пропозицію С.П. Корольова перейти в ГІРД відмовився). Мобілізований у Моск. народне ополчення 6.07.1941 і в той же день відправлений на фронт. Загинув 23 (або 25).02.1942. Реабілітований в 1970.

Автор досліджень можливості польоту в космос і оригінальних рішень проблем міжпланетних подорожей. У рукописній роботі «Тим, хто буде читати, щоб будувати» (1918–19, уперше опублікована в 1964) вивів незалежно від К.Е. Цюлковського формулу польоту ракети, обгрунтував доцільність вертикального зльоту її в умовах щільної атмосфери, запропонував використовувати як паливо в космічних ра-



У. Конгрев



Ю.В. Кондратюк



К.І. Константинов



С.П. Корольов

кетах водневі сполуки деяких металів і металоїдів, показав економію палива при посадці КА за рахунок його гальмування в атмосфері. Наступні варіанти його рукопису вийшли під назвами «Про міжпланетні подорожі» (1925) і «Завоювання міжпланетних просторів» (1926, опублікована в 1929 за кошти автора) містили низку перспективних ідей, реалізованих у сучасній космонавтиці, зокрема пропозиції використовувати гравітаційні маневри, скидання теплозахисних екранів, шлюзи й скафандри для виходу космонавтів у відкритий космос, малий посадковий апарат для висадження людей на небесні тіла.

Його ім'ям названо кратер на Місяці [9; 17].

КОНСТАНТИНОВ Костянтин Іванович – російський учений і винахідник в галузі артилерії, ракетної техніки, приладобудування та автоматики, генерал-лейтенант (1864). Н. 6.04.1818 у Варшаві. Закінчив Михайлів. артилерійську академію (1836). З 1838 – командуючий Школи майстрів порохової й селітраної справ, пізніше названої піротехнічною школою. З метою вивчення стану ракетної техніки відвідав військові й промислові підприємства ряду країн Європи (1840–44, 1857–1858). З 1849 – начальник Охтен. капсульного закладу, з 1950 – командир Петербур. ракетного заводу – першого в Росії промислового підприємства по виробництву бойових ракет. В 1853–55 тут виготовлено за його технологією кілька тисяч бойових ракет, використовуваних у Кримській війні 1853–56. В 1859–61 прочитав цикл лекцій по ракетах для артилерійських офіцерів військових вузів Петербургу. Розробив проект і з 1861 керував будівництвом самого великого в Європі ракетного заводу в Миколаєві, з 1870 – начальник заводу, обладнаного автоматизованими верстатами його конструкції. П. 12.01.1871.

Наукова, інженерна та організаційна діяльність стосується ракетної техніки, артилерії, піротехніки, автоматики, газодинаміки, порохової справи, повітроплавання. Винайшов електробалістичний прилад для вимірювання швидкості артилерійського снаряда (1844), приціл для навісної стрільби з гладкоствольних зброях, хроноскоп для вимірювання малих проміжків часу, запропонував удосконалень в техніці феєрверків. В 1847 сконструював ракетний балістичний маятник, за допомогою якого встановив вплив форми й конструкції ракети на її балістичні властивості, зокрема закон зміни рушійної сили ракети в процесі польоту.

З 1850 проводив досліді з бойовими ракетами з метою збільшення дальності їх польоту й купчастості падіння, досліджував способи їх стабілізації в польоті, кріплення й відділення на траєкторії головних частин ракет. Заклав наукові основи розрахунку й проектування ракет, зокрема розрахункові схеми проекту-

вання ракет різних призначень. Поліпшив технологію виробництва й складання ракет, запровадив механізацію й методи безпеки виготовлення ракет на військових підприємствах. Створив бойові ракети поліпшеної конструкції з дальністю польоту 4–5 км. Розробив нові прийоми застосування ракет у військовій справі, низку контрольно-вимірвальних електричних приладів і автоматичних пристроїв, конструкцій пускових установок, машини для виробництва ракет, процес виготовлення ракет із застосуванням засобів автоматичного контролю й керування окремими операціями. Винайшов пристрій для визначення швидкості польоту ракет і артилерійських снарядів на окремих ділянках траєкторії.

В 1853 зацікавився повітроплаванням. У роботах «Пристрій, приготування й використання повітряних куль» (1853) і «Повітроплавання» (1856) вперше узагальнив відомості, одержані вітчизняними й закордонними дослідниками в цій галузі, проаналізував ідеї створення двигуна для керування аеростатом, установлення на аеростат артилерійської зброї й техніки тощо. Сконструював корабельні ракети з дальністю польоту до 4 км, були взяті на озброєння російського військового флоту й берегової охорони. Автор праці «Про бойові ракети» (Париж, 1861; СПб, 1864). За видатні роботи з ракетної техніки йому тричі присуджувалася вища артилерійська нагорода – Михайлівська премія. Його ім'ям названо кратер на Місяці [10; 20; 22; 23].

КОРОЛЬОВ Сергій Павлович – визначний вчений-конструктор у галузі ракетобудування й космонавтики, академік АН СРСР (1958), один із засновників практичної космонавтики і стратегічної ракетної зброї.

Н. 12.01.1907 в Житомирі, у сім'ї вчителя гімназії. Згодом жив у Ніжині, Одесі та Києві. У 1922–24 навчався в будівельній професійній школі Одеси, у 1924–26 – студент аеромеханічного факультету Київського політехнічного інституту, брав участь у роботі студентського планерного гуртка та гуртка з вивчення й освоєння космічного простору Асоціації інженерів і техніків, був членом Товариства авіації і повітроплавання України та Криму, закінчив курси теорії і практики проектування літальних апаратів. Як конструктор почав свою діяльність зі створення конструкцій планерів, у 1925 здійснив самостійні польоти на створеному за його участю планері «КП-3». У 1926–1930 навчався на факультеті аеродинаміки Московського вищого технічного училища ім. М.Е. Баумана (МВТУ). Водночас закінчив Московську авіаційну школу льотчиків-планеристів і пілотів-парителів. У 1929 захистив дипломний проект – розробку легкомоторного двоміс-

ного літака «СК-4», який був побудований і пройшов льотне випробування, його науковим керівником був А.М. Туполев. Під час навчання створив низку конструкцій планерів («Безмоторний літак К-5», «Коктебель», «Червона зірка» та ін.).

У 1931 разом із Ф.А. Цандером організував Групу з вивчення реактивного руху (ГІРД), де під його керівництвом створено й випробувано перші радянські балістичні ракети: на гібридному паливі (конструкції М.К. Тихонравова) і рідкому (конструкції Ф.А. Цандера). У 1933—38 працював у новоутвореному Реактивному НДІ (1933—34 — головний інженер, заступник керівника, у 1934—37 — керівник відділу крилатих ракет, 1937—38 — групи ракетних апаратів). Розробив низку проектів крилатих ракет з автоматичним керуванням, зокрема ракету 212 з рідким ракетним двигуном (РД), зенітну ракету 217 з порохом РД, ракету-планер РП-318-1 (перший політ під управлінням льотчика відбувся у 1940), брав участь у випробуваннях ракети-планера з дослідним РД «ОРМ-65» конструкції В.П. Глушка.

У 1938 був заарештований за сфальсифікованим обвинуваченням у «контрреволюційній троцькістській діяльності» і засуджений до 10 років ув'язнення, працював у «шарашках» НКВС СРСР (1938-1944), з 1940 працював у ЦКБ-29 під керівництвом А.М. Туполева над створенням бомбардувальника «Ту-2», водночас розробляв проекти керованої аероторпеди, ракетного перехоплювача нового типу й ракети для польотів у стратосферу та займався оснащенням серійних бойових літаків рідкими ракетними прискорювачами, зокрема для бомбардувальника Пе-2. У 1944 його було звільнено (реабілітовано лише в 1957). У 1945—46 в складі Технічної комісії перебував Німеччини для вивчення трофейної ракетної техніки, зокрема ракети «Фау-2».

У 1946 його призначають головним конструктором балістичних ракет далекої дії, водночас керівником відділу НДІ-88 та керівником Ради головних конструкторів з питань розробки ракетної техніки. З 1950 - головний конструктор ОКБ-1, з серпня 1956 — Головний конструктор і директор ОКБ-1 як самостійної організації.

Під керівництвом Сергія Павловича удосконалено висотні геофізичні ракети, розроблено перші радянські бойові ракети Р-1, Р-2, Р-5 і Р-11, першу міжконтинентальну балістичну ракету Р-7 (на її основі розроблено низку ракет-носіїв).

4 жовтня 1957 під його керівництвом Радянський Союз вивів на навколосезну орбіту перший у світі штучний супутник землі. У 1959 брав участь у підготовці і запуску

автоматичних міжпланетних станцій (АМС) серії «Луна», зокрема «Луна-3», яка передала на Землю фотознімки зворотної невидимої сторони Місяця та «Луна-9», яка здійснила першу в історії м'яку посадку на поверхню Місяця й зробила панорамну зйомку його поверхні.

12 квітня 1961 керував першим в історії польотом людини (космонавт Ю.О. Гагарін) в космос на космічному кораблі (КК) «Восток», який зробив один виток навколо планети й успішно повернувся на Землю. У 1962—63 провів групові польоти КК: «Восток-3» і «Восток-4» (1962) та «Восток-5» і «Восток-6» (1963).

12 жовтня 1964 було виведено на орбіту перший багатомісний КК серії «Восход» з екіпажем на борту. У 1965 він керував польотом КК «Восход-2», під час якого космонавт О.А. Леонов вперше в історії вийшов з корабля у відкритий космос. Очолював розробку і запуски супутників серії «Електрон», «Космос», «Молнія», керував створенням РН серії «Супутник», «Молнія» та «Союз» для запуску пілотованих КК «Союз», запусками АМС «Зонд-3», «Марс-1», «Венера-2», «Венера-3» та ін.

П. С.П. Корольов 14 січня 1966.

За видатний внесок в оборону СРСР і розвиток практичної космонавтики С.П. Корольову присвоєно звання Героя Соціалістичної Праці (1956, 1961), присуджено Ленінську премію (1957), нагороджено Золотою медаллю ім. К.Е. Ціолковського АН СРСР (1958) та ін.

В пам'ять про С.П. Корольова в 1966 АН СРСР заснувала золоту медаль його імені, у багатьох населених пунктах споруджено пам'ятники, встановлено меморіальні дошки і створено музеї, зокрема в Житомирі. Його іменем названо місто, вулиці і площі багатьох країн світу, науково-дослідні судна, високогірний пік на Памірі, перевал на Тянь-Шані, астероїд, кратери на Місяці та Марсі

КОСБЕРГ Семен Аріїнович — російський учений-конструктор в галузі авіа- і ракетного двигунобудування. Н. 14.10.1903 у м. Слуцке (Білорусь).

В 1927—29 навчився в Ленінград. політехн. ін-ті, закінчив Моск. авіаційний ін-т (1930). В 1931—40 працював у Центр. ін-ті авіаційного моторобудування, 1940 — заст. головного конструктора ОКБ заводу №33 і начальник КБ, з 1941 — головний конструктор ОКБ-154 у м. Бердськ Новосибір. обл. П. 3.01.1965.



С.А. Косберг

Під його керівництвом розроблено й запущено в серію агрегат безпосереднього впорскування для авіаційного двигуна АШ-82ФН, що істотно поліпшило льотні характеристики літаків з такими двигунами; створено серійні РРД РД0105 для третього ступеня РН С.П. Корольова, виводила в космічний простір в 1959 АМС «Місяць-1», «Місяць-2» і «Місяць-3». У наступні роки РРД його КБ установлювалися на інших РН, зокрема «Протоні» і «Союзі».

Доктор техн. наук (1959), Герой Соц. Праці (1961). Ленін. пр. (1960). Його ім'ям названо кратер на Місяці [12; 31; 32].

КРОККО Гаetano (Crocso G.) – італійський фахівець в галузі авіації, артилерії, ракетно-космічної науки й техніки, генерал. Н. 26.10.1877 у Неаполі. В 1896 – 1900 навчався в ун-ті в Палермо, 1897–1900 – Артилерійській та Інженерній школах у Турині, 1902 – в ун-ті Льежа (Бельгія). В 1908 заснував Аеродинамічний ін-т, який пізніше став Центром розвитку авіаційної техніки в Італії. В 1920 вийшов у відставку й працював у Міністерстві промисловості Італії, з 1928 очолював Управління конструкторських робіт Міністерства авіації. Одночасно викладав у Рим. ун-ті (з 1926 – проф., 1936–45 і 1948–52 – декан факультету аерокосмічної інженерії). П. 19.01.1968.

З 1907 побудував 31 дирижабль, більша частина яких була використана в Першій світовій війні. Розробив спеціальний зривник для артилерійських і зенітних снарядів і перший гіроскопічний прилад для авіаційної бомби. З 1927 почав працювати ракетній техніці. Займався випробуваннями твердого палива, створенням і випробуванням ракет на ньому, перші серії випробувань провів в 1927–28. З 1929 розробляв РРД, в 1930 разом з Л. Крокко, Д. Гарофолі, К. Ланді й Р. Кореллі створив РРД на чотириокису азоту й бензині, в 1932 з Л. Крокко – рідке однокомпонентне паливо. У наступні роки сконструював різні види РРД, що працювали на однокомпонентному паливі, у т.ч. двигун на стисненому газі для створення тяги під водою, чотиритактний поршневий

двигун з іскровим запалюванням, що працював на парах нітродметану. Вивчав нестійкості в РРД. Запущені на початку 60-х років американські РН (за програмою спільних робіт НАСА й Італійської космічної комісії) використовували його результати. В останні роки в Рим. ун-ті займався теор. питаннями космонавтики (в основному балістики) і астрономії. Засновник Італійського ракетного товариства (1951). Автор понад 50 патентів і близько 200 наукових праць.

Член низки іноземних Академій наук. Його ім'ям названо кратер на Місяці [12].

КРОККО Луджі (Crocso L.) – учений і конструктор в галузі ракетно-космічної науки й техніки. Син Г. Крокко. Н. 2.02.1909 у Палермо (Італія). Закінчив машинобудівний ф-т Рим. ун-ту (1931). Працював в Італії, Франції, США. В 1949–73 – керівник Гуггенхейм. центру реактивного руху й викладач Принстон. ун-ту в США. П. 19.11.1986.

Основна наук. діяльність в галузі теор. аеродинаміки й ракетних двигунів. Розробляв питання газової динаміки, турбулентності, теорії прикордонного шару, вихрових течій газу, процесів горіння, теорії ракетних двигунів. В 1928–39 займався дослідженнями аеродинаміки великих швидкостей і реактивного руху. Один з авторів теорему Фрідмана – Крокко та автор однієї з форм запису рівнянь прикордонного шару (рівняння Крокко), зробив внесок у теорію нестійкості горіння палива в РД. Спільно з Г. Крокко та ін. в 1927–29 створив експериментальні твердопаливні ракети, в 1930 – РРД на чотириокису азоту й бензині. Брав участь у створенні ракети Сатурн-5 і програми «Аполлон» [12].

ЛАНГЕМАК Георгій Еріхович – російський інженер в галузі реактивної й ракетної техніки. Н. 8.07.1898 у Старобельську (нині Луган. обл.). Закінчив Школу мічманів у Петрограді (1917). В 1919 вступив у Червону Армію, служив у береговій артилерії в Кронштадті, з 1922 – помічник начальника артилерії Кронштад. фортеці. Закінчив Військово-технічну академію в Ленінграді (1928) і працював у ГДЛ. В 1933–34 – начальник Ленінград. відділення РНДІ, 1934–37 – заст. директора, головний інженер Відділення. В 1937 заарештований по хибному звинуваченню в «шкідництві» та участі в «антирадянській терористичній організації», 11.01.1938 розстріляний, реабілітований посмертно (1955).



Л. Крокко



Г. Крокко



Г.Е. Лангемак

Разом з *В.А. Артем'євим*, *І.Т. Клейменовим* і *Б.С. Петропавлівським* розробляв реактивні снаряди РС-82 і РС-132 на твердому паливі, згодом використовувані в пускових установках типу «Катюша». В 1933 провів полігонні випробування з землі, морських суден і літаків 9 видів РС різних калібрів. Автор з *В.П. Глушком* першої в СРСР книги «Ракети, їх будова і застосування» (1935), яка узагальнювала досвід конструювання рідини і твердопаливних ракет і визначила перспективи, їх застосування.

Герой Соц. Праці (1991, посмертно). Його ім'ям названо кратер на Місяці (1967) [12; 13].

ЛОРЕН Рене (Lorin R.) – французький інженер-конструктор. Н. 24.03.1877 у Парижі. Закінчив Центр. школу мистецтв і ремесел у Парижу (1901). Працював у транспортній компанії «Compagnie generale des omnibus». П. 16.01.1933.

Дослідження та інженерно-конструкторські розробки в галузі ракетної техніки. В 1908 запропонував використовувати в літаку для «первинного поштоху» реактивний двигун і в 1913 винайшов прямотруменевий повітряно-ракетний двигун. В 1918 висунув ідею створення безпілотної, автоматично керованої, «літаючої бомби» (крилатої ракети), яка могла, досягати швидкості 500 км/год. і нести 200 кг вибухівки [8].

ЛУССЕР Роберт (Lusser R.) – німецький інженер в галузі авіа- і ракетної техніки, льотчик. Н. 19.04.1889 в Ульме. В 1928–32 працював у різних компаніях, 1933–38 – компанії Мессершмітт (з 1934 – начальник КБ), 1938–41 – авіабудівної компанії Хейнкель (начальник відділу). Як пілот брав участь у міжнародних авіаційних конкурсах. В 1941–45 – конструктор компанії Фізелер. В 1945 вивезений у США, в 1957 повернувся в Німеччину, працював у компанії Мессершмітт-Бельков-Блом (1957–63), з 1963 – у компанії Lusser Binding Company. П. 19.01.1969.

Брав участь у створенні серії літаків Мессершмітт – М 37, Вф 108, Вф 109 і важкого ви-

нишувача Вф 110. З 1948 на базі Військово-морського флоту США в Пойнт Мугу працював над створенням крилатих ракет, з 1953 – у ракетному проєкті Редстоун під керівництвом *В. фон Брауна*. Сформулював основні теор. положення теорії надійності, вивів формулу для розрахунку надійності системи з послідовним з'єднанням елементів (закон Луссерар). Поряд з *Ф. Госслау* був творцем (1941–42) бойової керованої крилатої ракети «Фау-1» [19].

МЕЩЕРСЬКИЙ Іван Всеволодович – російський учений-механік. Н. 29.07.1859 в Архангельську. Закінчив Петерб. ун-т (1882) і викладав у ньому; з 1902 – проф., зав. кафедри Петерб. політехн. ін-ту. П. 7.01.1935.

Основні наук. праці в галузі теор. і прикладної механіки, зокрема механіки тіла змінної маси. В 1897–1918 створив загальну теорію руху точки змінної маси для випадків відокремлення або приєднання матеріальних частинок, дав рівняння руху точки, маса якої змінюється в результаті відокремлення й приєднання частинок (рівняння Мещерського). Показав, що при цьому з'являються додаткові сили – реактивна тяга у випадку відокремлення й реактивна сила опору у випадку приєднання частинок. Сформулював зворотні задачі динаміки точки змінної маси, коли по заданих зовнішніх силах і траєкторіям визначається закон зміни маси. Розглянув безліч окремих задач про рух точок змінної маси, в тому числі задачу про висхідний рух ракети й вертикальний рух аеростата. Його теор. дослідження мали основоположне значення для ракетобудування й небесної механіки. Його ім'ям названо кратер на Місяці [12].

НЕБЕЛЬ Рудольф (Nebel R.) – німецький інженер в галузі ракетної техніки. Н. в 1894 у Вейссенбурзі. В 1912–13 – на військовій службі, брав участь у Першій світовій війні, в 1916 став військовим льотчиком (в 1918 – командир ескадрильї). Закінчив Вищу техн. школу в Мюнхені (1919). Працював у фірмі «Сименс» (1919, 1927–29; 1935–37), у КБ у Нюрнберзі (1920) і Берліні (1925–27) з *К. Ріделем*. В 1930 організу-



Р. Луссер



І.В. Мещерський



Р. Небель



Г. Нордунг

вав ракетодром поблизу Берліна. В 1944 займався виробництвом снарядів «Фау-1» у Нордхаузені. В 1963–65 – наук. радник Годесберзького товариства космічних досліджень. П. в 1978.

З 1916 створював бойові порохові ракети проти літаків і запускав їх з далекої дистанції, в 1917 такою ракетою збито англійський літак з відстані 100 м. В 1929 з *Г. Обертом* працював над створенням рідинної ракети, як компоненти палива використовував рідкий кисень і бензин, в 1930 побудував її, успішний пуск відбувся 14.05.1931, вона піднялася на висоту 60 м. В 1931 з *К. Ріделем* запатентував РРД. До кінця 1931 випробував 87 малих ракет. Після Другої світової війни працював над створенням ракет у мирних цілях. Активний популяризатор космонавтики (до 1972 прочитав близько 4000 лекцій), автор мемуарів (1972). Один із засновників Німецького ракетного товариства (1927) і Німецького ракетного товариства міжпланетних сполучень (1927 [19]).

НОРДУНГ (Потоchnik) Герман (Noordung H.) – австро-угорський учений та інженер в галузі ракетно-космічної техніки. Н. 22.12.1892 у м. Кулі (нині – у Словенії). Закінчив Військово-технічну академію в Медлінзі (1913). Учасник Першої світової війни, в 1919 пішов у відставку у званні капітана. Нався в Техн. ун-ті у Відні. П. 27.08.1929.

В 1929 у Берліні опубліковано його книгу «Проблема подорожі у світовий простір. Ракетний двигун», у якій викладено його ідеї й розробки, зокрема розвинено ідеї К.Е. Цюлковського, Г. Оберта й Г. фон Пірке про орбітальну космічну станцію. У книзі, яка містить 100 ілюстрацій, наведено конструкцію такої станції, що складається з трьох блоків: першого, у вигляді обертального з певною кутовою швидкістю колеса (колесо Нордунга) для створення штучної сили ваги, з якого стартували б у далекий космос КК; електростанція; обсерваторія. Тут же містилася ідея стаціонарної орбіти й синхронного ШСЗ, розрахована висота її – близько 40 тис. км. Книгу переведено на ряд мов [8; 12].

ОБЕРТ Герман (Oberth H.) – видатний



Г. Оберт

вчений-конструктор в галузі ракетної техніки й космонавтики. Н. 25.06.1894 у Херманштадті (нині – Сибіу, Румунія). Під час Першої світової війни служив в австро-угорській армії, у лютому 1915 був поранений і після видужання залишений у військовому шпиталі Шессбурга санітаром. Навчався у університетах Німеч-

чини, закінчив Клаузенбурз. ун-т (1923). В 1940–45 працював у Румунії, Австрії, Німеччині, зокрема з 1941 у ракетному центрі Пенемюнде, в 1943 переведений в інший центр, де працював над створенням зенітних ракет на твердому паливі. Після 1945 – консультант з ракетної техніки у Швейцарії, в 1950 переїхав в Італію, де працював над створенням твердопаливних зенітних ракет для італійського флоту, в 1955–58 за запрошенням *В. фон Брауна* – у США (армійський арсенал «Редстоун» у Хантсвіллі), брав участь у космічних дослідженнях, у роботах зі створення першого американського ШСЗ «Експлорер-1», РН «Сатурн» і низки інших ракет. З 1958 жив у Західній Німеччині. П. 29.12.1989.

В 1920 запропонував перший у світі проект двоступінчастої водне-кисневої ракети, перший ступінь якої використовував як паливо «спирт – рідкий кисень». Свої теор. дослідження й проектні розробки оформив як дисертацію, проте в 1922 її відхилили в Гейдельберз. ун-ті. В 1923 видав книгу «Ракета й космічний простір», у якій показано технічну можливість створення великих рідинних ракет, мету їх практичного використання, представлено креслення. Обчислив швидкість ракети, що дозволяла їй подолати притягання Землі, обґрунтував багатоступінчастість ракети, можливість польоту людини в космос у спеціальній кабіні, парашутний спосіб повернення її з орбіти. В 1929 вийшло розширене видання книги – «Шляхи здійснення космічних польотів». Отриманий гонорар дозволив йому фінансувати дослідження рідинних ракет. В 1931 одержав у Румунії патент на ракету з РРД, 7 травня 1937 першу таку ракету запущено під Берліном. Його книги та експерименти сприяли тому, що в 20–30-е роки в Німеччині сформувалася група ентузіастів-ракетників, що започаткувала пошукові ракетні розробки, одержавши підтримку військового відомства. Велике значення надавав медико-біологічному забезпеченню орбітальних польотів, у передвоєнні роки запропонував препарат скополамін як засіб для «відключення» вестибулярного апарату при підготовці до тривалого перебування в невагомості, йому належить ідея використання гідробасейну для імітації невагомості на Землі, винайшов центрифугу з плечем 35 м для створення перевантажень.

Пр. Ено-Пельтри – Гірша (1929), А. Гумбольдта (1962), золота медаль Р. Дизеля та ін. Член багатьох астрономічних товариств. В 1951 Німецьким товариством з досліджування космосу засновано срібну медаль ім. Г. Оберта, в 1963 товариству присвоєно його ім'я [14; 15; 18].

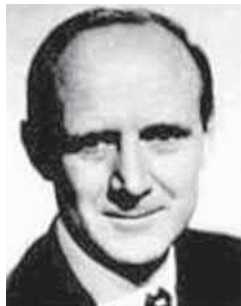
ПЕТРОПАВЛОВСЬКИЙ Борис Сергійович – російський інженер в галузі реактивної й ра-

кетної техніки. Н. 26.05.1898 у Курську. Закінчив Суворів. ракетний корпус у Варшаві (1915) і курси Константинів. артилерійського училища в Петрограді. Відправлений на фронт, де командував однією з зенітних батарей. З 1919 як військовий спеціаліст служив у Червоній Армії. Закінчив Військово-технічну академію в Ленінграді (1929) і був направлений у ГДЛ (в 1930–31 – начальник, замінений як «соціально чужий елемент»). Роботу в ГДЛ поєднував із викладанням у Військово-технічній академії й роботою в ГІРДі. П. 6.11.1933 (за деякими даними загинув на полігоні при випробуванні РС).

Керував розробками РС на ракетному бездимному пороху калібром 82 і 132 мм і великих далекобійних снарядів вагою 118 і 500 кг. За його ініціативи ГДЛ переорієнтувалися з розробки активно-реактивних снарядів на бездимному пороху для штатних артилерійських систем на створення безвідкатних знарядь з пусковими пристроями у вигляді простих ажурних труб для стрільби РС. Запропонував використовувати для стрільби легкі пускові установки власної конструкції, що дозволяли вести вогонь з літаків, танків, автомобілів і з плеча піхотинця. Керував випробуваннями по застосуванню ракетного зброї у винищувальній і бомбардувальній авіації, відпрацьовуванням порохових прискорювачів для літаків. Висунув ідею оснащення гвинтомоторних літаків реактивними стартовими прискорювачами, які дають можливість скоротити розбіг при зльоті й збільшити польотну вагу, застосована на важких бомбардувальниках ТБ-1 і ТБ-3.

Герой Соц. Праці (1991, посмертно). Його ім'ям названо кратер на Місяці [12, 31, 32].

ПІКЕРІНГ Вільям (Pickering W.) – видатний американський учений в галузі ракетно-космічної техніки й космонавтики. Н. 24.12.1910 у Веллінгтоні (Нова Зеландія). Закінчив Каліфорн. політехн. ін-т (1933), в якому в 1936 одержав ступінь доктора фізики й в 1936–76 працював (в 1946–50 – проф. і в 1954–76 – директор Лабораторії реактивного руху). П. 13.03.2004.



В. Пікерінг



Б.С. Петропавловський



Г. фон Пірке



Ю.О. Победоносцев

Дослідження й розробки присвячені створенню балістичних ракет і КА. Розробив ракету «Корпорал» – першу американську балістичну рідинну ракету (1945), на базі якої створено бойову тактичну ракету SSM-G-17 «Корпорал», запущену 1952, і MGM-5 – першу керовану рідинну балістичну ракету з ядерною боеголовкою, перебувала на озброєнні в 1955–64, а також твердопаливну ракету «Сержант». Брав участь у створенні першого американського ШСЗ «Експлорер-1» і супутників серії «Діскавері», розробляв КА серії «Рейджер», запущені в 1961–65 до Місяця, і «Сервейор» (1966–68), ряд КА «Піонер», АМС «Марінер» для вивчення Венери й Марса.

Член НАН США. Медалі НАСА (1965), ім. Р. Годдарда (1965), Т. Едісона (1972), Х. Колумба, Національна медаль за науку (1976) Дж. Уайлда (1957), А. Галабера (1965) та ін. Президент Американського ракетного товариства (1962–63), Міжнародної федерації космонавтики (1964–66) [4; 12].

ПІРКЕ Гвідо фон (Pirquet G. von) – австрійський учений в галузі космонавтики. Н. 30.03.1880 у Відні. Навчався в Політехн. ін-тах Відня й Граца (1898–1902). В 1901–1902 служив вільнонайманим на австро-угорському військово-морському флоті, брав участь у морському поході на Смірну й Салоніки. В 1926 з *Ф. фон Гефтом* створив першу на Заході громадську організацію, що займалася вивченням і пропагандою космонавтики. Наукове товариство висотних досліджень, яке 1931 –замінило Австрійське товариство ракетної техніки. П. 17.04.1966.

Уже в перших статтях з космонавтики (1927–28) узагальнив різні погляди на проблему космічних польотів і розглянув шляхи досягнення позаземних небесних тіл. У роботі «Міжпланетні маршрути» (1928–29) досліджував проблему маси ракетного палива, необхідного для здійснення пілотованих польотів до інших планет, розрахував траєкторію польоту до Венери по еліптичній орбіті, показавши, що на шляху до неї й назад необхідно 97 доби замість 146 (за В. Гоманом), якщо міжпланетний

корабель стартує за межами Землі з орбітальної станції. У вересні 1928 у журналі «Ракета» сформулював основну умову міжпланетних польотів: «Шлях до інших світів лежить через космічну станцію». Ідею космічної станції в 1895 висловив К.Е. Цюлковський, в 1923 розвинув Г. Оберт, але ніхто до Г. фон Пірке не вважав її основною у досягненні небесних тіл. В 30-х рр. опублікував кілька статей, присвячених теорії польоту ракети, ефективності ракетних двигунів, енергетичним витратам при польоті по міжпланетній траєкторії. Запуск АМС «Венера-1» (лютий 1961) до планети Венера проходив по траєкторії, що збігається з його розрахунками 1928.

Почесний президент Австрійського товариства космічних досліджень (1951). Медаль ім. Г. Оберта (1956). Його ім'я присвоєно одному з кратерів на Місяці (1970) [12].

ПОБЕДОНОСЦЕВ Юрій Олександрович – російський учений-конструктор ракетної техніки. Н. 20.02.1907 у Москві. Закінчив Моск. авіаційний ін-т (1930). В 1925–32 працював у Центр. аерогідродинамічному ін-ті, 1932–33 – ГІРДі, 1933–44 – РНДі, 1945–46 у складі групи радянських спеціалістів вивчав у Німеччині трофейну німецьку техніку, зокрема ракету «Фау-2», з 1946 – головний інженер НДІ-88, в 1941–50 – також у МВТУ ім. М.Е. Баумана (з 1948 – зав. кафедрою). П. 8.10.1973.

Дослідження й розробки присвячено внутрішній балістиці ракетних твердопаливних двигунів, створенню РС, іншим напрямкам ракетної техніки. Під його керівництвом і участі в 30-і роки вдосконалювалися РС-82 і РС-132. У теорії горіння порохів у камері ракетного двигуна встановив критерій стійкості горіння (критерій Победоносцева).

Доктор техн. наук (1949), проф. Держ. пр. СРСР (1941). Засл. діяч науки й техніки РСФСР (1967). Чл.-кор. Міжнародної академії астронавтики (1968) [12, 31, 32].

ПОМОРЦЕВ Михайло Михайлович – російський учений і винахідник в галузі ракетної техніки. Н. 12.07.1851 у с. Васильєвщина



М.М. Поморцев



Б.В. Раушенбах

Нижньгородської губ. Закінчив Михайлів. артилерійське училище в Петербурзі (1871) і Академію Ген. штабу (1878). З 1881 викладав у Військово-інженерній академії, з 1885 – Артилерійському училищі й Петербурз. повітроплавальній школі, працював в Аеродинамічній лабораторії в Кучино. П. 19.06.1916.

В 1902–1905 з метою збільшення дальності польоту ракет і купчастості їх падіння розробив і випробував близько 20 типів їх несучих і стабілізуючих поверхонь (стабілізатори, крила та ін.), в 1908 із запропонованим ним стабілізатором домогся збільшення дальності польоту ракети масою 10–12 кг до 8–9 км. Запропонував (1905) проект ракети з двигуном, що працює на стисненому повітрі. Досліджував зв'язок тиску в камері двигуна, швидкості витікання газів і розмірів ракетної порожнини, способів набивання пороху в гільзу та ін. (1907). Розробив проект літака зі змінним кутом зустрічі (кут нахилу крил), що автоматично зберігає стійкість у польоті. Винайшов ряд аеронавігаційних приладів (висотомір, швидкостемір, визначник напрямку руху та ін). Розробив способи створення газодієздатних тканин для аеростатів. Його ім'ям названо кратер на Місяці [12; 32].

РАУШЕНБАХ Борис Вікторович – російський учений-механік, акад. АН СРСР (1986). Н. 18.01.1915 у Петрограді. Навчався в Ленінград. ін-ті інженерів цивільного повітряного флоту, за півтора року до закінчення ін-ту перейшов у РНДі у відділ С.П. Корольова, де почав розробляти питання стійкості польоту ракет. Однак з арештом С.П. Корольова його відсторонили від роботи над рідинними ракетами й він зайнявся теорією горіння в повітряно-реактивних двигунах. В 1941–42 працював на оборонному заводі на Уралі, в 1942–45 перебував в ув'язненні в трудовому таборі в Нижньому Тагілі (через німецькі коріння), звільнений в 1946 і два роки був під наглядом НКВС, в 1948–55 працював у НДІ-1 у М.В. Келдиша, з 1955 – в ОКБ-1 у С.П. Корольова, також з 1948 – у Моск. ун-ті, з 1959 – проф., зав. кафедри Моск. фіз.-техн. ін-ту. П. 27.03.2001.

Наук. дослідження й розробки стосуються процесів керування, механіки космічного польоту, орієнтації космічних апаратів, зокрема систем орієнтації й корекції КА «Венера», «Марс», «Зонд», супутників зв'язку «Молнія». Роботи також відносяться до образотворчому мистецтву й богослов'я, автор книг «Пристрасть» і «Постскриптум».

Ленін. пр. (1960). Чл.-кор. Міжнародної академії астронавтики [18 31, 32].

РІДЕЛЬ Вальтер (Riedel W.) – німецький інженер в галузі ракетної техніки. Н. 5.12.1902. В 1928–34 працював у компанії «Хейландт»,

1929–37 – відповідальний за програму розробки РРД у групі *В. фон Брауна* (полігон Куммерсдорф), 1937–45 – начальник КБ Ракетного центру Пенемюнде. В травні – вересні 1945 перебував у таборі для інтернованих, 1947 емігрував до Англії, 1948–68 працював у Департаменті ракетного руху поблизу Ейлсбері. П. 15.05.1968.

В 1936 з *В. фон Брауном* і *В. Дорнбергером* висунув ідею ракети «Фау-2». У його честь названо кратер на Місяці [19].

РІДЕЛЬ Клаус (Riedel C.) – німецький інженер з ракетної техніки. Н. 2.08.1907 у Вільгельмсхафені. Навчався в Техн. ун-ті в Берліні. Після публічної лекції з ракетної техніки приєднався до групи Товариства міжпланетних сполучень. Надав ферму своєї родини для використання її як випробувального ракетного полігона. Брав участь у багатьох ранніх експериментах з рідинними ракетами. Після розформування товариства 1933 запрошений *В. фон Брауном* для участі у військовій ракетній програмі. Керував випробувальною лабораторією Ракетного центру Пенемюнде, займався розробкою мобільного допоміжного обладнання для ракети «Фау-2». Загинув 4.08.1944 в автомобільній аварії. Його ім'ям названо кратер на Місяці [19].

РУДОЛЬФ Артур (Rudolph A.) – німецький інженер з ракетної техніки. Р. 9.11.1906 у Гамбурзі. В 1928 навчався в Берлін. техн. коледжі, де одержав ступінь бакалавра з машинобудування. В 1930 почав працювати у фірмі «Хейландт» у Берліні, пізніше – у Ракетному центрі Пенемюнде. У серпні 1943, у зв'язку з нальотами англійської авіації виробництво ракет «Фау-2» переведено на об'єкт Міттельверк поблизу Нордхаузена, на підземний завод балістичних ракет у горі Гарц, де став директором виробництва. Після війни вивезений у США, брав участь в американській космічній програмі, з 1961 працював у НАСА. В 1980–84 зазнав перевірки на причетність до військових злочинів, відмовився від американського громадянства й переїхав у ФРН. П. в 1996.

Розробив ракетний двигун, працював на рідкому кисні й етанолі випробуваний 1934, в ході випробувань 3 серпня 1934 через 50 секунд після запалювання розвинув потужність 1,2 кН. Відіграв ключову роль у розвитку «Фау-2». Під час роботи в НАСА брав участь у виробництві бойових ракет «Редстоун» і «Першінг-1А», з 1963 керував виробництвом РН «Сатурн-5» [4, 19].

ТАРТАЛЬЯ Нікколо (Niccolo Tartaglia) – італійський математик. Н. близько 1499 у Бреши. Самостійно вивчав математику, яку потім викладав у Вероні, Бреши, Венеції. П. 13 або 14.12.1557.

У трактатах «Нова наука» (1537) і «Проблеми й різні винаходи» (1546) перший описав траєкторію руху снаряда, показав, що вона криволінійна й максимальна дальність польоту досягається при нахилі стовбура знаряддя під кутом 45° до горизонту. Засновник балістики. Перший переклав на італійську «Почати» Евкліда.

ТІЛІНГ Рейнгольд (Tiling R.) – німецький інженер з ракетної техніки. Н. 13.06.1893 в Абсберзі. Вивчав інженерну справу та електротехніку. На початку Першої світової війни вступив на військову службу (з 1915 – військовий пілот), з 1926 – диспетчер аеропорту Оснабрюк. Дослідження проводив у замку Бонме на гроші меценатів. Загинув 11.10.1933 при вибуху під час пресування зарядів твердого ракетного палива.

Дослідження почав в 1928, розробив кілька експериментальних ракет на чорному поросі з крилами, які розкриваються в повітрі, завдяки чому ракети планували до поверхні Землі. Запустив твердопаливну ракету 13.03.1931 на висоту 1800 м (політ тривав 11 с), 15.04.1931 представив першу поштову ракету, сконструював 6 ракет, одна з яких досягла висоти 750 м. У його честь названо кратер на Місяці [8].

ТІЛЬ Вальтер (Thiel W.) – німецький інженер в галузі РРД. Н. 2.04.1910 у Бреслау (нині Вроцлав, Польща). Працював у групі *В. фон Брауна*. Двигун його конструкції встановлено на ракеті «Фау-2» (стендові випробування його почалися 1941). Висунув ідею ядерного ре-



В. Рідель



К. Рідель



А. Рудольф



Н. Тарталья

активного двигуна. Загинув 17.08.1943 під час повітряного нальоту бомбардувальників ВВС Великої Британії на Пенемюнде [19].

ТИХОМИРОВ Микола Іванович (справжнє ім'я – Злетов Микола Вікторович) – російський інженер з ракетної техніки. Н. у листопаді 1859 у Москві. Закінчив хімічне відділення Моск. ун-ту. Працював помічником директора на сукняній фабриці Товариства братів Бабкіних, головним хіміком цукрових заводів товариства братів Терещенків, у технічній лабораторії Моск. ун-ту та в лабораторії Н.А. Бунге Київ. ун-ту. З 1909 жив у Москві, де організував приватну хімічну лабораторію. В 1921–30 – директор ГДЛ. П. 28.04.1930.

З 1894 займався створенням РС. В 1912 запропонував проєкт снаряда реактивної дії («саморушної міни»). У ГДЛ за його участі інтенсифікувалися дослідження зі створення ракетних снарядів на бездимному пороху. Було виготовлено піроксилінові шашки на летучому розчиннику, розроблені І.П. Граве, рецептуру реактивного пороху на нелетучому розчиннику, безпосередньо розпочато розробку РС. В 1926–27 провів комплекс випробувань з внутрішньої балістики, виготовлено дослідні зразки корпусів РС. В останні роки життя зайнявся дослідженнями закономірностей горіння пороху в камерах із соплом та експериментальним відпрацюванням основних елементів ракет.

Герой Соц. Праці (посмертно, 1991). Його ім'ям названо кратер на Місяці [8, 12].

ТИХОНРАВОВ Михайло Клавдійович – російський учений та інженер-конструктор ракетно-космічної науки й техніки. Н. 29.07.1900 у Володимирі. Закінчив Ін-т інженерів Червоного повітряного флоту (1925, нині – Військово-повітряна академія ім. М.Є. Жуковського) і працював на ряді авіаційних підприємств; в 1932–34 – начальник бригади ГІРДа в Москві, 1934–40 – відділу й 1940–46 – групи в РНДІ, НДІ-1 (в 1945–46 у складі групи радянських спеціалістів у Німеччині досліджував трофейну

німецьку техніку, зокрема ракету «Фау-2»), в 1946–56 працював у НДІ-4, з 1956 – начальник відділу проєктування ШСЗ, КК і КА в ОКБ-1 С.П. Корольова, також викладав у Моск. авіаційному ін-ті (з 1962 – проф.). П. 4.03.1974.

Керував розробкою першої радянської ракети на гібридному паливі, запущеної 17.08.1933. З 1938 займався дослідженнями РРД, розробкою рідинних балістичних ракет для вивчення верхніх шарів земної атмосфери, РС, з кінця 40-х років дослідженнями складених ракет, зокрема їх конструктивно-балістичних параметрів і методів розрахунку траєкторій. У доповіді «Ракетні пакети й перспективи їх розвитку» (1950) виклав ідеї про багатоступінчасті балістичні ракети й вперше обґрунтував найближчим часом можливість створення ШСЗ, у т.ч. з людиною на борту. Розглядав також питання про бойові багатоступінчасті ракети. В 1954 зі співробітниками запропонував програму дослідження космосу, що включала обґрунтування можливості запуску ШСЗ, пілотованих КК і космічних станцій, висадку на Місяць, брав участь у створенні й запуску першого ШСЗ і першого пілотованого КК із космонавтом Ю.О. Гагарінім, розробці низки міжпланетних КА, а також пілотованого КК до Марса.

Доктор техн. наук (1958), проф. Герой Соц. Праці (1961). Ленін. пр. (1957). Засл. діяч науки й техніки РСФСР (1970). Чл.-кор. Міжнародної академії астронавтики (1968) [16, 31, 32].

УНГЕ Вільгельм (Unge W.) – шведський конструктор ракетної техніки. Н. в 1845 у Стокгольмі, де закінчив Технолог. ін-т (1866), почавши військову кар'єру (Військовий ін-т, Генштаб). Однак незабаром повністю переключився на винахідницьку діяльність. В 1891 познайомився з А. Нобелем, який зацікавився його ідеями й створив з ним в 1892 фірму «Марс» для розробки й продажу винаходів в ракетній галузі, і фінансував. П. в 1915.

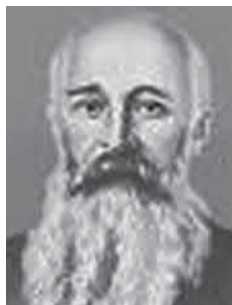
Зробив значний внесок у практичне ракетобудування. В 1896 здійснив пуск сконструйованої ним ракети на бездимному пороху (у складанні



Р. Тілінг



В. Тіль



М. Тифоміров



М.К. Тихонравов

рецептур порохів йому допомагав А. Нобель. Однак незабаром у зв'язку з його низькою якістю від нього відмовився й став використовувати чорний порох. Перший використав (1896–97) у ракетах сопла Лаваля, які забезпечували витікання газів з надзвуковою швидкістю й стабілізацію їх у польоті. В 1905 розробив бойові ракети, що запускалися з похилих напрямних і стабілізувалися у польоті обертанням. Деякі з них були довжиною 2,34 м і масою 364 кг, включаючи 116 кг пороху й 58 кг вибухової речовини. Корпуси ракет виготовляв зі сталі. Запропонував використовувати ракети в стаціонарних, пересувних і переносних пускових установках. Вирішив проблему зберігання палива в корпусі ракети (1903). Працював також над поліпшенням методів виробництва ракет, здешевленням виготовлення їх корпусів [8; 12].

ЦАНДЕР Фрідріх Артурович – видатний російський учений і винахідник в галузі ракетної науки й техніки. Н. 23.08.1887 у Ризі (Латвія). Закінчив Вище техн. училище в Данцизі (1907) і Ризький політехн. ін-т (1914). В 1914–15 працював на ризькому заводі «Провідник», 1915–26 – на моск. авіа моторному заводі «Мотор», 1926–30 – у ЦКБ Авіаційного тресту, 1930–31 – Центр. ін-ті авіаційного моторобудування. В 1931 брав участь в організації ГІРДа і з С.П. Корольовим очолював роботу його моск. відділення (МосГІРД), з 1932 – керівник бригади виробничої частини ГІРД, викладав у Моск. авіаційному ін-ті (1930–31). П. 28.03.1933.

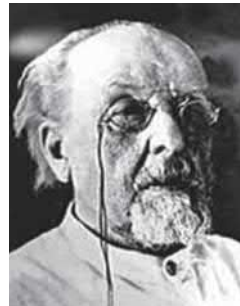
Основні напрямки наукової діяльності присвячено теорії міжпланетних польотів, вибору палива й розрахунку реактивних двигунів різних типів, пристрою КА. В 1908 опублікував першу роботу, присвячену міжпланетним подорожам, розглянув у ній питання конструювання КА, рушійної сили, життєзабезпечення людини в космічному польоті. Вперше висловив думку про використання елементів конструкції міжпланетного корабля як пальне (1909). В 1912 довів можливість виходу КА на навколо сонячну орбіту. Вивчаючи динаміку космічного польоту дійшов ідеї відкидання (незалежно від *Р. Годдарда*, 1909) і спалювання відпрацьованих ступенів ракети. В 1915–17 виконав експерименти з систем життєзабезпечення. В 1921 представив проект міжпланетного «корабля – аероплана». Вперше запропонував КК як поєднання аероплану з космічним ЛА й рідинної ракети якості кінцевого ступеня корабля. У тому ж році розробляв проблеми використання Місяця й попутних планет (їх гравітаційного поля або атмосфери) для збільшення швидкості польоту на інші планети, а також спуску КА з гальмуванням в атмосфері планети. В 1923–24 розробляв різні комбінації літака й ракети.

В 20-е рр. поряд з дослідженнями проблем міжпланетних сполучень займався роз-

робкою теорії й розрахункам двигунів КА. Виконав низку розрахунків ефективності реактивних двигунів різних схем. В 1929–32 побудував і випробував ОР-1 з тягою 1, 42 Н, що працювала на стисненому повітрі й бензині, 1931–33 спроектував РРД ОР-2 на рідкому кисні й бензині, розробив першу вітчизняну ракету «ГІРД-Х» на рідкому паливі, запущену 25.11.1933. Займався розробкою космопланів, ідеї яких втілилися в життя в 1988 («Шаттл», США; «Буран», СРСР). Розглядав використання тиску сонячного світла для забезпечення транспортування вантажів у космосі («сонячне вітрило»), життєзабезпечення в космосі й протиметеоритний захист, створення пакетної схеми ракет (реалізована в трохи іншій формі в РН «Восток»), знаходження енергетично оптимальних траєкторій перельоту до інших планет. Автор праці «Проблема польоту за допомогою реактивних апаратів» (1932). Його ім'ям названо кратер на Місяці [17, 24, 25, 32].

ЦІОЛКОВСЬКИЙ Костянтин Едуардович – видатний російський учений і винахідник у галузі ракетодинаміки, основоположник теоретичної космонавтики. Н. 5.09.1857 у с. Іжевське (нині Рязан. обл., Росія). У дитинстві після хвороби повністю втратив слух і з 14 років займався самоосвітою. З 16 до 19 років жив у Москві, вивчав у бібліотеці Румянцев. музею фізико-математичні науки в обсязі середньої й вищої школи. Після повернення з Москви екстерном склав іспит у Рязан. гімназії на звання вчителя повітських училищ (1879). В 1879–82 жив і працював у с. Боровське Калуз. губ., 1892–21 викладав фізику й математику в Калузі, займався науковою роботою. П. 19.09.1935.

В 1897 побудував першу в Росії аеродинамічну трубу, розробив методику експериментів з нею, 1900 зробив продувки найпростіших моделей, визначивши коефіцієнт опору кулі, плоскої пластинки, циліндра, конуса та інших тіл. З 1896 займався теорією руху реактивних апаратів, зокрема заклав основи теорії й принципову схему РРД, запропонував низку схем



К.Е. Циолковский



В.М. Челомей

ракет далекої дії й ракет для міжпланетних подорожей. В 1903 опублікував статтю «Дослідження світових просторів реактивними приладами», в якій запропонував проект рідинної ракети, обґрунтував теорію її польоту. 1907 побудував теорію реактивного руху (про можливість використанні реактивного руху для переміщення в космосі писав ще в 1883). Після 1917 працював над створенням теорії польоту реактивних літаків, запропонував схему газотурбінного двигуна, в 1932 розробив теорію польоту реактивних літаків у стратосфері й схеми пристрою літаків для польоту з гіперзвуковими швидкостями. Його дослідження показали можливість досягнення космічних швидкостей і здійснення міжпланетних польотів. Перший розв'язав задачу про рух ракети в неоднорідному полі тяжіння, обчислив необхідні запаси палива для подолання сил опору атмосфері Землі, розглянув посадку КА на поверхню планети, позбавленої атмосфери. Вивів формулу, яка дає можливість оцінювати вплив параметрів ракет, у т.ч. багатоступінчастих, на їх швидкість і дальність польоту (формула Ціолковського). В 1926–29 розробив теорію багатоступінчастих ракет, висловив ідею створення навколосезних орбітальних станцій як штучних поселень, які використовують енергію Сонця, і проміжних баз для міжпланетних сполучень, розглянув медико-біологічні проблеми тривалих космічних польотів. Запропонував газові рулі (з графіту) для керування польотом ракети, використання компонентів палива для охолодження зовнішньої поверхні КК під час входження його в атмосферу Землі, стінок камери згоряння й сопла РРД; насосну систему подачі компонентів палива; оптимальні траєкторії спуска КА при поверненні з космосу й ін. Дослідив значну кількість різних окислювачів і пального для РРД, рекомендував паливні пари – рідкий кисень з вуглеводнів та ін.

В 1954 АН СРСР засновано золоту медаль ім. К.Е. Ціолковського. Його ім'ям назвало кратер на Місяці [11, 17, 26–29].

ЧЕЛОМЕЙ Володимир Миколайович – видатний конструктор ракетно-космічної техніки, вчений у галузі механіки, динаміки стійкості складних коливальних систем процесів управління, чл.-кор. АН СРСР (1958), акад. АН СРСР (1962), Міжнародної академії астронавтики (1974). Н. 17 (30) червня 1914 в м. Седльці (сучасна Польща) у родині вчителів. Після початку Першої світової війни сім'я Челомерів переїхала до Полтави.

Закінчивши у 1929 7-річну школу м. Полтави, вступив до Київського автомобільного технікуму. З 1932 навчався на авіаційному факультеті Київського політехнічного інституту (цей факультет у 1933 було перетворено на Київський авіаційний інститут (КАІ)).

Водночас у студентські роки він публікує понад 20 наукових статей, під час проходження практики на Запорізькому моторобудівному заводі (нині АТ «Мотор-Січ») він знаходить причини поломок двигунів і дає рекомендації щодо їх усунення, читає лекції з теорії коливальних інженерів і конструкторів заводу та проводить перші дослідження з конструкції пульсуючого повітряно-реактивного двигуна (ПРД), теорію якого почав розробляти.

Достроково закінчивши КАІ у 1937, працював в Інституті математики АН УРСР, у 1939 захистив кандидатську дисертацію за темою: «Динамічна стійкість елементів авіаційних конструкцій», у 1939–1941 – старший викладач механіки і теорії авіаційних двигунів КАІ, у 1940–41 – наймолодший докторант при АН СРСР (1 червня 1941 захистив докторську дисертацію, але її затвердженню у ВАК перешкодила Друга світова війна). Новий захист дисертації відбувся у 1951 в МВТУ ім. М.Е. Баумана. У 1952 вченому присвоєно звання професора.

Влітку 1941 В.М. Челомей призначено керівником групи реактивних двигунів Центрального інституту авіаційного моторобудування (ЦІАМ) у Москві, у 1944 – Головним конструктором і директором дослідного авіаційного заводу №51 (до 1953). У 1955–59 він Головний конструктор, у 1959–1984 – Генеральний конструктор ОКБ-52, ЦКБ машинобудування, НВО машинобудування (м. Реутов Моск. обл.).

Наукові праці вченого стосуються багатьох проблем прикладної математики, стійкості пружних систем, теорії коливальних складних динамічних систем з нелінійними і періодично змінюваними параметрами, теорії нелінійних пневматичних і гідравлічних сервомеханізмів, теорії двигунів і інших машин.

Під керівництвом науковця було створено перший в СРСР пульсуючий ПРД, який встановлювався на низці літальних апаратів, розроблено перші радянські крилаті ракети (крила яких вперше у світі розкривалися у польоті), бойові ракетні комплекси УР-100, що забезпечили паритет між СРСР та США у галузі ракетно-ядерної зброї, УР-200, потужна РН «Протон» (УР-500), супутники оборонного призначення, космічні апарати «Протон», «Польот», зокрема «Польот-1», який вперше у світі був маневруючим, орбітальні станції серії «Алмаз» (перейменовані у «Салют»), перша з яких «Салют-2» злетіла 3 квітня 1973, транспортний КК «Космос-1267» та ін.

У 1960 В.М. Челомей заснував кафедру «Динаміка машин» МВТУ, якою керував до кінця свого життя. Він першим об'єднав курсове та дипломне проектування з конкретними задачами виробництва, що сприяло досконалому вивченню студентами не тільки

працездатності свого виробу, а й технології його виготовлення. Створені вченим у МВТУ наукові школи - «нелінійна механіка» та «динаміка ракет та космічних літальних апаратів» сприяли вихованню нових вчених, багато з яких стали його однодумцями.

П. В.М. Челомей 08 грудня 1984, похований у Москві.

За видатні досягнення в науці вчений отримав звання Героя Соціалістичної Праці (1959, 1963), був Лауреатом Ленінської (1959) і трьох Державних (1967, 1974, 1982) премій СРСР, його відзначено золотими медалями ім. К.Е. Ціолковського АН СРСР (1958), ім. М.С. Луковського АН СРСР «За крашу роботи з теорії авіації» (1964) та ім. О.М. Ляпунова АН СРСР «За видатні праці у галузі математики і механіки» [35].

ШТЕЙНГОФ Ернст (Steinhoff E.) – німецький учений в галузі ракетної техніки. Н. 12.02.1908 у м. Трейза. Закінчив Вищу техн. школу в Дармштадте. (1933), де 1940 одержав також ступінь доктора прикладної фізики. В 1933–39 – начальник відділів у НДІ в Дармштадті, 1939 – травень 1945 – відповідальний за розробку й тестування систем керування й наведення ракет в Дослідному ракетному центрі Пенемюнде. У травні 1945 у ході американської операції «Скрипка» в складі групи німецьких ракетників вивезений у США. В 1945–49 – начальник секції відділу у Форті Блісс (штат Техас), 1945–56 і 1963–72 – на базі Холломан ВВС США (штат Нью-Мексико) (в 1956–63 працював в аерокосмічній промисловості). П. 2.12.1987.

Дослідження й розробки присвячено системам наведення, керування й контролю польоту ракет, обробці значень приладів, дослідженню позаземних ресурсів, зокрема Марса. Є піонером в галузі систем наведення ракет. В 1979 включений до експозиції Міжнародного космічного залу слави Музею історії космосу в Нью-Мексико [19].

ШТЕРНФЕЛЬД Арі Абрамович – російський учений в галузі космонавтики. Н. 14.05.1905 у м. Серадзе (Польща). Навчався в Краків. ун-ті

(1923–24), закінчив ун-т у Нансі (1927), докторант у Сорбоні (1928–31). В 1935 захопився ідеями соціалізму і переїхав у СРСР, в 1935–37 – ст. інженер РНДІ, 1941–44 – учитель металургійного технікуму в м. Серові Свердлов. обл., з грудня 1944 – у Москві, де, не маючи постійної роботи, перебивався нерегулярними заробітками, публікував статті переважно в науково-популярних виданнях, виступав з лекціями на космічну тематику. П. 5.07.1980.

У монографії «Вступ до космонавтики» (1934 (франц.); 1937 і 1974 (рос.) вперше дав систематичне викладення космічних проблем, зокрема розрахував безліч енергетично вигідних траєкторій польоту КА, запровадив поняття космічних швидкостей і їх значення, терміни «космонавтики», «перша космічна швидкість», «космодром», застосовував теорію відносності при аналізі космічних польотів. В 1956 вийшла в світ його книга «Штучні супутники Землі», яка в наступні два роки перевидавалася 25 разів у 18 країнах, в 1959 – наступна книга «Від штучних супутників до міжпланетних польотів». Його наукові й науково-популярні праці видавалися на 40 мовах в 39 країнах світу.

Доктор техн. наук (1965, без захисту дисертації). Засл. діяч науки й техніки РСФСР (1965). Міжнародна пр. з астронавтики (1934), пр. ім. А. Галабера (1962) [12].

ШТЮЛІНГЕР Ернст (Stuhlinger E.) – учений в галузі ракетно-космічної науки й техніки. Н. 19.12.1913 в Niederrimbach (нині частина Крегмінга, Вюртемберг). В 1936 одержав ступінь доктора фізики в Тюбінген. ун-ті, в якому працював, 1939–41 – у Берлін. техн. ун-ті. В 1941–43 брав участь у війні на сході – у битві під Москвою та Сталінградській битві, був поранений. В 1943–45 працював у Ракетному центрі Пенемюнде в галузі систем наведення ракет; 1945–50 – у Форті Блісс (штат Техас, США), 1950–60 – директор керування науково-дослідними роботами Редстоунівського арсеналу в Хантсвіллі, 1960–68 – зав. лаб., 1968–75 – заст. директора Космічного центру ім. Дж. Маршалла НАСА, 1976–96 – проф. ун-ту Алабами в Хантсвіллі. П. 25.05.2008.

Наукові дослідження й розробки присвячено вдосконаленню систем наведення ракет, фізиці космосу, детекторам заряджених частинок, іонним двигунам, плануванню космічних досліджень, астрономічним програмам. Брав участь у роботах, пов'язаних з першим американським штуч-



Е. Штейнгоф



А.А. Штернфельд



Е. Штюлінгер

ним супутником Землі «Експлорер-1», іонними двигунами для космічних польотів (автор книги «Іонний двигун», 1964 р.), підготовці й випуску двотомника «Вернер фон Браун», був технічним консультантом по трьох фільмах про космос.

Пр. ім. А. Галабера та ін. Товариством електричних двигунів засновано медаль його імені [4, 19].

ЛІТЕРАТУРА

- Wayne Biddle. Dark Side of the Moon: Wernher von Braun, the Third Reich, and the Space Race. — New York: W. W. Norton, 2009.
- Бубнов Н.И. Роберт Годдард. — М.: Наука, 1978.
- Валье М. Полет в мировое пространство как техническая возможность. — М. — Л., 1936.
- Волков Е.Б., Филимонов А.А., Бобырев В.Н., Кобяков В.А. Межконтинентальные ракеты СССР (РФ) и США. История создания, развития и сокращения. — М., 1996.
- Глушко В.П. Путь в ракетной технике. Избранные труды. 1924–1946. — М., 1977.
- Глушко В.П. Развитие ракетостроения и космонавтики в СССР. — 2-е изд. — М., 1981.
- Дорнбергер В. Фау-2. — м.: Центр полиграф, 2004.
- Из истории ракетной техники. — М., 1964.
- Кондратюк Ю.В. Завоевание межпланетных пространств. — Новосибирск, 1929; Даценко А.В., Прищепа В.И. Юрий Васильевич Кондратюк. — М.: Наука, 1997.
- Константинов К.И. О боевых ракетах. — СПб, 1864.
- Космодемьянский А.А. Константин Эдуардович Циолковский. — М., 1976.
- Космонавтика. Энциклопедия. — М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1985.
- Лангемак Г.Э., Глушко В.П. Ракеты, их устройство и применение. — М.— Л.: ОНТИ, 1935.
- Оберт Г. Пути осуществления космических полетов. — М., 1948.
- Пионеры ракетной техники: Гансвидт, Годдард, Эно-Пельтри, Оберт, Гоман. — М.: Наука, 1977.
- Пионеры ракетной техники: Ветчинкин, Глушко, Королев, Тихонравов. — М.: Наука, 1972.
- Пионеры ракетной техники: Кибальчич, Циолковский, Цандер, Кондратюк. — М.: Наука, 1964.
- Раушенбах Б.В. Герман Оберт. — М.: Наука, 1993.
- Славин С. Н. Секретное оружие Третьего Рейха. — М.: Вече, 1999.
- Сонкин М. Е. Русская ракетная артиллерия. — 2-е изд. — М., 1952.
- Творческое наследие академика С.П. Королева. Избранные труды и документы. — М.: Наука, 1980.
- Україна космічна. — К.: Спейс-Інформ, 2008.
- Храмой А.В. Константин Иванович Константинов. — М. — Л., 1951.
- Цандер Ф.А. Проблема полета при помощи реактивных аппаратов. Межпланетные полеты. — 2-е изд.— М, 1961.
- Цандер Ф.Л. Из научного наследия. — М., 1967.
- Циолковский К.Э. Избранные труды. — М., 1962.
- Циолковский К.Э. Исследование мировых пространств реактивными приборами. — М., 1967.
- Циолковский К.Э. Космические ракетные поезда. — М., 1977.
- Циолковский К.Э. Реактивные летательные аппараты. — М., 1964.
- Черняк А.Я. Николай Кибальчич — революционер и ученый. — М., 1960.
- Черток Б.Е. Ракеты и люди. — 2-е изд. — М.: Машиностроение, 1999. — 4 т. 32.
- Шипов Б.В. Отечественное ракетостроение. — М., 1967.
- Эно-Пельтри Р. Космические полеты (Астронавтика). — М., 1950.
- Татарчук В.В. Ф.Р. Гешвенд — винахідник літального апарата з реактивним двигуном // Наука і наукознавство, 2015, №1, с. 115–122.
- Генеральный конструктор академик В.Н. Челомей. — М.: Воздушный транспорт, 1990.

*Ю.О. Храмов, Г.Г. Костюк,
Ю.І. Мушкало*

Створення ядерно-ракетної зброї і початок військового протистояння між США та СРСР (1945—1957).

Створення атомної і термоядерної зброї (1945—1956)

У грудні 1938 р. у ядерній фізиці зроблено відкриття, що вплинуло на хід цивілізаційного розвитку людства. У результаті опромінення ядер урану нейтронами, тоді останнього в таблиці хімічних елементів, німецькі фізико-хіміки О. Хан і Ф. Штрассманн виявили в продуктах реакції елемент середньої частини таблиці хімічних елементів — барій [1]. Правильну інтерпретацію дослідів Хан — Штрассманна дали Л. Мейтнер і О. Фріш вже в січні—лютому 1939 р. як результат поділу ядра урану під дією нейтронів, розвал ядра, майже навпіл, вважаючи його новим типом ядерної реакції. Цю концепцію поділу відразу було підтверджено експериментально О. Фрішем, який до того ж показав вибуховий характер реакції з величезним виділенням енергії [1]. Тоді ж до подібних результатів дійшов і Ф. Жолю-Кюрі. В кінці січня 1939 р. ефект поділу урану нейтронами відтворив Е. Фермі в США і підтвердив вибуховий характер реакції [2].

У березні 1939 р. трьома групами фізиків, під керівництвом відповідно Ф. Жолю-Кюрі, Л. Сциларда і Е. Фермі, експериментально показали утворення в реакції поділу вторинних нейтронів, важливих для забезпечення в урані ланцюгової ядерної реакції поділу, незабаром визначили і їх кількість на один акт поділу. Тоді ж Е. Фермі в Міністерстві військово-морських сил США групі вчених і експертів відомства розповідав про можливість здійснення керованої ланцюгової ядерної реакції на повільних нейтронах (в ядерному ре-

акторі) і неконтрольований, вибуховий, — на швидких (в атомній бомбі) [2].

Ідея ядерної бомби ставала все реалістичнішою, і в серпні 1939 р. її виклав А. Ейнштейн у листі президенту США Ф. Рузвельту, в якому зазначалося, що в найближчому майбутньому в урані можна буде викликати ядерну ланцюгову реакцію розподілу, що призведе до створення нового типу бомб, і зверталася увага на можливість подібного роду розробок у Німеччині (у вересні 1939 р. вона та її сателіти розпочали Другу світову війну). Реакцією на лист стало створення в США в кінці 1939 р. Уранового комітету для дослідження питань щодо урану, а в серпні 1942 р. у введенні армії організовано Манхетенський інженерний округ на чолі з генералом Л. Гровсом [3]. У дію було приведено величезні матеріальні, науково-технічні, промислові та людські ресурси, почалася реалізація комплексної багатоцільової науково-технічної програми (Манхетенський проект), кінцевою метою якої було створення атомної бомби.

Перші місяці 1939 р. започаткували і широкі теоретичні дослідження процесу поділу. До кінця року Н. Бор і Дж. Уілер, виходячи з моделі ядра як рідкої краплі, докладно розглянули механізм поділу й супутні йому ефекти, зокрема, дали оцінку енергії, що виділяється при поділі важкого ядра, походження вторинних нейтронів, поділ тепловими і швидкими нейтронами, передбачили спонтанний поділ ядер урану та ін. Теорію поділу ядер на основі краплинної моделі ядра не-

залежно побудував і Я. І. Френкель. Було також встановлено, що до поділу повільними нейтронами схильне ядро урану-235, якого в природному урані міститься 0,7%, поширений же уран-238 ділиться тільки швидкими нейтронами.

Хоч тоді ще не можна було дати відповідь на конкретні питання, пов'язані зі створенням бомби, і взагалі відповісти, коли буде здійснено ланцюгову ядерну реакцію, проте вже, влітку 1940 р. чітко сформульовано завдання, визначено критичні розміри урану, хоч оцінки, одержані вченими, суттєво різнилися. Також здавалося ймовірним, що із застосуванням різних речовин як поглиначів нейтронів, можна досягти керування ядерним ланцюговим процесом. Однак при цьому існував значний технологічний розрив між одержанням контрольованої ланцюгової реакції поділу і використанням некерованої ланцюгової реакції в атомній бомбі для атомного вибуху, ефективність якого вимагала надзвичайно швидкого протікання реакції. Правда, вчені розуміли, що одержання контрольованої реакції на повільних нейтронах буде попереднім, але необхідним етапом на шляху створення атомної бомби.

Як писав у 1945 р. в звіті про розробку атомної бомби Р. Сміт, «загальна теорія ланцюгової реакції для повільних нейтронів до кінця 1941 р. була цілком зрозумілою. Залишалися невизначеними тільки числові константи і технологічні можливості. Було також значно розвинено теорію реакції на швидких нейтронах в урані. Зокрема, проведено нові оцінки критичних розмірів і передбачено, що, можливо, 10% повної енергії звільниться у вигляді вибуху. Виходячи з цієї оцінки, 1 кг U-235 повинен бути еквівалентним 2000 тонам тринітротолуолу» [4, с. 75].

Слід зазначити, що дослідження науковців були зосереджені і на альтернативному урану-235 розщеплюваному елементі — плутонію-239. У лютому 1940 р. його одержано в мікроскопічних кількостях у Каліфорнійському університеті в Берклі Е. Мак-Мілланом, Р. Сиборгом, Дж. Кеннеді і А. Валем і в березні 1941 р. доведено, що він ділиться тепловими нейтронами, через кілька місяців — і швидкими, тобто було показано, що плутоній-239 може служити ядерною вибухівкою (Р. Сиборг, Е. Сегре, Дж. Кеннеді).

У кінці 1939 р. намітилися два підходи на шляху здійснення ланцюгової ядерної реакції поділу. Перший полягав у необхідності виділення з природного урану — урану-235, відповідального за процес поділу урану повільними нейтронами. Одержання його в достатній кількості і високої чистоти, для якого вже було розраховано критичну масу (Ф. Перрен, Дж. Чедвик, Р. Пайєрлс, Я.Б. Зельдович, Ю.Б. Харітон і ін), думали легко приведе до здійснення ланцюгової реакції поділу. Інший підхід передбачав використання природного урану. Однак при цьому його необхідно було розмістити таким чином, щоб, незважаючи на значне паразитне поглинання нейтронів ураном-238, все ж досягти позитивного балансу нейтронів поділу, тобто зробити можливою ланцюгову ядерну реакцію в природному урані. Е. Фермі і його група в Колумбійському університеті були прихильниками другого підходу.

До весни 1941 р. накопичено достатньо відомостей про деталі ядерного ланцюгового процесу, різні фактори, що впливають на нього, способи зведення до мінімуму небажаних ефектів. Частково працюючи самостійно і співпрацюючи з Л. Сцилардом, Ю. Вігнером і іншими, Е. Фермі побудував теорію ланцюгової реакції в гратці з урану і гра-

фіту і вже навесні 1941 р. викладав групі своїх співробітників її основи, в тому числі формулу для коефіцієнта розмноження нейтронів. Результати експериментів на урані і графіті свідчили про реальність ланцюгової ядерної реакції в системі з природного урану і графіту, однак за умови застосування заходів проти небажаних втрат нейтронів.

Над вирішенням здійснення керованої ланцюгової ядерної реакції поділу в США, крім групи Е. Фермі, працювали й інші групи фізиків. На початку 1942 р. їх об'єднали в Металургійну лабораторію Чиказького університету, яку очолив А. Комптон. Першочерговими завданнями її були: створення ядерного реактора на природному урані й графіті та здійснення в ньому керованої ланцюгової ядерної реакції; хімічне виділення плутонію, утворюваного в реакторі в результаті реакції; одержання теоретичних і експериментальних даних для реалізації вибухової ланцюгової ядерної реакції з ураном-235 або плутонієм-239. Кінцевою метою Лабораторії була розробка технології промислового виробництва плутонію-239 для його використання в атомних бомбах. Питаннями ланцюгової реакції займалася експериментальна група фізиків-ядерників на чолі з Е. Фермі, хімією плутонію і методами поділу – хімічна група, очолювана Ф. Спіддингом (в подальшому С. Аллісоном і ін.), проектуванням промислових реакторів – теоретична група під керівництвом Ю. Вігнера. Трохи пізніше Металургійна лабораторія ввійшла в Манхеттенський проект [3, 4].

Невдовзі Е. Фермі на якісно новому рівні і в більшому масштабі продовжив експоненціальні експерименти. До осені 1942 р. виробництво матеріалів необхідної якості налагодилося, відповідно змінилися і результати експоненційних експериментів, які вже свідчили, що, застосовуючи матеріали високої яко-

сті, можна побудувати установку, в якій «пішла» б ланцюгова реакція. У червні 1942 р. з експоненційних експериментів був одержаний коефіцієнт розмноження $k > 1$, в цей час почалися і розробки конструкції атомного котла (реактора). В звіті від 26 листопада 1942 р. «Здійсненність ланцюгової реакції» Е. Фермі пише, що використання урану у вигляді металу може підняти k до 1,07, і робить однозначний висновок про реальність одержання самопідтримуючої ланцюгової реакції поділу. Тут же йдеться про важливість розробки методів керування реакцією, здатних підтримувати роботу системи на необхідному рівні виділення енергії, і про доцільність, крім керуючих стержнів, мати ще кілька аварійних, що спрацьовують при зростанні інтенсивності вище встановленої межі, а в разі котлів з великим енерговиділенням передбачити також пристрій для заповнення системи рідиною або газом, що сильно поглинають нейтрони, і спрацьовує при відмові аварійних механізмів [2, с. 144–149].

14 листопада 1942 р. прийнято рішення будувати урановий котел в центрі Чикаго. Почалася безпосередня збірка котла, хоч підготовчі роботи розгорнулися ще в жовтні під керівництвом Г. Андерсона і В. Зінна при загальному нагляді Е. Фермі. Спорудження котла зайняло понад місяць. Коли поклали 57-й шар, було встановлено, що котел, якщо прибрати останній кадмієвий стержень, досягне критичності. 2 грудня 1942 р. його було повністю висунуто, і одержано самопідтримувальну ланцюгову ядерну реакцію [2, с. 153–181].

Перший урановий котел CP-1 Е. Фермі відразу ж використав для вивчення його характеристик і проведення фізичних досліджень, зокрема, вимірювання перерізів поглинання нейтронів. Після тримісячної роботи котла вчені й конструктори мали достатню

кількість даних, які свідчили, в якому напрямку і як вести його перебудову з метою удосконалення. Побудований з їх урахуванням другий урановий котел CP-2 вже в середині березня 1943 р. досяг критичності. Тут першочерговими завданням Е. Фермі і його співробітників було проведення досліджень, пов'язаних з розробкою й випробуванням захисту від радіації для потужних промислових реакторів. Одержані результати дозволили запропонувати досить задовільні рекомендації захисту майбутніх промислових реакторів.

Ще на початку 1941 р. чітко визначилися і два напрямки, що вели до створення атомної бомби: розділення ізотопів урану, тобто виділення з природного урану-235, й одержання в ядерному реакторі плутонію-239. Причому їх необхідно було мати в великих кількостях. Хоч до кінця 1941 р. ланцюгової реакції поділу не було одержано, уран-235 не виділено в помітних кількостях, а плутоній-239 одержано тільки в мікроскопічних дозах, проте, розглядалися технічні питання їх промислового виробництва. До того ж існував великий відсоток впевненості, що практично можливо здійснити критичну масу бомби.

Величезне значення мала також розробка проблеми виділення рідкісного ізотопу — урану-235 з природного різними методами: електромагнітним, газовою і термодифузії, центрифугуванням. Це завдання вирішували групи Е. Лоуренса і Г. Юрі.

Влітку 1942 р. у Металургійній лабораторії організовано групу на чолі з Р. Опенгеймером для вивчення теоретичних питань створення бомби. Незабаром було вирішено значно розширити її роботу і створити окрему лабораторію, виділивши її зі складу Металургійної. Таку Лабораторію для дослідження, конструювання і побудови атомної

бомби створено на початку 1943 р. у Лос-Аламосі (нині Лос-Аламоська національна лабораторія) та її директором став Р. Опенгеймер [5]. Будівництво Лабораторії, її оснащення необхідним обладнанням відбувалися дуже швидко і влітку в ній вже проводилися перші експерименти.

Для роботи в Лабораторії Р. Опенгеймер залучив чимало видатних фізиків і до кінця 1944 р. у ній зібралося багато європейських учених, які вимушені були в різний час емігрувати в США, — Г. Бете, Ф. Блох, Е. Фермі, В. Вайскопф, Дж. фон Нейман, С. Улам, Е. Теллер, Е. Сегре, Б. Россі, Дж. Кістяківський та ін. [6]. В результаті тут було досліджено теоретичні питання конструювання бомби і методів її виготовлення, уточнено й розширено вимірювання низки ядерних констант, розроблено методи одержання високочистих матеріалів, спроектовано і створено (літо 1945 р.) перші атомні бомби [7, 8].

16 липня 1945 р. в пустелі Аламагордо (штат Нью-Мексико) для вузького кола науковців і військових проведено «презентацію» ядерного вибуху від атомного пристрою. Це був тест на «працездатність» створеного виробу і він був успішно зданий. Було показано принципову можливість атомного вибуху, тобто перевірено фізичні ідеї, принципи, розрахунково-теоретичні обґрунтування і конструкторські рішення, закладені в ядерному заряді. В результаті створено новий вид зброї — атомна — величезної руйнівної сили.

У серпні того ж року справжні атомні бомби за наказом США скинуто на японські міста Хіросіму й Нагасакі.

Проведену атомну акцію можна назвати тільки злочином проти людства. В результаті 115 тисяч людей було вбито, 300 тисяч отримали важкі опіки, 50 тисяч вражено променевою хворобою і приречено на повільну смерть від бі-

локрів'я і злоякісних пухлин, міста фактично зруйновано вщент [8, 9]. У науку і техніку втрутилася політика – США вирішили налякати світ, брязкаючи атомною зброєю [10].

Роботи зі створення атомної бомби в СРСР (1945–1949).

Спроби оволодіння атомною енергією велися також у інших країнах – Англії, Німеччині, Японії і СРСР, у яких були свої напрацювання в ядерній фізиці, відповідна експериментальна база і кадри. В 1939 р. в Інституті хімічної фізики АН СРСР Я.Б. Зельдович і Ю.Б. Харитон виконали розрахунок ланцюгової реакції поділу урану, побудувавши в наступні роки (1941–1942) її теорію. Можливість розвитку ланцюгової ядерної реакції в урані досліджували також в Харківському фізико-технічному інституті О.І. Лейпунський і Ф. Ланге та Радієвому інституті АН СРСР Г.М. Фльоров і К.А. Петржак. У листопаді 1940 р. І.В. Курчатов виступив на Всесоюзній нараді з фізики атомного ядра з доповіддю «Поділ важких ядер», в якій охарактеризував стан проблеми ланцюгової ядерної реакції в СРСР на той період, включаючи результати робіт радянських фізиків [11, т. 2, с. 324–335]. У доповіді наводилася формула, що описувала ядерний ланцюговий процес, і викладалися умови, при яких він здійснений. І хоч висновок І.В. Курчатова про можливість реалізації ланцюгової ядерної реакції був оптимістичним, проте він бачив на цьому шляху і значні труднощі.

Розпочата 22 червня 1941 р. війна СРСР з гітлерівською Німеччиною в значній мірі змусила скоротити обсяги радянських ядерних досліджень, тоді як в США, Англії та Німеччині вони інтенсифікувались і були спрямовані на створення атомної бомби, про що свідчили дані радянської розвідки, які почали надходити з вересня 1941 р. Тому

28 вересня 1942 р. Державний комітет оборони прийняв Постанову «Про організацію робіт з урану», згідно з якою АН СРСР повинна була «відновити роботи з дослідження можливості використання атомної енергії шляхом розщеплення ядра урану і подати Державному комітету оборони станом на 1 квітня 1943 р. доповідь про створення уранової бомби або уранового палива ... » [12, с. 98–99].

Постанова передбачала організацію в АН СРСР спеціальної лабораторії атомного ядра, створення установок для розділення ізотопів урану і проведення комплексу експериментальних робіт. 11 лютого 1943 р. ДКО ухвалив постанову про початок практичних робіт зі створення атомної бомби, поклавши загальне керівництво ними на В.М. Молотова – заступника голови ДКО, 10 березня 1943 р. науковим керівником атомного проекту був призначений І.В. Курчатов [11]. 12 квітня 1943 р. на виконання рішення ДКО прийнято розпорядження Президії АН СРСР про створення для комплексного дослідження багатьох фізичних питань Лабораторії №2 АН СРСР на чолі з І.В. Курчатовим – науково-дослідного інституту нового типу (з 1949 р. – Лабораторія вимірювальних приладів АН СРСР, або ЛІПАН, потім – Інститут атомної енергії, нині – Російський науковий центр «Курчатівський інститут»). Разом з І.В. Курчатовим до керівництва роботами атомного проекту на першому етапі залучено також А.І. Аліханова і І.К. Кікоїна, чимало науковців з ЛФТІ й ін. установ [13].

25 квітня 1943 р. І.В. Курчатов подав Уряду доповідь «Проблема урану», в якій виклав стан питання з ланцюгової ядерної реакції в СРСР [11, т. 3, с. 20–57]. У ній розглядалися конкретні схеми використання ланцюгового розпаду урану: ланцюгова реакція в природному урані й урані-235; в сумішах з природ-

ного урану і важкої води; в системі з природного урану й графіту. І.В. Курчатов показав, що реалізація ланцюгової ядерної реакції в чистому урані-235 пов'язана з вирішенням дуже складного технологічного завдання — виділення цього ізотопу з суміші природного урану в промислових масштабах. Він розглянув і питання про ланцюгову реакцію в системі зі звичайного урану й графіту.

Шлях до здійснення вибухової ядерної реакції в атомній бомбі лежав через одержання в необхідних кількостях урану-235 або плутонію-239. І.В. Курчатов і його найближчі помічники обрали найкоротший шлях — через одержання плутонію в ядерному реакторі і накопичення його в достатній кількості. Тому найближчою метою стало створення ядерного реактора на природному урані зі сповільнювачем (важка вода або графіт). Розробка і створення уран-графітового реактора вимагали одночасного розгортання робіт з побудови теорії реактора, експериментальної перевірки теоретичних даних на уран-графітових ґратках, вимірювання основних ядерних констант урану й графіту, зокрема перерізів поділу й поглинання нейтронів, перерізів захоплення теплових нейтронів у графіті, одержання урану й графіту високої чистоти в промислових масштабах.

До кінця 1943 р. Я.Б. Зельдович, І.Я. Померанчук і В.І. Гуревич побудували теорію сповільнення й дифузії нейтронів у графіті. На її основі І.В. Курчатов зі співробітниками розвинув метод вимірювання перерізу захоплення повільних нейтронів графітом, довжин уповільнення й дифузії і розпочав експериментальні дослідження процесів уповільнення й дифузії нейтронів у графіті. На основі виконаних теоретичних розрахунків, даних експериментів і хімічних аналізів було сформульовано

фізичні, хімічні та технологічні вимоги до графітових блоків. У результаті до серпня 1945 р. розроблено спеціальний технологічний процес виготовлення графітових блоків необхідної чистоти, а з жовтня почався їх промисловий випуск.

Поряд з дослідженнями графіту І.В. Курчатов проводив також вивчення фізичних характеристик урану. Для нього також було сформульовано певні фізико-технічні вимоги з чистоти, щільності тощо. Завдяки вжитим енергійним заходам було вирішено складні питання хімії і металургії урану, розроблено аналітичні методики визначення в ньому домішок, нарешті, налагоджено виробництво відповідних металевих уранових блоків для реактора. Вже в січні 1946 р. промисловість освоїла одержання металічного урану необхідної якості. Коли в Лабораторію №2 почали надходити графітові й уранові блоки, що відповідали реакторним вимогам, в ній значно розширилося проведення фізичних експериментів.

Створення влітку 1945 р. перших атомних бомб у США, атомне бомбардування ними японських міст Хіросіми й Нагасакі, як наслідок цього проведення щодо СРСР політику атомного диктату змусили його різко форсувати уранову програму з тим, щоб у найкоротші терміни, незважаючи на важкі умови післявоєнного відновлення економіки і господарства країни, створити ядерну зброю і тим самим протиставити її атомним погрозам з боку США і їх союзників.

Слід нагадати, що перемога СРСР у війні над гітлерівською Німеччиною дісталася йому дорогою ціною. Руйнування зазнала значна частина інфраструктури, зокрема кількість промислових центрів в Європейській частині країни та сільськогосподарських зернових площ. Але найтяжчими були людські втрати, які становили 27 млн

чоловік. Зруйновано 1710 міст, 70000 сіл, понад 1000 шахт і 65000 км залізничних шляхів. Негативно вплинула на відновлення господарства та економіки також засуха 1946 р. яка спричинила в 1946–1948 рр. голод у країні. Ї попри все СРСР вже в 1948 р. за економічними показниками вийшов на довоєнний рівень. Швидкому відновленню економіки та її подальшому зростанню сприяли її мобілізаційний характер, концентрація фінансових і трудових ресурсів на пріоритетних галузях, виробничий ентузіазм народу, підвищення загальноосвітнього і професійного рівнів кадрів тощо. Щодо використання досягнень науково-технічного прогресу, то вони застосовувалися переважно в оборонній промисловості, внаслідок чого ВПК дістав подальшого розвитку, військові витрати становили майже чверть ВВП країни.

Справжня активізація робіт у СРСР в галузі оволодіння ядерною енергією пов'язана зі створенням 20 серпня 1945 р. при ДКО Спеціального комітету (голова – Л.П. Берія) для «керівництва всіма роботами з використання внутрішньоатомної енергії урану», а також при Раднаркомі (Раді Міністрів) СРСР Першого головного управління (начальник – Б.Л. Ванніков) «для безпосереднього керівництва науково-дослідними, проектними, конструкторськими організаціями та промисловими підприємствами з використання внутрішньоатомної енергії урану і виробництва атомних бомб» [14, с. 11–12]. Було визначено коло питань, якими повинен займатися Спеціальний комітет:

«Розвиток науково-дослідних робіт..., широке розгортання геологічних розвідок і створення сировинної бази СРСР з видобутку урану, а також використання уранових родовищ за межами СРСР (в Болгарії, Чехословаччині та ін. країнах); організація промисловості з пере-

робки урану, виробництво спеціального обладнання і матеріалів, пов'язаних з використанням внутрішньоатомної енергії; будівництво атомно-енергетичних установок і розробка та виробництво атомної бомби» [14, с. 11].

Наведений перелік завдань свідчив про державний, системний підхід до формування в СРСР атомної науки, техніки і промисловості [15, 16].

Вже на першому засіданні спеціального комітету 24 серпня 1945 р. заслухано інформацію І.В. Курчатова про стан і план робіт з використання атомної енергії, що проводяться Лабораторією №2. Безпосередньо для «розробки конструкції і виготовлення атомної бомби» при Лабораторії №2 рішенням Спеціального комітету від 16 березня 1946 р. створено Конструкторське бюро (КБ-11) в м. Сарові Горьківської обл. (начальник – П.М. Зернов, головний конструктор – Ю.Б. Харитон), в подальшому відомий як Арзамас-16 [13, с. 78]. У грудні 1945 р. в Москві організовано Лабораторію №3 АН СРСР, або Теплотехнічну лабораторію (нині – Інститут теоретичної та експериментальної фізики), головне завдання якої – створення важководних реакторів і одержання в них плутонію для атомної бомби.

У результаті в дію під керівництвом Спеціального комітету вводилися величезні матеріально-технічні, фінансові, кадрові та ін. ресурси. Радянський атомний проект мав стати широкомасштабною програмою створення в СРСР ядерного щита. На шляху практичного оволодіння ядерною енергією радянським ученим, інженерам, конструкторам і виробничникам необхідно було вирішувати широке коло складних завдань, для чого було створено розгалужену мережу нових наукових і науково-технічних центрів, нові галузі промисловості, перебудовано старі й

підготовлено нові кадри фахівців при існуючому дефіциті фізиків-ядерників і радіохіміків.

У 1946 р. у І.В. Курчатова зі співробітниками з'явилася можливість здійснити експоненціальні досліди з уран-графітовою ґраткою, теорію яких побудував у грудні 1944 р. І.Я. Померанчук. Було розроблено метод порівняльної оцінки ефективного перерізу захоплення повільних нейтронів графітом, з допомогою якого проведено вимірювання чистоти основної маси графіту (600 т), вони показали, що промисловість освоїла випуск графіту для уран-графітових реакторів.

15 листопада 1946 р. почалося спорудження ядерного реактора, керування ланцюговою реакцією в ньому здійснювалося за допомогою кадмієвих стержнів. Реактор мав запрацювати на 55-му шарі ґратки. 25 грудня о 14 годині зібрано 54-й шар і почався підйом кадмієвих стержнів, невдовзі в реакторі одержано самопідтримуючу ланцюгову ядерну реакцію. Керування реактором здійснював особисто І.В. Курчатов.

Створення реактора Ф-1 стало видатним досягненням радянської науки і техніки, що знаменувала народження в СРСР атомної промисловості. Однак це було завершенням тільки першого етапу вирішення атомної програми в рамках атомного проекту.

У 1948–1949 рр. введено в експлуатацію промислові ядерні реактори та здійснено промислове виробництво плутонію, тим самим одержано в необхідній кількості розщеплювальний матеріал для першої радянської атомної бомби (РДС-1) американського зразка (так вирішило вище керівництво країни), успішне випробування якої проведено 29 серпня 1949 р. [16]. У результаті було покладено кінець монопольному володінню США атомною зброєю. Однак ще в 1948 р. в КБ-11

почалися розробки атомної бомби власної конструкції з кращими характеристиками за потужністю й габаритами. Так, вже в 1949 р. запропоновано варіант атомної бомби нової, досконалішої (РДС-3) (Л.В. Альтшулер, Є.І. Забабахін, Я.Б. Зельдович, К.К. Крупніков). У 1951 р. вона була успішно випробувана і незабаром почала вироблятися серійно.

Над радянським атомним проектом працювало чимало відомих вчених, а також молода генерація – А.Д. Сахаров, Ю.А. Романов, Є.І. Забабахін, Ю.Н. Бабаєв, Ю.О. Трутень, Л.П. Феоктістов і ін. Всі вони зробили внесок у вирішення проблеми оволодіння атомною енергією [17, с. 675–676].

Учасниками радянського атомного проекту був і ряд видатних німецьких фахівців, «імпортованих» в СРСР влітку 1945 р., – Р. Герц, М. фон Арденне, М. Штенбек, Р. Ціппе, П. Тіссен, М. Фольмер, Н. Ріль Р. Вірц, Р. Позі та ін. [6]. Важливу роль в успішній реалізації першої фази атомного проекту, організації вітчизняної атомної промисловості і створення ядерної зброї зіграли Л.П. Берія, Б.Л. Ванніков, А.П. Завенягін, М.Р. Первухін, Б.Р. Музруков, Е.П. Славський та ін. У результаті в 1945–1949 рр. у СРСР покладено початок атомній науці, техніці і промисловості.

Створення перших водневих бомб (1953–1956).

Набагато більшу енергію, ніж при поділі важких ядер – урану-235 або плутонію-239, одержують при синтезі легких ядер. Ядерні реакції синтезу між легкими атомними ядрами (термоядерні реакції) протікають при дуже високих температурах (10^7 – 10^8 К). Вони є основним джерелом енергії зір і одним з основних механізмів нуклеосинтезу. Реалізація термоядерного синтезу в земних умовах призвела до створення водневих бомб – зброї ще більш руйнівної сили, ніж атомна [18–20].

В кінці 1941 р., коли стало ясно, що атомна бомба реальна, Е. Фермі і Е. Теллер висунули ідею ініціювання в середовищі з дейтерієм термоядерної реакції атомним вибухом. У наступному році Е. Теллер на її основі почав розробку проекту створення американської водневої бомби (класичний супер). Відповідно до його концепції 1942 р., ядерну детонацію повинен був викликати в довгому циліндрі (трубі), наповненому рідким дейтерієм, нейтронний потік, який утворюється від вибуху атомної бомби гарматного типу з урану-235. У тому ж році Е.Теллер відкрив принцип іонізаційної імплузії, який підвищує ефективність вибуху атомної бомби, а Е. Конопінській висунув ідею додавання до дейтерію тритію для зменшення температури запалення термоядерної суміші.

Однак на шляху реалізації теллерівського проекту щоразу виникали труднощі, незважаючи на різні удосконалення, які вносилися в конструкцію бомби і принципи здійснення її вибуху. Так, в 1941 р. Дж. фон Нейман з метою підсилення вибуху первинної атомної бомби запропонував помістити всередину її, в ДТ-суміш (атомна бомба з термоядерним підсиленням Дж. фон Неймана), а в 1946 р. К. Фукс – взагалі винести ДТ-суміш за її межі, в берилієвий відбивач, що прогрівається випромінюванням вибуху. Для утримання цього випромінювання в об'ємі відбивача передбачалося оточити ініціюючий відсік (ДТ-суміш) непрозорим екраном. Випромінювання, що виникає в активній зоні атомного заряду при вибуху і переноситься в зону з ДТ-сумішшю, мало забезпечити її запалення (принцип радіаційної імплузії), тобто викликати некеровану термоядерну реакцію. Поєднання ідей Дж. фон Неймана і К. Фукса привело до нової конфігурації ініціюючого відсіку американської вод-

невої бомби з використанням радіаційної імплузії.

У 1946 р. Е. Теллер запропонував конструкцію бомби, названу «будильником», в якій матеріали, що діляться і термоядерне паливо розміщується почергово сферичними шарами. Це повинно було збільшити щільність палива і швидкість термоядерних реакцій, отже кількість звільнювальної енергії. У наступному році він вирішив у «будильнику» використовувати в якості термоядерного палива дейтерид літію для збільшення утворення тритію. Слід зазначити, що роботи з «будильнику» і «труби» у США велися паралельно.

У 1950 р. Е. Фермі і С. Улам виконали розрахунки, які свідчили про малу ймовірність протікання термоядерної реакції в дейтерії (реакції «дейтерій – дейтерій»). У тому ж році С. Улам і К. Еверетт більш точно визначили кількість тритію, необхідну для водневої бомби. Їх обчислення, а також Дж. фон Неймана на ЕОМ «ЕНІАК» переконливо показали, що попередні оцінки Теллера, проведені на початковому етапі її розробки, значно занижені. Це доводило глухий кут американської термоядерної програми «класичного супера» (1942–1950) і змусило від неї відмовитися як від безперспективного.

У 1951 р. С. Улам запропонував нову схему водневої бомби з фізично відокремленим вторинним вузлом, що містив термоядерний заряд і систему гідродинамічних лінз, які забезпечували його сильне стиснення сфокусованим потоком нейтронів і ударних хвиль від вибуху атомної бомби. У тому ж році її удосконалив Е. Теллер, запропонувавши для стиснення та ініціювання вторинного термоядерного вузла використовувати не нейтрони та ударні хвилі від вибуху атомної бомби, а її випромінювання, тобто принцип радіаційної імплузії Фукса. Було розроблено новий

варіант конструкції бомби—двоступінчастої (схема Улама—Теллера) для одержання двостадійного ядерного вибуху. В результаті сформувався новий принцип конструювання «працездатної» термоядерної зброї.

Нову схему водневої бомби було вкладено в звіті Е. Теллера і С. Улама в березні 1951 р., а в квітневому звіті Е. Теллер запропонував ввести до неї елемент з активного, розщеплювального матеріалу (ініціатор) і розмістити його у вторинному вузлі бомби, всередині термоядерного заряду, який повинен ініціювати в ньому атомний вибух. Цю схему успішно реалізовано 9 травня 1951 р. у випробуванні «Джордж», в якому вперше здійснено нерівноважне «горіння» термоядерної суміші, а 1 листопада 1952 р. — у випробуванні «Майк» на атолі Еніветок у Тихому океані — вибух стаціонарної термоядерної «споруди» заввишки з триповерховий будинок і вагою 65 т, в якій за термоядерне паливо правив рідкий дейтерій. Це був перший термоядерний вибух нетранспортованого пристрою мегатонного класу. 1 березня 1954 р. США провели випробування «Браво» на атолі Бікіні потужністю 15 мегатон, в результаті чого на японське риболовецьке судно випав «радіоактивний дощ», що викликало обурення і протест широкої громадськості до випробувань ядерної зброї. Проведені експерименти стали проміжним етапом американських учених, інженерів і конструкторів на шляху створення справжньої (авіаційної) водневої бомби, скидання якої з літака США здійснили 21 травня 1956 р. [18].

У 1945 р. інтерес до водневої бомби виник і в СРСР. Так, Я.І. Френкель у доповідній записці І.В. Курчатову розглянув питання про використання високих температур, які створюються при вибуху атомної бомби, для ініцію-

вання термоядерних реакцій, зокрема утворення гелію з водню. У наступному році В.І. Гуревич, Я.Б. Зельдовіч, І.Я. Померанчук і Ю.Б. Харітон надіслали на ім'я І.В. Курчатова пропозицію у формі звіту «Використання ядерної енергії легких елементів», у якому розглянули атомний вибух як детонатор для забезпечення вибухової термоядерної реакції в дейтерії і дали перші в СРСР оцінки можливості її здійснення [21]. На основі звіту на Технічній раді при Спеціальному комітеті було заслухано повідомлення Я.Б. Зельдовича. У червні того ж року в Інституті хімічної фізики АН СРСР створено теоретичну групу в складі Я.Б. Зельдовича (керівник), О.С. Компанейца і С.П. Дьякова для дослідження можливості звільнення енергії при синтезі легких ядер.

З 1945 р. каналами радянської розвідки в СРСР стала надходити інформація про американські роботи з водневої бомби. Так, у 1947—1948 рр. К. Фукс повідомив важливі дані по «класичному суперу» [12, с. 109]. Передані К. Фуком матеріали в березні 1948 р. доведено до вищого керівництва країни. В результаті було прийнято термінові заходи щодо прискореного розгортання робіт у цьому напрямку. 10 червня 1948 р. вийшла постанова Ради Міністрів СРСР «Про доповнення плану роботи КБ-11», згідно з якою КБ-11 повинно було до 1 червня 1949 р.

«виконати... теоретичну та експериментальну перевірку даних про можливість здійснення конструкції... РДС-6 (водневої бомби — авт.) і розробити до 1 січня 1949 р. на основі наявних попередніх даних ескізний проект РДС-6; ...виконати за участю Фізичного інституту АН СРСР теоретичні дослідження; ... для розробки РДС-6 зобов'язати КБ-11 (тов. Зернова, Харітона) організувати в складі КБ-11 спеціальну конструкторську групу з 10 осіб наукових працівників і 10 осіб інженерів-конструкторів» [13, с. 494—495].

Того ж дня прийнято постанову Ради Міністрів СРСР [13, с. 495—498], яка зобов'язувала

директора Фізичного інституту АН СРСР академіка С.І. Вавилова:

«організувати дослідні роботи з розробки теорії горіння речовини «120» (дейтерію – *авт.*), ...для чого в двотижневий термін створити в Інституті спеціальну теоретичну групу працівників під керівництвом чл.-кор. АН СРСР Тамма і д.ф.-м.н. Біленького (заст. керівника групи) за участю акад. Фока.

Доручити тов. Ваннікову, Курчатову і Первухіну в місячний строк затвердити програму і терміни здійснення зазначених робіт. Доручити тов. Вавилову і Харитону в місячний термін подати на затвердження Науково-технічної ради Першого головного управління план експериментальних робіт з дослідження реакцій речовини «130» (тритію – *авт.*) і речовини «230» (гелію-3 – *авт.*) з речовиною «120».

Для зв'язку теоретичних і розрахункових робіт і контролю за виконанням завдань, передбачених цією Постановою, організувати при лабораторії №2 АН СРСР закритий семінар... [13, с. 496–497].

Цими постановами офіційно було дано старт роботам по створенню радянської водневої бомби. А 26 лютого 1950 р. Рада Міністрів СРСР прийняла безпосередню постанову про її розробку «Про роботи зі здійснення РДС-6» (після січневої директиви Г. Трумена прискорити подібні роботи в США) [22, с. 283–288]. Незабаром у групу Тамма в ФІАНі увійшли також А.Д. Сахаров, В.Л. Гінзбург і Ю.А. Романов. У 1950 р. її перевели в КБ-11 (Арзамас-16). Почалася інтенсивна широкомасштабна робота в новому напрямку [20, 21].

У 1948 р. А.Д. Сахаров висловив основоположні ідеї, що стали вирішальними для реалізації радянської термоядерної програми, зокрема запропонував для термоядерної бомби гетерогенну конструкцію з шарів дейтерію, тритію, їх хімічних сполук і урану-238 (незалежно від «будильника» Теллера), названу ним «слойкою», що давала можливість реалізувати в повній мірі схему «поділ – синтез – поділ» для підсилення енергії вибуху. Це він виклав у своєму першому звіті від 20 січня 1949 р. У ньому

також містився принцип іонізаційного стиснення слойки, методи розрахунку детонаційної хвилі в ній і схеми ініціювання, зокрема використання даного заряду для попереднього стиснення слойки (фактично ідея двоступінчастої бомби, до якої А.Д. Сахаров повернувся на початку 1954 р.). Важливим для «слойки» була пропозиція В.Л. Гінзбурга про використання в складі термоядерного палива дейтериду літію-6 (незалежно від Е. Теллера), яке він виклав у звіті від 3 березня 1949 р.

Ідеї Сахарова знайшли підтримку багатьох учених, в т. ч. головного конструктора водневої бомби Ю.Б. Харитона. У результаті роботи зі «слойки» було визнано пріоритетними. Однак з 1948 р., завдяки інформації від Фукса з «класичного супера», що містив описання двоступінчастої конструкції американської водневої бомби з використанням радіаційної імплузії, у нас почав розвиватися групою Зельдовича напрямок «труба».

Керівниками робіт зі створення водневих бомб – виробів РДС-6с (типу слойки) і РДС-6т (типу труби) були Ю.Б. Харитон і К.І. Щолкін. Однак з часом роботи по трубі виявилися безперспективними, було доведено нереальність ядерної детонації в трубі, і на початку 1954 р. прийнято рішення про закриття цього проекту. В доповіді Л.П. Берії Й.В. Сталіну від 26 березня 1951 р. про хід виконання завдань Уряду зазначалося:

«Попередні розрахунково-теоретичні та експериментальні роботи підтвердили можливість створення водневої бомби з багатошаровим зарядом з тритію, дейтерію, літію й урану (РДС-6с). Наближені розрахунки показали можливість одержання для бомби вагою до 5 тонн і габаритах серійної бомби (РДС-1) повного тротилового еквівалента до 750 тис. тонн» [17, с. 670].

Випробувана успішно в серпні 1953 р. слойка являла собою одноступінчастий термоядерний заряд порівняно невеликої потужності, що дорівнював 400 тис. тонн тротилу, неприйнятний і за габаритами. Необхідна була бомба більш компактна і «легка», випробуваний же пристрій, підірваний на вежі, не був у повному розумінні бомбою. Тому тривали роботи над потужнішим термоядерним зарядом типу слойки, однак була незадоволеність і цією новою конструкцією. До того ж випробування США нового потужного термоядерного заряду 1 березня 1954 р. показало, що там знайдено новий ефективний шлях в конструюванні й технології виготовлення двоступінчастої термоядерної зброї. Це змусило радянських учених і конструкторів інтенсифікувати свої дослідження і розробки. До двоступінчастої конструкції бомби з новим механізмом обтиску вторинного, термоядерного, вузла (основного заряду) з використанням випромінювання атомної бомби (радіаційної імплізії), а не продуктів її вибуху прийшли на початку 1954 р. А.Д. Сахаров, Я.Б. Зельдович, Ю.О. Трутнев, Ю.Н. Бабаєв та ін.

Роботи над бомбою за новою схемою (радянського аналога конфігурації Улама – Теллера) проходили в КБ-11 у швидкому темпі, за словами Ю.Б. Харітона, у режимі «мозкового штурму» і були спрямовані на реалізацію нових ідей в конкретній конструкції водневої бомби нового покоління, що дістала назву РДС-37. Керівниками робіт з РДС-37 були А.Д. Сахаров, Я.Б. Зельдович (начальники теоретичних відділів), Д.А. Франк-Каменецький, Є.І. Забабахін і Ю.О. Романов (у статті Ю.Б. Харітона та ін. [21] наведено список виконавців цих робіт). Загальне керівництво математичними розрахунками проводили М.В. Келдиш і О.М. Тихонов. У кінці червня 1955 р. результати розрахунко-

во-теоретичного обґрунтування виробу РДС-37 розглянуто комісією на чолі з І.Є. Таммом, а 22 листопада проведено успішне випробування двоступінчастого термоядерного заряду РДС-37, виконаного у вигляді авіаційної бомби, скинутої з літака.

Тут слід також сказати про інформацію, яку отримувала радянська науково-технічна розвідка з водневої бомби [12, с. 108–109]. Якою мірою вона впливала на хід робіт у СРСР по водневій бомбі, однозначної відповіді не існує. З нею знайомили обмежене коло людей з атомного проекту. Так, в різний час до неї мали допуск, крім Б.Л. Ванникова, І.В. Курчатова та Ю.Б. Харітона, також Я.Б. Зельдович, Д.А. Франк-Каменецький і А.Д. Сахаров, проте в ознайомленні з пізніми матеріалами, наприклад І.Є. Тамму і О.С. Компанейцю було відмовлено.

До багатьох ідей і конструкторсько-технологічним рішенням наші фізики та інженери незалежно від американців приходили самі через рік і більше, йдучи буквально по пятах. Наприклад, конструкція водневої бомби, заснована на принципі радіаційної імплізії і вторинного відсіку Фукса, була ними розроблена («перевідкрита») тільки на початку 1954 р. З нашої точки зору, виною тут була надмірна засекреченість, коли основних, переважно молодих, розробників з матеріалами розвідки знайомили або з великим запізненням, або не знайомили зовсім, трансляторами їх були керівники атомного проекту, на той час уже наукові функціонери з номенклатурним образом мислення. Сприйняти, «переварити» і трансформувати в нове, своє бачення, первинну інформацію від зарубіжного джерела легше було саме молодим учасникам проекту.

Але, незважаючи ні на що, початкове відставання СРСР на кілька років було незабаром самотійно успішно подола-

но, і в 1955–1956 рр. СРСР і США досягли паритету в створенні термоядерної зброї, а в деяких питаннях радянські вчені та інженери виявились попереду. Відставання СРСР від США на три роки з часу відкриття аналога конфігурації Улама–Теллера було ліквідовано розробкою та успішним випробуванням «слойки», а також подальшими роботами зі створення значно досконаліших зразків термоядерних зарядів.

У 1955 р. у Челябінську-70 (нині – м. Снежинськ) створено новий ядерно-збройовий центр – Всесоюзний науково-дослідний інститут технічної фізики з вдосконалення термоядерної бомби і розробці її серійних зразків (науковий керівник 1955–1960 рр. – К.І. Щолкін, у 1960–1984 рр. – Є.І. Забабахін). Незабаром тут Є.І. Забабахін, Ю.О. Романов і Л.П. Феоктістов розробили серійну водневу бомбу, поставлену на озброєння. Розвиток принципів, що лежать в основі РДС-37, привів Ю.О. Трутнева і Ю.М. Бабаєва у Всесоюзному науково-дослідному інституті експериментальної фізики в Арзамасі-16 до нової конструкції бомби, випробуваної в 1958 р., що і визначило в подальшому тип радянських термоядерних зарядів [23].

30 жовтня 1961 р. на висоті 4 км на архіпелагу Нова Земля в Арктиці підірвано радянську 50-мегатонну водневу бомбу – «цар-бомбу» (розробники А.Д. Сахаров, В.Б. Адамський, Ю.М. Бабаєв, Ю.М. Смірнов, Ю.О. Трутнев). Випробування показали, що закладені в бомбі принципи дають можливість конструювати термоядерні заряди практично необмеженої потужності. Хоч випробування було успішним і її вибух здійснив вражаючий вплив на опонентів на Захо-

ді і мав велике політичне значення, але на озброєння вона не надійшла.

Працюючи над створенням зброї масового знищення, яким були атомні і водневі бомби, деякі вчені зрозуміли небезпеку для людства їх широкого використання, накопичення і поширення, згубність наслідків ядерних випробувань (Р. Оппенгеймер, Дж. Франк, Дж. Кістяківський, Дж. Ротблат, А.Д. Сахаров та ін.). Так, Р.Оппенгеймер за виступ проти створення американської водневої бомби був знятий з усіх посад і звинувачений в 1953 р. у «нелояльності». Наприкінці 50-х почав кампанію за припинення і обмеження ядерних випробувань А.Д. Сахаров. Поступово його сфера суспільно-політичних інтересів розширилася, включивши моральні, екологічні та правові проблеми. У 1968 р. він опублікував за кордоном нарис «Роздум про прогрес, мирне співіснування та інтелектуальну свободу», який набув широкого розголосу. В результаті його було усунуто від секретної роботи і в 1969 р. переведено старшим науковим співробітником у Фізичний інститут АН СРСР. З 1970 р. основним сенсом життя А.Д. Сахарова став захист прав

людини і жертв політичних репресій в СРСР. У 1975 р. йому присуджено Нобелівську премію миру [24, 25].

Подальший розвиток термоядерної зброї проходив у напрямку її вдосконалення і спеціалізації. Виникло ядерне протистояння двох великих держав світу – СРСР і США, яке тривало до кінця 80-х років. Водневі бомби у цей період було створено також в Англії (1957) та Канаді.

Ю.О. Храмов

Ракетобудування в США і СРСР (1945–1957)

Перші бойові балістичні ракети створено в Німеччині на початку 40-х років. Ними стали бойові керовані балістичні рідинні ракети «Фау-2» (А-4) німецького конструктора В. фон Брауна. У 1941 р. «Фау-2» сконструйовано, 3 жовтня 1942 р. відбувся її перший успішний пуск, а 22 грудня підписано наказ про виробництво цих ракет і 7 вересня 1944 р. першу ракету випущено по Лондону.

Основні тактико-технічні характеристики ракети «Фау-2»

- Довжина ракети – 13,9 м
- Діаметр корпусу – 1,6 м
- Тяга ЖРД – близько 26 тон
- Максимальна швидкість – 1,5 км/с
- Дальність польоту – 250–320 км
- Стартова вага – 12700 кг
- Маса палива – 8760 кг
- Маса вибухової речовини – 830 кг
- Точність стрільби – 1,25–1,5 км.

Висота польоту і швидкість робили неможливим перехопити її тоді будь-яким видом зброї, до Лондона вона долітала за 6 хв. У 1941 р. В. фон Браун розробив проект міжконтинентальної бойової балістичної ракети з дальністю польоту близько 4500 км. Це була двоступінчаста балістична ракета А-9 / А-10, яку виготовили в грудні 1944 р., 8 січня 1945 р. відбувся її експериментальний запуск, через 7 секунд після старту вона вибухнула. Невдалим був і другий її запуск, вона повинна була нанести ракетний удар по території США.

Загалом по Англії і різних цілях у Європі було випущено 10800 ракет «Фау-2», однак більше 5000 не досягали цілі. Проте сотні тисяч будівель в Англії та Бельгії було зруйновано, жертви серед мирного населення Лондона становили понад 2700 убитих і близько 6500 поранених.

Ракетна техніка в США.

Після перших повідомлень про використання Німеччиною принципово нової зброї – ракет «Фау-2» і США стали активно розвивати програму створення керованих балістичних ракет враховуючи, що відповідні власні напрацювання тут були. В 1938 р. у Каліфорнійському технологічному інституті в Пасадені створено Лабораторію реактивного руху, яку очолив Т. фон Карман. У ній почалися розробки ракетних технологій, і в 1944 р. у співпраці з Бюро боєприпасів Армії створено першу балістичну твердопаливну ракету «Прайвіт». Запущено її в грудні того ж року, призначалась для дослідницьких цілей. На цих ракетах відпрацьовувалися їх конструкції і вивчалися особливості польоту.

У листопаді 1944 р. армійське відомство США і корпорація «Дженерал електрик» започаткували програму «Гермес» зі створення балістичних рідинних ракет. В цей час з Англії стали надходити уламки німецьких ракет «Фау-2», які вивчалися американськими інженерами для відтворення. Відразу після закінчення війни з Німеччиною близько 100 трофейних ракет «Фау-2» з технічною документацією вивезено в США, де за участю провідних німецьких фахівців їм досить швидко надали робочого вигляду. А ще раніше, 2 травня 1945 р., В. фон Браун – технічний директор ракетного центру в Пенемюнде і головний конструктор ракети «Фау-2» здався в полон американцям. В подальшому він активно працював у ракетно-космічному комплексі США. В результаті американці отримали не тільки готові ракети, а й їх основних розробників на чолі з головним конструктором. 10 травня 1946 р. відбувся перший успішний пуск «Фау-2» на американській землі. Ракети запуска-

лися з метою збору наукової і військової інформації, а також для дослідження верхніх шарів земної атмосфери. Незабаром стало ясно, що трофейні «Фау-2» вже поступаються розроблюваним власним американським ракетами.

З 1945 р. у США проводилися систематичні запуски так званих дослідницьких ракет (геофізичних, метеорологічних, астрофізичних і ін.) для проведення наукових досліджень у верхній атмосфері, розробки і створення яких припадали на початок 40-х років. З 1947 р. геофізичними ракетами були ракети серії «Аеробі». Ця ракета розроблена в Лабораторії прикладної фізики університету Дж. Гопкінса (керівник проекту – Дж. Ван Аллен). Її перший запуск відбувся 24 листопада 1947 р. Стартова маса становила – 7560 кг, вага корисного вантажу – 68 кг, максимальна висота польоту – 111 км. Мала кілька модифікацій, використовувалася для вивчення параметрів верхньої атмосфери, космічних променів, земного магнітного поля, медико-біологічних досліджень з мавпами й мишами.

Після успішного завершення експериментів на балістичних твердопаливних ракетах серії «Прайвіт» Лабораторія реактивного руху приступила до створення першої балістичної рідинної ракети «ВАК-Корпорал» (конструктор – У. Пікерінг). Її носова частина автоматично відстрілювалась після припинення роботи двигуна і м'яко спускалася на парашуті на землю, циліндричний корпус мав довжину 4,39 м, діаметр – 30,5 см. Перший успішний запуск «ВАК-Корпорал» відбувся 30 жовтня 1945 р. (з шахти). Вона піднялася на висоту 80 км, проте парашут спускової носової частини не розкрився і м'яка її посадка на землю не відбулася. Наступні запуски ракети «ВАК-Корпорал» проводилися в 1946 р. В цілому вона показала себе простою і надійною в експлуатації, хоч проблеми з парашут-

ною системою залишилися. У 1946 р. її модифікували, зробивши більш легкий двигун і ввівши телеметричну систему передачі даних від бортових приладів безпосередньо в ході польоту. У 1946–1947 рр. запущено ще 8 ракет серії («ВАК-Корпорал В»).

У 1950 р. армія США ініціювала на базі ракет «Корпорал» розробку бойової тактичної балістичної ракети SSM-G-17, перший експериментальний політ якої відбувся в 1952 р., на озброєння прийнята в 1954 р. В подальшому створено тактичні балістичні ракети з ядерними зарядами: некерована MGR-1 і керована MGR-5. Остання розроблена в 1950–1953 рр., в 1954 р. випробувана, в 1955 р. прийнята на озброєння.

У лютому 1946 р. у Лабораторії реактивного руху висунуто ідею двоступінчастої балістичної рідинної дослідної ракети «Бампер». Першою була допрацьована ракета «Фау-2» В. фон Брауна, другою – модифікована ракета «ВАК-Корпорал» У. Пікерінга. 24 лютого 1949 р. при вертикальному польоті ракети «Бампер» її друга ступінь, відокремившись на висоті близько 100 км, підняла на 393 км, маючи корисне навантаження майже 23 кг. У 1951 р. програму «Бампер» закрито.

Восени 1948 р. В. фон Брауном розпочато розробку бойової балістичної ракети оперативно-тактичного призначення PGM-11 «Редстоун» з ядерним боезарядом. Була одноступінчастою, рідинною, з автономною інерціальною системою керування. Поступалася по дальності стрільби радянській ракеті Р-5М, але перевершувала по точності [26]. Була безпосереднім розвитком «Фау-2» і базовою для наступних модифікацій сім'ї ракет «Редстоун». Перший запуск її відбувся 20 серпня 1953 р. з мобільного комплексу, що включав до 10 вантажних автомобілів. Надійшла на озброєння в 1956 р.

Ракетна техніка в СРСР.

Німецький досвід у створенні бойових балістичних ракет і самі ракети «Фау-2» використовував і Радянський Союз. Уже в квітні 1945 р. у Німеччину відряджено групу радянських фахівців з метою знайти технічну документацію на «Фау-2», її зразки або частини, дослідити конструкцію й технологію виготовлення і т.ін. До групи входили В.П. Бармін, В.С. Будник, В.П. Глушко, А.М. Ісаєв, С.П. Корольов, В.І. Кузнецов, В.П. Мішин, М.О. Пілюгін, Ю.А. Побєдоносцев, М.С. Рязанський, М.К. Тихонравов та ін. 31 травня 1945 р. ДКО ухвалив постанову «Про проведення робіт з виявлення і вивезення заводського й лабораторного обладнання, креслень і дослідних зразків німецьких реактивних снарядів» [27, с. 15–16], в якій, зокрема, зазначалося:

«Надаючи виняткового значення розвитку реактивної техніки в СРСР, зобов'язати уповноважених Особливого комітету при ДОКО тт. Сабурова, Зернова, Гамова, Кучумова організувати на місці спеціальну роботу з виявлення лабораторного і валового обладнання, а також зразків і креслень реактивних снарядів і негайно внести пропозиції в Особливий комітет при ДОКО про передачу їх Наркомбоєприпасів».

Постанова конкретизувала роботу групи і надала їй офіційного статусу. У березні 1946 р. в м. Нордхаузен (південний-захід майбутньої НДР), де поблизу знаходився підземний завод з виробництва ракет (збирав 35 ракет на добу), створено Інститут «Нордхаузен» для вивчення питань відновлення «Фау-2». Начальником Інституту призначено генерала Л.М. Гайдукова, заступником і головним інженером – С.П. Корольова. Підсумком діяльності Інституту та групи була зібрана інформація з трофейних зразків частин ракети «Фау-2», яка дозволила відновити основну технічну

документацію на саму ракету, її обладнання, зібрати близько 20 екземплярів «Фау-2» і розпочати роботи з її відтворення. Вивчення і відновлення ракет «Фау-2» проходило в радянській зоні окупації території Німеччини.

13 травня 1946 р. Рада Міністрів СРСР прийняла Постанову «Питання реактивного озброєння», яка дала старт роботам з створення бойової ракетної техніки в країні [27, с. 36–42]. Наведемо низку текстів з нього, щоб показати державний підхід до широкомасштабного розгортання робіт у новій галузі науки і техніки, що привело до становлення в СРСР ракетно-космічної галузі.

Постанова Ради Міністрів СРСР №1017-419сс «Питання реактивного озброєння» 13 травня 1946 р. (цілком таємно, Особлива папка)

«Вважаючи найважливішим завданням створення реактивного озброєння та організацію науково-дослідних і експериментальних робіт у цій галузі, Рада Міністрів Союзу РСР постановляє:

1. Створити Спеціальний комітет з реактивної техніки при Раді Міністрів Союзу РСР...

2. Покласти на Спеціальний комітет з реактивної техніки:

а) спостереження за розвитком науково-дослідних, конструкторських і практичних робіт з реактивного озброєння, розгляд і подання безпосередньо на затвердження Головою Ради Міністрів СРСР планів і програм розвитку науково-дослідних і практичних робіт у зазначеній галузі, а також визначення та затвердження щоквартальних потреб в грошових асигнуваннях та матеріально-технічних ресурсах для робіт з реактивного озброєння;

б) контроль за виконанням міністерствами і відомствами завдань Ради Міністрів СРСР про проведення науково-дослідних, проектних, конструкторських і практичних робіт з реактивного озброєння.

5. Зобов'язати Спеціальний комітет з реактивної техніки подати на затвердження Голові Ради Міністрів СРСР план науково-дослідних і дослідних робіт на 1946–1948 рр., визначити як першочергове завдання – відтворення з застосуванням вітчизняних матеріалів ракет типу Фау-2 (далекобійної керованої ракети) і «Васерфаль» (зенітної керованої ракети).

6. Визначити головними міністерствами з розробки і виробництва ракетного озброєння:

а) міністерство озброєння – з ракетних снарядів з рідинними двигунами;

б) міністерство сільськогосподарського машинобудування – з реактивних снарядів з пороховими двигунами;

в) міністерство авіаційної промисловості – з реактивних літаків-снарядів.

8. З метою виконання покладених на міністерства завдань створити:

– в міністерствах: озброєння, сільхозмашинобудування і електропромисловості – Головні управління з реактивної техніки.

9. Створити в міністерствах такі науково-дослідні інститути, конструкторські бюро і полігони з реактивної техніки:

а) міністерству озброєння – Науково-дослідний інститут реактивного озброєння і Конструкторське бюро на базі заводу №88 ...

11. Вважати першочерговими завданнями наступні роботи з реактивної техніки з Німеччини:

а) повне відновлення технічної документації і зразків далекобійної керованої ракети «Фау-2» та зенітних керованих ракет «Вассерфаль», «Рейнтохтер», «Шметтерлінг»;

б) відновлення лабораторій і стендів з усім обладнанням і приладами, необхідними для проведення досліджень і дослідів з ракетами «Фау-2», «Вассерфаль», «Рейнтохтер», «Шметтерлінг» та іншим ракетами;

в) підготовку кадрів радянських фахівців, які опанували б конструкцію ракет «Фау-2», зенітних керованих і інших ракет, методами випробувань, технологією виробництва деталей і вузлів і збирання ракет.

13. Зобов'язати Комітет з реактивної техніки відібрати з відповідних міністерств і відрядити до Німеччини для вивчення і роботи з реактивного озброєння необхідну кількість фахівців різного профілю, маючи на увазі, що з метою отримання досвіду до кожного німецького фахівця повинні бути прикріплені радянські фахівці.

17. Передбачити питання про переведення конструкторських бюро та німецьких фахівців з Німеччини в СРСР до кінця 1946 року.

25. Доручити Міністерству збройних сил СРСР (т. Булганіну) внести до Ради Міністрів пропозиції про місце і будівництво Державного центрального полігону для реактивного озброєння.

29. Зобов'язати Міністра вищої освіти т. Кафтанова організувати у вищих навчальних закладах і університетах підготовку інженерів і наукових працівників з реактивної техніки, а також перепідготовку студентів старших курсів інших спеціальностей на спеціальність з реактивного озброєння, щоб забезпечити перший випуск фахівців з реактивного озброєння по вищих технічних навчальних закладах не мен-

ше 200 чоловік і по університетах не менше 100 осіб до кінця 1946 року.

30. Доручити Спеціальному комітету з реактивної техніки спільно з міністерством вищої освіти відібрати з науково-дослідних організацій міністерства вищої освіти України та інших міністерств 500 фахівців, перепідготувати їх і направити для роботи в міністерствах, які займаються реактивним озброєнням.

32. Вважати роботи з розвитку реактивної техніки найважливішим державним завданням і зобов'язати всі міністерства та організації виконувати завдання з реактивної техніки як першочергові.

Голова Ради Міністрів Союзу РСР Й. Сталін
Керуючий справами Ради Міністрів Союзу РСР Я. Чадаєв.

Швидке створення сучасних бойових балістичних ракет – носіїв атомних і термоядерних бомб – було необхідним кроком СРСР, єдиною альтернативою проти загроз вчорашніх союзників по антигітлерівській коаліції. Так, США мали численну авіацію, флот, військові бази, які оточували територію Радянського Союзу. У цій ситуації йому необхідно було створити в найкоротші терміни ракетну складову своїх Збройних сил, що і переслідувала ця постанова (тоді США не надавали особливої уваги розвитку цього виду озброєнь).

У країні відразу ж почалося формування широкої мережі науково-дослідних, проектно-конструкторських і дослідно-виробничих структур, у яких розгорнулися широкомасштабні роботи в галузі ракетної техніки. Першочерговим завданням радянських ракетників стало відтворення ракети «Фау-2» із застосуванням вітчизняних матеріалів і технологій. Відразу в НДІ-88 розпочалися роботи зі створення вітчизняної копії ракети «Фау-2» (головний конструктор – С.П. Корольов), що завершилися її виготовленням і запуском 10 жовтня 1948 р. з полігону Капустин Яр поблизу Сталінграда. Це була бойова балістична рідинна ракета Р-1.

Основні тактико-технічні характеристики ракети Р-1

Довжина – 14,6 м
 Діаметр корпусу – 1,65 м
 Стартова маса – 13,4 т
 Швидкість – 1465 км / с
 Дальність польоту – 270 км
 Маса заряду – 785 кг.

РРД ракети працював на етиловому спирті й рідкому кисні, в ній використовувалися принципово нові матеріали і технології, вона мала автономну інерціальну систему керування. 7 травня 1949 р. здійснено старт Р-1 з відокремлювальною бойовою частиною, 28 листопада 1950 р. її прийнято на озброєння. У вересні 1950 р. в НДІ-88 організовано Особливе конструкторське бюро (ОКБ-1) на чолі з С.П. Корольовим [28, 29]. Незабаром у ньому створено ракету Р-2, також прототип «Фау-2». У ній недоліки, властиві Р-1, не було повністю усунуто, хоч збільшено дальність польоту й точність стрільби.

Слід також сказати, що в 1947–1951 рр. в радянському ракетному проекті брали участь і фахівці, вивезені з Ні-

меччини, які допомагали в освоєнні німецького досвіду в роботі з ЖРД, але будь-якого істотного впливу на становлення в СРСР ракетної науки і техніки вони не справили.

Ракети Р-1 і Р-2, маючи незначну дальність і слабку ефективність, не могли бути стратегічною зброєю. Тому в ОКБ-1 було розроблено ракету Р-5, яка конструктивно і за техніко-тактичними характеристиками вирізнялася від своїх попередниць. Це була перша радянська бойова балістична ракета власного виробництва (її ескізний проект розроблено в жовтні 1951 р.). Р-5 була одноступінчастою ракетою з моноблочною головною частиною, масою 1350 кг, яка була меншою вдвічі порівняно з Р-1, а дальність польоту збільшено в 5 разів. Її модифікація – ракета Р-5М була також балістичною одноступінчастою, але з роздільною головною частиною. У лютому 1956 р. її запустили з ядерною боеголовкою, в червні прийняли на озброєння. Це була перша ракета середньої дальності з автономною і радіокорекційною системою керування.



Перший запуск ракети Р-1



Ракети Р-1 на стартовій позиції

Основні тактико-технічні характеристики ракети Р-5М

Довжина – 20,75 м
 Діаметр корпусу – 1,65 м
 Стартова маса – 29,1 т
 Маса головної частини – 1,35 т
 Максимальна дальність польоту – 1200 км
 Точність стрільби (граничне відхилення) – 6 км.

Однак розглянуті бойові ракети мали істотні недоліки. Їх двигуни працювали на рідкому кисні – потужному окислювачі, який в поєднанні з ефективним паливом (наприклад, гас) давав можливість одержувати високі значення питомого імпульсу, але підготовка цих ракет до пуску з ЖРД, що використовують таке паливо, вкрай складна, тривала, зберігання їх із заправленими паливом баками було неможливим, що різко знижувало боєздатність ракети. Тому вже на початку 50-х років почали розглядати можливість створення РРД на висококиплячих компонентах палива, що дозволило б ракеті тривалий час перебувати в заправленому стані. Розробка такої ракети (Р-11) почалася в НДІ-88 в 1951 р. під керівництвом М.К. Янгеля, і в червні 1955 р. ракетний комплекс з Р-11 прийнято на озброєння. Його боєготовність порівняно з Р-1 підвищилася більш ніж удвічі. Незабаром розроблено модернізовану ракету Р-11М з ядерною головною частиною, на основі якої створено рухомий ракетний комплекс з самохідною пусковою установкою.

Основні тактико-технічні характеристики ракети Р-11М

Довжина – 10,5 м
 Діаметр корпусу ракети – 0,88 м
 Стартова маса – 5,4 т
 Маса головної частини – 0,6 т
 Максимальна дальність польоту – 1700 км
 Точність стрільби – 6 км
 Паливом в ракетах Р-11 і Р-11М було Т-1 (гас) і окислювач АК-20 (20% чотириокису азоту і 80% азотної кислоти), що давало можливість ракеті перебувати заправленою місяць.

Перехід на довгозберезуване паливо потребував підвищення якості використовуваних конструкційних матеріалів, зокрема їх стійкості в агресивному середовищі, забезпечення стабільності компонентів палива при тривалому перебуванні в баках ракети і багато іншого. Ракети мали автономну систему керування.

В подальшому розробкою бойових ракет на висококиплячих компонентах палива стало займатися ОКБ-586, створене 10 квітня 1954 р. у Дніпропетровську (тепер – КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля) [27, с. 312–316, 30]. Головним конструктором КБ призначено М.К. Янгеля, його заступником В.С. Будника. Незабаром тут створено бойові ракети Р-12, Р-14 і Р-16, які виготовив Південний машинобудівний завод [31], зокрема першу Р-12 вже в 1957 р.

Наявність на бойовому посту ракет Р-5М і щойно створеної Р-12 стало підставою для організації в СРСР ракетних військ стратегічного призначення як основи ракетно-ядерного щита [32].

У 1954 р. в ОКБ-1 під керівництвом С.П. Корольова почалася розробка бойової двоступінчастої міжконтинентальної балістичної ракети (МБР) Р-7.

Основні тактико-технічні характеристики ракети Р-7

Довжина – 31,4 м
 Максимальний поперечний розмір – 11,2 м
 Діаметр циліндричної частини центрального блоку – 3 м
 Стартова маса – 283 т
 Загальна маса палива – понад 250 т
 Компоненти палива – гас Т-1 і рідкий кисень
 Максимальна дальність польоту – 8000 км
 Потужність ядерного заряду – 3 Мт
 Точність стрільби – 10 км.

Система керування – комбінована, включала автономну систему керування і системи радіокерування дальністю польоту і напрямком, яка працювала в кінці активної ділянки, керуючи дальністю польоту і визначаючи координати.

нати цілі. 21 серпня 1957 р. проведено перший запуск ракети Р-7 [26]. Вона була першою в світі МБР і могла використовуватися як бойова, так і як ракета-носіє (перший успішний запуск американської МБР «Атлас-1» проведено 17 грудня 1957 р.). Створення Р-7 і її успішний пуск був видатним досягненням радянської ракетної науки і техніки, що мав також велике науково-технічне і військово-політичне значення. Вона виводила на навколоземні орбіти перші штучні супутники Землі та міжпланетні станції до Місяця, Венери і Марса, які одержали дані, що збагатили наші уявлення про найближчі планети й далекий космос, космічні кораблі з космонавтами на борту (Ю.О. Гагарін 12 квітня 1961 р. на кораблі «Восток», зокрема перший штучний супутник Земля (4 жовтня 1957 р.), автоматичні космічні кораблі, а розроблялася ж вона безпосередньо як носій нової термоядерної бомби. Це був ривок Радянського Союзу в ракетно-космічній науці і техніці, завдяки якому він вийшов в її лідери, випередивши на якийсь час США.

Створення ракетно-ядерної зброї в розглядуваний період проходило на тлі складних військово-політичних процесів, в умовах ідеологічного протистояння СРСР і США з їх союзниками, що здобув назву холодної війни. Причина зрозуміла – відмінність в державних устроях цих країн, а також посиленні впливу Радянського Союзу в Європі і світі після Другої світової війни, зокрема контроль над східно-європейськими країнами, сприймалося вчорашніми союзниками по антигітлерівській коаліції як загрозу. Не влаштовували їх і результати Ялтинської конференції союзних держав (лютий 1945 р.), де визначено поділ світу на сфери впливу (поділ світу між країнами-переможцями, внаслідок чого політична карта

світу зазнала істотних територіальних змін, зокрема встановлювалися нові границі в Європі).

Агресивний характер позиції і дій США і їх союзників „підігривався” також тим, що в 1945 р. США були єдиною державою, яка мала атомні бомби, в ході війни з Японією вони вперше підірвали їх над японськими містами Хіросімою і Нагасакі. Атомну зброю масового ураження США використовували для залякування і ядерного шантажу як загрози її застосування проти потенційного супротивника. Маючи стратегічну перевагу в галузі озброєння і монополію на ядерну зброю, американські військові навіть почали будувати плани превентивного удару по СРСР, що не могло не загострити відносини між двома великими державами.

5 березня 1946 р. У. Черчілль, виступаючи у Фултоні в США, висунув ідею створення військового союзу англо-сакських країн для боротьби зі світовим комунізмом і тоталітаризмом. Зокрема, він сказав, «що нині Сполучені Штати Америки перебувають на вершині світової сили», яким протистоять два головних ворога – війна й тиранія... Єдиним інструментом, здатним у даний історичний момент відвернути війну і чинити опір тиранії є братерська асоціація англomовних народів. Це означає особливі стосунки між Британською співдружністю й імперією та Сполученими Штатами Америки». Фактично це була установка на війну на основі расової теорії. При цьому У. Черчілль назвав Радянський Союз причиною «міжнародних труднощів». І далі: «небезпека комунізму зростає скрізь, за винятком Британської співдружності й США».

Виступ У. Черчілля у Фултоні формалізував початок холодної війни. А президент США Р. Рейган навіть вважав, що з Фултівської промови народився сучасний Захід – з американським лі-

дерством і політикою стримання комунізму. Ця генеральна лінія США у міжнародних відносинах зберіглася й дотепер.

В результаті короткострокове крихке повоєнне співробітництво між СРСР і США почало переходити в суперництво, конфронтацію – європейський континент розділила «залізна завіса». 4 квітня 1949 р. створено військово-політичний союз західних країн – НАТО, в який в жовтні 1954 р. увійшла і ФРН, на що СРСР прореагував підписанням у травні 1955 р. Варшавського договору, створивши тим самим військовий союз європейських соціалістичних держав і ставши на чолі його. Світ занурився в стан холодної війни.

У цей період СРСР першим створив термоядерну бомбу, ще більш руйнівну за атомну, а також бойові ракети

(міжконтинентальні) для її доставки в будь-яку точку земної кулі. Раннє відставання СРСР від США в ракетно-ядерному озброєнні в результаті такого ривка було ліквідовано, що стало потрясінням для Заходу на чолі з США, але одночасно і призвело до чергового витка нарощування озброєнь, хоч воювати стало небезпечно для всіх [32]. У рамках протистояння СРСР і США між ними почалася ракетно-ядерна гонка, яка призводила до надмірних військових витрат, концентрації передових технологій у військово-промисловому комплексі, шалене змагання впливало на багато сторін життя обох країн, зловісно виглядала і мова цифр щодо накопичених бомб і військових витрат.

В.П.Горбулін, Ю.О.Храмов

Ракетна техніка в СРСР

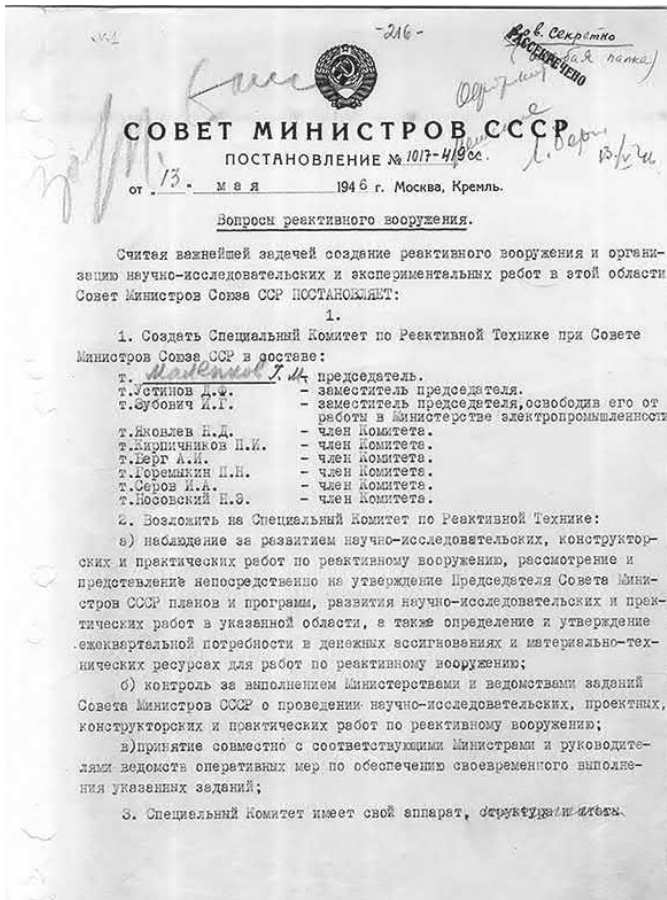
У СРСР широкомасштабні роботи в галузі ракетної техніки розпочалися відразу після завершення війни СРСР з гітлерівською Німеччиною, коли 13 травня 1946 р. Радою Міністрів СРСР прийнято постанову «Питання реактивного озброєння», підписану Й.В. Сталіним, про організацію широкої мережі науково-дослідних, проектно-конструкторських і дослідно-виробничих структур для ракетної техніки [13].

Так, при Міністерстві озброєння СРСР створено НДІ-88 як головну координуючу організацію (директор – Л.Н. Гонор, головний інженер – Ю.А. Победоносцев, ОКБ-1 очолив С.П. Корольов); Міністерстві авіаційної промисловості – НДІ з дослідним заводом та ОКБ-456 для розробки РРД

(на чолі з В.П. Глушком); Міністерстві машинобудування і приладобудування на потужностях заводу «Компресор» – КБ з розробки стартових комплексів (головний конструктор – В.П. Бармін); Міністерстві електропромисловості та зв'язку – НДІ-885 з систем керування (головні конструктори КБ – М.О. Пілюгін і М.С. Рязанський); Міністерстві суднобудівної промисловості – НДІ-10 з гіроскопів (головний конструктор – В.І. Кузнєцов); Міністерстві авіаційної промисловості НДІ-1 (директор М.В. Келдиш) та ін.

У 1946 р. головним конструктором балістичних ракет став С.П. Корольов [14].

У 1945–1946 рр. С.П. Корольов спільно з М.К. Тихонравовим, В.П. Глушком, В.П. Бармінім, В.С. Будником, М.О. Пілюгіним, В.І. Кузнєцо-



рольов — головний конструктор ракетної системи в цілому, В.П. Глушко — головний конструктор рідинних ракетних двигунів, В.П. Бармін — головний конструктор стартового, транспортного та заправного обладнання, М.О. Пілюгін — головний конструктор автономних систем керування, М.С. Рязанський — головний конструктор систем радіонавігації та радіокерування, В.І. Кузнецов — головний конструктор гіроскопічних командних приладів.

Відразу в НДІ-88 розпочалися роботи зі створення першої радянської бойової одноступінчастої балістичної ракети Р-1. Перший її пуск відбувся вже 10 жовтня 1948 р. з полігону Капустин Яр, заснованого 1946 р. поблизу Сталінграда. Довжина Р-1 становила 14,6 м, діаметр корпусу — 1,65 м, стартова маса — 13,4 т, швидкість 1,465 км/с, дальність польоту — 270 км, потужність заряду — 785 кг, РРД працював на етиловому спирті та рідкому кисні. Створення Р-1, окремих її вузлів і систем і самий пуск забезпечили команди головних конструкторів — С.П. Корольова (ракета і ракетний комплекс у цілому); В.П. Глушка (РРД); М.О. Пілюгіна (система керування та наземна перевірково-пускова апаратура); В.П. Барміна (наземне обладнання), В.І. Кузнецова (командні прилади).

вим, О.М. Ісаєвим, М.С. Рязанським та ін. досліджував трофейні німецькі ракети «Фау-2», однак помітного впливу на розвиток радянської ракетної техніки в наступні роки трофейні зразки, як і німецькі спеціалісти-ракетники, що працювали в СРСР, не справили. Вона розвивалася своїм шляхом, хоч перші радянські балістичні ракети Р-1 і Р-2 були копіями Фау-2 [15].

9 серпня 1946 р. міністр озброєння СРСР Д.Ф. Устинов своїм наказом призначив С.П. Корольова «головним конструктором «виробу №1» НДІ-88» — так називалася Р-1. Того ж року з ініціативи С.П. Корольова організовано Раду головних конструкторів для вирішення питань з ракетної техніки, до якої ввійшли: С.П. Ко-

новила 14,6 м, діаметр корпусу — 1,65 м, стартова маса — 13,4 т, швидкість 1,465 км/с, дальність польоту — 270 км, потужність заряду — 785 кг, РРД працював на етиловому спирті та рідкому кисні. Створення Р-1, окремих її вузлів і систем і самий пуск забезпечили команди головних конструкторів — С.П. Корольова (ракета і ракетний комплекс у цілому); В.П. Глушка (РРД); М.О. Пілюгіна (система керування та наземна перевірково-пускова апаратура); В.П. Барміна (наземне обладнання), В.І. Кузнецова (командні прилади).

У вересні 1950 р. на базі третього відділу НДІ-88 створено особливе конструкторське бюро №1 (ОКБ-1) під

керівництвом С.П. Корольова. Впродовж майже місяця запущено ще вісім ракет Р-1. 7 травня 1949 р. здійснено перший її старт з відокремлюваною бойовою частиною.

28 листопада 1950 р. Р-1 прийнято на озброєння.

Загалом до 1957 р. на полігоні Капустин Яр проведено 79 навчально-бойових пусків Р-1. На цій ракеті було встановлено автоматичну інерціальну систему керування та використано принципово нові матеріали в конструкції і технології.

У наступні роки С.П. Корольовим разом з його співробітниками по Р-1 створено Р-2, проте Р-1 і Р-2 як копії Фау-2 мали незначну дальність польоту та ефективність і не могли бути стратегічною зброєю. Тому ОКБ-1 розробило ракету Р-5, ескізний проєкт якої випущено вже в жовтні. Вона вирізнялася від своїх попередниць конструктивно та за характеристиками і являла собою першу власну радянську балістичну ракету далекої дії. Незабаром в ОКБ-1 розроблено ракети Р-5М, Р-7 і Р-11, що стали на озброєння.

Розгалужена система ОКБ та науково-дослідних інститутів у СРСР з розробки ракет різного призначення, супроводжувального устаткування та підготовка відповідних кадрів свідчила про становлення в країні ракетної техніки.

Отже, упродовж 40-х-50-х рр. ХХ ст. у провідних країнах світу – Німеччина, СРСР і США було створено нову галузь – ракетну техніку. Ракети почали використовуватися не тільки для військових цілей, але й для наукових, господарських та ін. завдань, а невдовзі – для запуску космічних апаратів з метою освоєння космічного простору. Подальший її розвиток відбувався в напрямку вдосконалення конструкцій ракет, переходу до багатоступінчастих ракет та їх спеціалізації, використання в них нових матеріалів, покриттів, збільшення стартової маси ракет, корисного вантажу, який вони несуть, збільшення дальності польоту та точності влучення у ціль, поліпшення енергетичних характеристик систем керування їх польотом тощо.

Література

1. Гросс Д. Открытие асимптотической свободы и появление КХД (Нобелевская лекция по физике 2004 г.) // УФН, 2005, №12, с. 1306–1318.
2. Вернадский В.И. Труды по истории науки. – М.: Наука, 2002.
3. Герлах В. Как было открыто деление урана / Нейтрон. Предыстория, открытие, последствия. – М.: Наука, 1975. – С. 53–68.
4. Храмов Ю.А. История физики. – К.: Феникс, 2006.
5. Ферми Э. Научные труды. – М.: Наука, 1972. – Т. 2.
6. Гровс Л. Теперь об этом можно рассказать. – М.: Атомиздат, 1964.
7. Смит Г. Атомная энергия для военных целей. – М.: Трансжелдориздат, 1946.
8. Рузе М. Роберт Оппенгеймер и атомная бомба. – 2-е изд. – М.: Атомиздат, 1965.
9. Иойрыш А.И., Морохов И.Д., Иванов С.К. А бомба. – М.: Наука, 1980.
10. Иойрыш А.И., Морохов И.Д. Хиросима. – М.: Атомиздат, 1979.
11. Юнг Р. Ярче тысячи звезд. – М.: Госатомиздат, 1961.
12. Гольдшмидт Б. Атомная проблема. Политические и технические аспекты. – М.: Атомиздат, 1964.
13. Атомная наука и техника в СССР. – М.: Атомиздат, 1977.
14. Курчатов И.В. Избранные труды. – М.: Наука, 1982–1984. – 3 т.

15. История советского атомного проекта. Документы, воспоминания, исследование. – Вып. 1. – М. – Янус. – К., 1998. 5. Начало «холодной» войны и ракетно-ядерной гонки Литература **ВОЕННО-ПОЛИТИЧЕСКИЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ АКТИВИЗАЦИИ РАБОТ В ЯДЕРНОЙ И РАКЕТНОЙ НАУКЕ И ТЕХНИКЕ В СССР В 1945–1954 ГОДАХ...** ISSN 0374-3896 Наука та наукознавство, 2015, № 3 123
16. Атомный проект СССР Документы и материалы. – М. – Саров: Физматлит – ВНИИ, 1999. – Т. II, кн. 1.
17. Атомный проект СССР. Документы и материалы. – М. – Саров: Физматлит – ВНИИ, 2005. – Т. II, кн. 5.
18. Храмов Ю.А. Научные школы в физике. – К.: Наук думка, 1987.
19. Создание первой советской ядерной бомбы. – М.: Энергоатомиздат, 1995.
20. Атомный проект СССР. Документы и материалы. – Справ: РФЯЦ ВНИИЭФ; М.: Физматлит, 2008. – т. III. Водородная бомба (1945–1956), кн. 1.
21. Круглов А.К. Как создавалась атомная промышленность СССР. – М.: ЦНИИ атоминформ, 1995.
22. Наука и общество: история советского атомного проекта (40–50-е годы) / Труды Международного симпозиума ИСАП-96. – М.: Изд АТ, 1999.
23. Гончаров Г.А. Основные события истории создания водородной бомбы в СССР и США // УФН, 1996, №10, с. 1095–1104.
24. Харитон Ю.Б., Адамский В.Б., Смирнов Ю.Н. О создании советской водородной (термоядерной) бомбы // УФН, 1996, №2, с. 201–205.
25. Гончаров Г.А. К истории создания водородной бомбы // УФН, 1997, №8, с. 903–912.
26. УФН, 1991, №5.
27. Гуревич И.И., Зельдович Я.Б., Померанчук И.Я., Харитон Ю.Б. Использование ядерной энергии легких элементов // УФН, 1991, №5, с. 171.
28. Создатели ядерного оружия. К5-11. – Саров: Изд-во РФЯЦ – ВНИИЭФ, 2004.
29. Сахаров А.Д. Воспоминания. – М.: Права человека, 1996. – 2 т.
30. Андрей Дмитриевич. Воспоминания о Сахарове. – М.: «Терра», 1990.
31. Космонавтика. Энциклопедия. – М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1985.
32. Волков Е.Б., Филимонов А.А., Бобырев В.Н., Кобяков В.А. Межконтинентальные баллистические ракеты СССР (РФ) и США. История создания, развития и сокращения. – М., 1996.
33. <http://www.astronaut.ru/books/afanasiev3/text/09.htm>.
34. Задача особой государственной важности. Из истории создания ракетно-ядерного оружия и Ракетных войск стратегического назначения (1945–1959). Сборник документов. – М.: Российская политическая энциклопедия, 2010.
35. Творческое наследие академика С.П. Королева. Избранные труды и документы. – М.: Наука, 1980.
36. Академик С.П. Королёв. Ученый, инженер, человек. – М.: Наука, 1987.
37. Конструкторское бюро «Южное» (1954–2014). – Днепропетровск, 2014.
38. Черток Б.Е. Ракеты и люди. Горячие дни холодной войны. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1999.
39. Однажды и навсегда: документы и люди о создателе ракетных двигателей и космических систем Валентине Петровиче Глушко. – М.: Машиностроение, 1998.

Основні періоди та етапи розвитку ракетно-космічної науки і техніки України в 1951—1991 рр.

Початок робіт з ракетної техніки в Україні (1951—1957)

На цьому етапі відбулась інституалізація наукових досліджень і дослідно-конструкторських розробок в галузі ракетної техніки та створення її інфраструктури. 28 листопада 1950 р. після прийняття на озброєння ракети Р-1, а пізніше її вдосконаленої версії Р-2, ухвалено рішення про організацію їх серійного виробництва. З метою вибору достатньо потужного та перспективного заводу для випуску ракет було організовано урядову комісію під керівництвом міністра озброєння СРСР Д.Ф. Устинова. Вона відвідала підприємства в містах Златоуст, Київ і Дніпропетровськ. Необхідно зазначити, що ще 24 липня 1944 р., відповідно до постанови Державного комітету оборони СРСР, у Дніпропетровську розпочалося будівництво автомобільного заводу і вже 1948 р. розпочато випуск продукції. На заводі було створено вантажівки ДАЗ-150 і ДАЗ-485. Це підприємство урядова комісія і обрала для випуску ракет. Постановою Ради Міністрів СРСР від 9 травня 1951 р. Дніпропетровський автомобільний завод Міністерства автотракторної промисловості та шинний завод Міністерства хімічної промисловості, що тоді тільки будувався, було об'єднано в єдиний Дніпропетровський машинобудівний завод № 586 Міністерства озброєння СРСР і переорієнтовано на виготовлення ракет [18, 19].

На заводі відбулася кадрова перебудова. Чимало спеціалістів з автомобілебудування було направлено до інших міст СРСР, частина конструкторів залишилась на підприємстві та пов'язала свою подальшу діяльність зі створенням нової техніки. Першим директором ра-

кетного заводу було призначено діючого директора ДАЗу Г.М. Григор'єва, у червні 1952 р. – Л.В. Смірнова, головним конструктором – В.С. Будника, заступника С.П. Корольова зі створення балістичних ракет.

Для забезпечення виробництва спеціалістами середньої ланки Дніпропетровський автомеханічний технікум передали з Міністерства автомобільної та тракторної промисловості СРСР до Міністерства озброєння СРСР та перейменували в Дніпропетровський механічний технікум. З метою освоєння технології ракетобудування в Дніпропетровську організовано філіал Московського науково-дослідного інституту технології машинобудування. В Дніпропетровському університеті створено фізико-технічний факультет, який згодом став базовим для комплектації заводу та його конструкторського бюро спеціалістами з ракетної техніки. Першочерговим завданням заводу визначалося освоєння серійного виробництва ракет, розроблених ОКБ-1 під керівництвом С.П. Корольова.

На той час ракету Р-1 було прийнято на озброєння, крім того розроблено ракету Р-2 з дальністю польоту 600 км і ракету Р-5 – до 1200 км.

Постановою Ради Міністрів СРСР від 1 червня 1951 р. «Про організацію серійного виробництва ракет Р-1» передбачалося на Дніпропетровському машинобудівному заводі №586 до кінця 1951 р. випустити 70 ракет Р-1, а в 1954 р. – 2500 ракет.

Для технологічного супроводження серійного ракетного виробництва на заводі організовано відділ під керівниц-

твом головного конструктора заводу, на цю посаду призначено В.С. Будника [20, 21]. Разом із ним з ОКБ-1 і ОКБ-486 до Дніпропетровська приїхали конструктори ракет М.Ф. Герасюта, П.І. Нікітін, В.М. Ковтуненко, М.С. Шнякін, І.І. Іванов, Ф.Ф. Фалунін, М.Б. Двінін, В.М. Лобанов та ін. Одночасно прибули спеціалісти з підприємства № 88 та інших організацій Міністерства озброєння СРСР.

Через півтора року Дніпропетровський машинобудівний завод почав видавати серійну продукцію. Водночас колективом його конструкторського бюро було модернізовано ракету Р-1, насамперед, за рахунок вдосконалення системи керування, вдвічі покращено точність влучення в ціль. Перші ракети, зібрані тут з вузлів і деталей НДІ-88 та заводу № 456, у липні 1952 р. відправлено на полігон Капустин Яр і вже в жовтні здійснено їх успішні пуски.

Наприкінці 1952 р. В.С. Будник доручив групі конструкторів розпочати проектні розробки ракети, яка мала відповідати двом вимогам: повинна тривалий час перебувати в заправленому стані для забезпечення швидкої підготовки до пуску та система її керування мала бути повністю автономною і забезпечувати достатньо точне влучення в ціль. З першого впливало, що ракета повинна працювати на висококиплячих компонентах палива. За прототип було взято ракету Р-5 розробки ОКБ-1, а двигун РД-211 із ОКБ-456, який працював на азотній кислоті та гасі.

Пропозиції КБ заводу № 586 по створенню власної ракети було підтримано в Головному артилерійському управлінні Міністерства оборони СРСР, і постановою Ради Міністрів СРСР від 13 лютого 1953 р. «Про план дослідно-конструкторських робіт по ракетах далекої дії на 1953–1955 рр.» дніпропетровському КБ ставилося завдання – розробити ракету

Р-12 з наступними характеристиками: дальність польоту – 1500 км, довжина ракети – не більше 25 м, стартова маса – не більше 35 т, вага вибухової речовини – не менше 1000 кг, система керування – радіотехнічна перешкодозахиснена [13, с. 312]. Головним конструктором розробки ракети Р-12 призначено В.С. Будника, до виконавців включено також завод № 586 і НДІ-88.

Весною–літом 1953 р. узгоджено технічні завдання суміжним організаціям по створенню Р-12: ОКБ-456 (В.П. Глушко) – по двигуну, НДІ-885 (М.О. Пілюгін) – по системі керування, ОКБ-10 (В.І. Кузнецов) – по гіроскопічних приладах, КБ Спеціального машинобудування (В.П. Бармін) – по стартовій позиції. Улітку того ж року проектний сектор КБ заводу №586 перетворено в проектний відділ під керівництвом М.Ф. Герасюти.

29 січня 1954 р. В.С. Будник звернувся до Д.Ф. Устинова з пропозицією створити на заводі № 586 дослідно-конструкторське бюро з необхідним експериментальним виробництвом. У результаті 10 квітня 1954 р., відповідно до Постанови ЦК КПРС і Ради Міністрів СРСР, на базі відділу головного конструктора заводу № 586 створено Особливе конструкторське бюро 586 (ОКБ-586) (з 1 жовтня 1966 р. – Конструкторське бюро «Південне») [19]. У ньому визначилося два напрямки робіт – дослідний і серійний. Перший включав проведення дослідно-конструкторських робіт, зокрема розробку ракети Р-12 під керівництвом головного конструктора ОКБ. 9 липня 1954 р. на цю посаду призначено М.К. Янгеля з НДІ-88 [22], його першим заступником став В.С. Будник. Керівником серійних робіт був головний конструктор заводу, який, з одного боку, підпорядковувався головному інженеру заводу, з іншого – головному конструктору ОКБ.

Свою діяльність у Дніпропетровську М.К. Янгель почав з організаційних питань. У запропонованому ним Положенні про ОКБ-586, яке підписав Міністр оборонної промисловості СРСР 13 листопада 1954 р., зазначалося: «ОКБ-586 є самостійною адміністративно-господарською організацією у складі заводу № 586, яка покликана вести дослідно-конструкторські роботи відповідно до завдань Міністерства оборонної промисловості щодо виробів «Р» і серійно-конструкторські роботи стосовно об'єктів серійного виробництва заводу № 586 МОП» [18].

З приходом М.К. Янгеля діяльність ОКБ-586 було спрямовано на створення рідинних ракет на висококиплячих компонентах палива з автономною системою керування. Для втілення ідеї в готову бойову ракету необхідно було пройти наступні етапи в її створенні: конструкторські роботи (загальна схема, компоновання тощо), розробки технічних завдань або вибір готових комплектуючих (двигунів, систем керування тощо), технологічна підготовка (вибір обладнання, розробка оснащення, технологій, нормування тощо), виготовлення дослідних зразків, їх випробування та ін. Ці цикли поклалися на ОКБ-586, потім проект передавали на завод № 586, де перевірялися нові технології, виконувалися робочі креслення, виготовлялися дослідні зразки, контролювалася якість та ін. Організацію виробництва ракет забезпечував головний інженер заводу № 586 – О.М. Макаров (у 1961–1986 рр. – директор заводу).

Взаємовідносини між ОКБ-586 та заводом №586 М.К. Янгель визначив наступним чином: «ОКБ – зростати та розвиватися як головній проектній організації на виробничій базі заводу. Заводу – зростати та міцніти як головному підприємству на основі та в процесі

матеріального втілення проектів КБ» [19, с. 9].

Першою ракетою, створеною в ОКБ-586, стала одноступінчаста ракета Р-12 (8К63). Її ескізний проект завершено в жовтні 1955 р., а 22 червня 1957 р. відбувся її перший пуск із полігону Капустин Яр. Наприкінці грудня 1958 р. її випробування успішно завершилися і вона була прийнята на озброєння (постанова уряду від 4 березня 1959 р.) [13, с. 762].

Ракета Р-12 стала першою стратегічною ракетою на висококиплячих компонентах палива з повністю автономною системою керування. Документацію на систему керування Р-12 розроблено СКБ харківського заводу «Комунар», створеного 1 січня 1952 р. для забезпечення конструкторського супроводження серійного виробництва на заводі приладів і систем керування розробки НДІ-885 (нині – „Хартон”) [23, 24]. Під керівництвом головного конструктора заводу А.М. Гінзбурга, за документацією НДІ- 885, виготовлялася та доставлялася Дніпропетровському заводу № 586 бортова апаратура, системи керування для ракет Р-1, Р-2, Р-5.

6 лютого 1953 р. постановою ЦК КПРС і Ради Міністрів СРСР у Києві на базі Електромеханічного заводу Міністерства шляхів сполучення СРСР організовано завод №679 (у подальшому – Київський радіозавод), підпорядкований Міністерству оборонної промисловості СРСР. Основною задачею підприємства було освоєння та виробництво радіолокаційних систем для оборонної техніки, а невдовзі виробництво бортової системи керування та наземного пусково-перевірного обладнання ракети Р-12 за документацією заводу «Комунар». Так, за документацією харківського СКБ заводу тут вироблялася автономна система керування ракети Р-12 і перші штатні комплекти поставлено в експлуатацію вже наприкінці 1958 р.) [25].

3 березня 1945 р. у Києві організовано виробництво оптико-механічних приладів на заводі № 784 (у подальшому — завод «Арсенал»), у якому створено Центральне конструкторське бюро, а 1956 р. у його структурі — КБ-7 (головний конструктор С.П. Парняков). З 1954 р. роботу ЦКБ було спрямовано на розробку систем прицілювання ракет.

Ще при створенні ракети Р-7 та її системи керування виникла необхідність у забезпеченні передстартової азимутальної орієнтації гіровертикальна системи керування. Задачу було вирішено у КБ-7 під керівництвом С.П. Парнякова. Було запропоновано оригінальний візуальний метод вертикальної передачі азимутального напрямку на приладовий відсік ракети Р-7 з використанням спеціальних візуально-оптичних приладів. На основі цього методу в КБ-7 було розроблено комплект візуальних приладів прицілювання 8Ш15, використання яких забезпечувало прицілювання перших ракет Р-7 при випробувальних пусках, а також при запусках перших трьох радянських штучних супутників Землі [13].

У створенні ракети Р-12 брала участь низка інститутів і установ АН УРСР та інших організацій УРСР. Ракета Р-12, завдяки простоті, дешевині, надійності та високій боездатності стала наймасовішою бойовою ракетою середньої дальності, прийнятою на озброєння в СРСР. У червні 1959 р. ОКБ і завод № 586 за її розробку нагороджено орденом Леніна, а М.К. Янгелю, В.С. Буднику і Л.В. Смірнову присвоєно звання Героя Соціалістичної праці. М.К. Янгель відзначив значний внесок у створення першої балістичної ракети ОКБ- 586 і суміжних організацій, насамперед, їх головних конструкторів — В.П. Глушка, М.О. Пілюгіна, В.І. Кузнєцова, В.П. Барміна та ін.

«Пуск Р-12 сповістив світ про народження нового творчого колективу самої високої кваліфікації під керівництвом нового Головного конструктора Михайла Кузьмича Янгеля», — писав через півстоліття Головний конструктор КБ «Південне» С.М. Коныхов [18].

В.П. Горбулін, Ю.О. Храмов

Робота КБ, НДІ і підприємств України в галузі ракетобудування (1954—1957)

13 травня 1946 вийшла постанова Уряду СРСР №1017-419сс «Питання ракетного озброєння», відповідно до якого були утворені спеціальні НДІ, КБ, випробувальні центри та дослідні заводи. Поруч наступних постанов (№4814-2095 від 4.12-1950г. Та інших) визначалися напрями створення балістичних ракет і крім спеціальних перепрофільованих і будуються заново, до проектування і виготовлення окремих вузлів і систем залучалися установи АН УРСР, галузеві НДІ, КБ і заводи різних відомств, розташовані на території УРСР. Розгортання промислово-

го ракетобудування наштовхнулося на значну кількість проблем технологічного характеру.

Значний внесок у виробництво систем керування (автономного радіо-керування) зробили підприємства Харкова. З 1952 р. завод «Комунар», відомий як виробник фотоапарата «ФЕД», паливних насосів для авіаційних двигунів і далекомірів, спеціалізувався на випуску бортової та наземної апаратури керування. Вже в тому році створено апаратуру систем керування ракет Р-1. До 1957 р. одночасно з основними конструкторськими розробками ракет під керів-

ництвом С.П. Корольова, М.К. Янгеля розроблено і освоєно виробництво систем керування ракетами Р-2, Р-5, Р-7 Р-7 і її модифікацій («Восток», «Молнія», «Союз») для здійснення пілотованих і безпілотових польотів космічних кораблів на навколоземній орбіті та до Місяця, Марса і Венери. Брав участь у створенні апаратури ракетних комплексів Р-11 і Р-12. Велике значення мало створення наприкінці 50-х років випробувально-пускового наземного електроустаткування для забезпечення запусків ракет.

У 1949-1954 р.р. на Харківському приладобудівному заводі (згодом ВО «Моноліт») налагоджено виробництво апаратури командних пунктів, диспетчерських радіолокаторів, спеціальної апаратури для ракетно-космічної техніки, в тому числі для першого штучного супутника Землі. У квітні – вересні 1957 р. на території СРСР сформовано 12 особливих науково-вимірювальних і спостережних пунктів для забезпечення льотних випробувань ракетно-космічної техніки, оснащених апаратурою, створеною на Харківському приладобудівному заводі.

З 1946 р. завод «Арсенал» в Києві зайнято випуском фотоапаратів, оптичних, оптико-механічних та оптико-електронних приладів. З 1954 р. підприємство виготовляло устаткування для космосу, оптичні елементи, обладнання, що використовувалося в авіації, головки оптичного типу для самонаведення ракет, устаткування гіроскопічного типу, що використовувалося для орієнтації і навігації. Всі космічні старту СРСР, Росії і України використовували оптико-електронні системи орієнтування виробництва заводу. Спеціальні фотоапарати використовувалися при фотографуванні з борту космічних кораблів серії «Восток», «Союз», міжпланетних станцій «Луна» і «Зонд»,

орбітальних станцій «Салют», а також застосовувалися при виході космонавтів у відкритий космос.

Київському заводу автоматики, спеціалізованому на проектуванні і виробництві гіроскопічних систем кораблів і торпед, було доручено розроблення, випробування і виробництво гіроскопічних електромеханічних командних приладів керування ракетної техніки.

Компонентами палива ракети були: рідкий кисень, спирт, газ, перекис водню. Ємкості з киснем обмерзали в будь-який час року і їх необхідно було поповнювати. Було потрібно сотні спеціальних алюмінієвих «цистерн-термосів» і резервуарів для компонентів ракетного палива. Спільно Інститутом електрозварювання АН України, Жданівський завод (тепер Маріупольський) і «Уралвагонзавода» (м. Нижній Тагіл), і ЦНДІ МПС в 1952 р. спроектовано конструкцію цистерни, що відповідає вимогам автоматичного дугового зварювання під флюсом і потокового виробництва на конвеєрі. Виробництво цистерн було налагоджено на заводах в Маріуполі і Нижньому Тагілі, виробництво баків - на заводі «Більшовик» у Києві.

У 1948 р. в Одесі побудовано автогенно-машинобудівний завод «Автогенмаш». У 1953 р. розпочато випуск повітророзподільчих установок і насосів, необхідних для виробництва кисню ракет для Р-1 та наступних типів. У 1954 р. побудовано цех кисневих машин. «Автогенмаш», (наступні назви - «Кріогенмаш», ТОВ «Кислородмаш») став лідером по проектуванню, виготовленню та обслуговуванню кріогенних повітророзподільчих установок.

Стартові комплекси і системи заправки ракет почали проектувати в Головному спеціалізованому конструкторсько-технологічному інституті, за-

снованому 1948 р. Маріуполі. У 1949 р. на Новокраматорському машинобудівному заводі було виготовлено перші лафетні установки і підйомний кран для

ракет Р-1 і Р-2; у 1950 р. — обладнання для запусків перших крилатих ракет ОКБ В.М.Челомея.

О.М. Корнієнко

Внесок інститутів АН УРСР у ракетну науку і техніку (1951— 1957)

ОКБ-586 та його Головний конструктор М.К. Янгель тісно взаємодіяли з інститутами Академії наук УРСР і провідними вищими навчальними закладами. 13 серпня 1955 р. Рада Міністрів СРСР прийняла постанову, якою зобов'язала Міністерство оборонної промисловості СРСР залучити науково-дослідні установи АН УРСР до виконання завдань, пов'язаних з розробкою ракети Р-12 в ОКБ-586. Розглянувши пропозиції Академії з цього питання, Міністерство вважало за доцільне включити до планів робіт академічних інститутів — математики, будівельної механіки, машинознавства та автоматики, фізико-технічного, металокераміки і спецсплавів ІІ тем, зокрема по Фізико-технічному інституту — розробку теплозахисних засобів для відокремлюваної головної частини й корпусу ракет типу Р-12 (науковий керівник — В.Є. Іванов) і по Фізико-технічному інституту та Інституту металокераміки і спецсплавів — створення матеріалів для газових рулів ракет типу Р-12 (В.Є. Іванов та І.М. Францевич).

У галузі ракетно-космічної науки і техніки Інститут будівельної механіки АН УРСР працював над розробкою проблем міцності і стійкості матеріалів і конструкцій, конструктивної міцності пластмас, упровадженням у ракетобудування таких матеріалів, як титан, армовані пластичні маси та ін.; створенням методів розрахунку та проектування разом із ОКБ № 586. Серед найважливіших результатів - роботи з динаміки ракет далекої дії, пов'язані з коливаннями та гасінням вібрацій констру-

цій на різних ділянках траєкторії польоту (О.М. Голубенцев, В.А. Лазарян, М.О. Кільчевський), з термопружності та термопластичності (А.Д. Коваленко), створення наукових основ конструктивної міцності пластмас (Н.М. Пономаренко).

В 1952 р. на базі відділу фізико-хімії металургійних процесів Інституту чорної металургії АН УРСР організовано Лабораторію спеціальних сплавів АН УРСР для розробки теоретичних основ і технології створення нових металокерамічних і кераміко-металічних матеріалів для промисловості та нової техніки, зокрема ракетно-космічної з високими показниками жаро- і ерозійної стійкості, широким використанням методів порошкової металургії (керівник - І.М. Францевич). У 1955 р. Лабораторію реорганізовано в Інститут металокераміки і спецсплавів АН УРСР. Біля витоків інституту разом з І.М. Францевичем стояли такі вчені, як Г.С. Писаренко, В.М. Єременко, І.М. Федорченко, Г.В. Самсонов.

Наприкінці 50-х років інститут активно включився в розробку абляційних теплозахисних матеріалів для ракетно-космічної техніки. У відділі «Матеріали аерокосмічної техніки» розроблялись теплозахисні матеріали і покриття, проводилися їх високотемпературні дослідження при радіаційному і конвективному нагріві. У 1958 р. І.М. Францевич вирішив створити власні експериментальні засоби. Стеновій групі, яка складалася з 8 робітників і техніків високої кваліфікації, (керівник В.С. Дверняков) доручено

створити газодинамічний стенд для дослідження зразків теплозахисних матеріалів.

У відділі композиційних матеріалів створювалися матеріали для внутрішнього теплового захисту найтеплонапруженіших зон ракетних двигунів. Для одного типу матеріалів допускалися зміни розмірів і винесення маси в процесі впливу на них високошвидкісних газових потоків, що містять значну кількість твердої фази (розтруби сопел), для іншого - подібні зміни виключалися (критичний перетин сопла). Як основа матеріалів першого типу за пропозицією І.М. Францевича прийнято полімерні композити з термореактивною матрицею, що містять тугоплавку складову, другого типу - псевдосплави тугоплавких металів і композити на основі карбідів перехідних металів четвертої та п'ятої груп Періодичної системи хімічних елементів.

З моменту створення відділу його керівниками були Д.М. Карпинос, Ю.Л. Пилиповський, Л.Р. Вишняков. Під керівництвом Т.В. Грудиної розроблено та впроваджено у виробництво понад 25 марок ерозійностійких теплозахисних композиційних матеріалів, багато з яких не мають аналогів у світовій практиці. Створено високоерозійностійкі матеріали на полімерній матриці, які армовані шарами вуглецевої або кремнеземної тканини і полотнами тугоплавких металів, що чергуються. Ерозійна стійкість таких вуглеметалопластиків і стеклометалопластиків у кілька разів перевищувала ерозійну стійкість відомих матеріалів.

Одним з активних учасників робіт у післявоєнні роки з проблеми використання атомної енергії в СРСР був Харківський фізико-технічний інститут. У промисловість впроваджено низку нових матеріалів, потужні технологічні процеси й установки, зокрема техно-

логія виготовлення тепловиділювальних елементів для атомних реакторів нового типу, технології виробництва високотемпературних нагрівачів; нанесення жароміцних, твердих і надтвердих покриттів на матеріали, що працюють в агресивних середовищах, високочисті матеріали й сплави на їхній основі; композиційні вуглець-вуглецеві матеріали та ін. (В.Є. Іванов).

В Інституті велись розробки вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів і технології піролітичного ущільнення, які дозволили істотно знизити масу соплових блоків ракет і виключити застосування дефіцитного вольфраму (В.Ф. Зеленський). Розроблено також методи й умови термомеханічної обробки й легування урану, які дають можливість у широких межах керувати структурою металу і здатністю до формозміни при радіаційному та інших видах впливу.

В Інституті математики у 1948 - 1955 рр. працював О.Ю. Ішлінський, який розробив тут теорію гіроскопів і теорії інерціальних систем навігації, автоматичного регулювання, режимів ковзання й двороторного гірогоризонткомпасу, які склали наукову базу систем керування балістичними ракетами та космічними апаратами. В 1957 р. він обґрунтував можливі оптимальні варіанти інерціального наведення центра мас ракети з мінімальною вагою вимірювальної бортової апаратури та мінімальним обсягом обчислень, обчислив точний час виключення двигунів. Такі системи наведення були на всіх балістичних ракетах перших поколінь — до появи на початку 70-х років бортових комп'ютерів.

21 лютого 1951 р. на базі Львівського відділу теорії пружності Інституту математики АН УРСР та Львівської групи Інституту автоматики і телемеханіки АН СРСР утворено Інститут маши-

нознавства і автоматики АН УРСР (з 1964 — Фізико-механічний інститут АН УРСР). Визначено основні напрями досліджень: теорія пружності та концентрація напружень навколо отворів; контактні задачі теорії пружності; стійкість пружних систем; вплив середовища та водню на міцність матеріалів; перетворення та передачі сигналів; прилади для пошуку корисних копалин та спецтехніки.

В інституті у 1957—1958 рр. створено технологічні основи високотемпературної міцності конструкційних матеріалів для космічної техніки, стійких до агресивних середовищ, розроблено методи збільшення їх жароміцності (Г.Г. Максимович та ін.).

У 1951 р. в Інститут електрозварювання АН УРСР розпочато наукові дослідження та інженерні розробки в галузі зварювання алюмінію та його сплавів, зокрема для потреб ракетно-космічної техніки створено спеціальний відділ впровадження обладнання і технологій в ракетобудуванні (керівник Б.А. Стебловський).

Спільно зі співробітниками Жданівського металургійного заводу (нині Маріупольський завод), «Уралвагонзаводу» з Нижнього Тагілу, МІІТ і ЦНДІ МПС (Москва) було спроектовано алюмінієву

цистерну, потокове виробництво яких впроваджували співробітники Інституту (І.А. Довбищенко та ін.) на заводах Маріуполя і в Нижнього Тагіла.

Спеціалісти створеного в Інституті відділу контролю якості разом з іншими установами розробили технологію та обладнання перевірки їх на герметичність. Роботи з герметичності почали виконувати разом співробітники ІЕЗ, КБ «Південне» і ПМЗ.

В ІЕЗ разом з Московським електроламповим заводом для аргоно-дугового зварювання розробили вольфрамові електроди з добавками елементів лантану і ітрію. В ІЕЗ створено нове обладнання та технології виготовлення паливних баків, несучих та інших конструкцій ракетно-космічної техніки з алюмінієвих і титанових сплавів із застосуванням дугового автоматичного зварювання в інертних газах (С.М. Гуревич, Д.М. Рабкін). Було розпочато пошук технологій підвищення термічної зносостійкості ракетних двигунів. Зокрема, Б.Є. Патон і Б.О. Мовчан розробили процеси нанесення тонкоплівкових покриттів методом термічного випарювання і конденсації речовин.

А.С. Литвинко

Підготовка спеціалістів для ракетно-космічної галузі в Україні

Початком спеціалізованої підготовки інженерів з ракетної техніки в СРСР вважають 1944—1946 рр., коли 1944 р. в Артилерійській академії розпочалася комплектація відділень з ракетної техніки, які стали основою створеного у 1945 р. факультету реактивного озброєння. Поштовх подальшому розвитку підготовки інженерів-ракетників надала Постанова Ради Міністрів СРСР «Питання реактивного озброєння» (1946). Саме в цьому році у Ленінградському

воєнно-механічному інституті створено першу в країні кафедру ракетобудування, а в липні 1946 р. і перший факультет реактивного озброєння. Низка відповідних спеціалізованих кафедр, головним чином з реактивного двигунобудування, було створено за липневим наказом міністра вищої освіти СРСР також в інших вищих технічних закладах. У 1948 р. в Московському вищому технічному училищі ім. М.Е. Баумана створено факультет «Ракетна техніка»,

попередником якого була створена ще 1938 р. кафедра реактивного озброєння.

Щодо України, то Міністерству озброєнь СРСР було запропоновано «організувати у Дніпропетровському механічному технікумі з 1 вересня 1951 р. підготовку спеціалістів з виробництва ракет і приладів до них». Крім того, перед Міністерством вищої освіти СРСР було поставлено низку завдань щодо підготовки інженерів-ракетників у Дніпропетровську: організувати до 1 вересня 1951 р. на фізико-математичному факультеті Дніпропетровського державного університету відділення керованих ракет, на гірничо-механічному факультеті Дніпропетровського гірничого інституту – відділення з електричних приладів для ракет, установити щорічний прийом на 1 курс цих відділень 50 чоловік; укомплектувати другі, треті й четверті курси відділення університету студентами відповідних курсів фізичних, фізико-математичних, фізико-технічних факультетів Дніпропетровського, Запорізького, Київського і Казанського університетів.

Установити кількість студентів на кожному курсі відділень по 25 чоловік. Строк навчання для студентів четвертих курсів продовжити на 5–6 місяців, покласти керівництво відділеннями на спеціально виділеного начальника відділення (заступника декана)».

На основі першого, другого і третього відділень, створених у 1951 р., з 1 вересня 1952 р. почав діяти фізико-технічний факультет як окремий підрозділ Дніпропетровського державного університету. Підставою його діяльності став новий наказ МВО СРСР від 11 вересня 1952 р., в якому зазначалося: «З метою розширення підготовки спеціалістів у галузі ракетної техніки:... організувати з 1 вересня 1952 р. на базі спеціального відділення «РС» факультет з відділеннями безпілотні літальні апарати, реактив-

ні двигуни; прилади систем керування (РС); розробити навчальний план і т. ін. Профіль спеціаліста – інженер-фізик. Термін навчання – 5 років».

МВО СРСР видало наказ від 15 вересня 1952 р., в якому йшлося, зокрема, про організацію спеціального факультету та прийняття на перший курс 250 чоловік, на старші курси по 75 чоловік, з них 200 чоловік понад план, затверджений міністерством. Доукомплектувати на перший курс 125 чоловік і на старші курси 75 чоловік за рахунок відбору студентів з інших установ.

Наказом по Дніпропетровському державному університету від 15 вересня 1952 р. про організацію спецфакультету створено три базові кафедри: безпілотних літальних апаратів; реактивних двигунів; систем керування. Крім звичайних посад декана та заступника декана введено посаду проректора зі спеціальної частини. Так було оформлено структуру фізико-технічного факультету, на початку його діяльності. У 1952–1953 рр. зазначені кафедри були номерними. Ці три кафедри відповідали основним напрямкам підготовки спеціалістів з ракетно-космічної техніки. Поступово відкривалися інші кафедри, які мали забезпечувати як загальнонаукову і загальнотехнічну підготовку студентів, так і спеціальну за новими напрямками.

На молодші курси набирали студентів з технічних вузів Дніпропетровська та інших міст. Студентів п'ятих курсів було набрано з механіко-математичного факультету Дніпропетровського університету та університетів Казані, Києва, Воронежа. Їм залишалося доучитися на додатковому (шостому) курсі. Перший контингент студентів за трьома напрямками фізико-технічного факультету, що охоплював усі курси, був встановлений у кількості 500 осіб. Але потреба у фахівцях з РКТ була значною, що відбилося й на прийомі студентів. Чисельний

склад ОКБ-586 почав зростати після приходу до його керівництва М.К. Янгеля та початку не тільки випуску ракети Р-1, але й розробки нових моделей бойових ракет. Уже у 1953 р. прийом на перший курс ФТФ був затверджений на рівні 300 чоловік, у 1954 р. – 400.

Успішний контингент студентів вдалося сформувати досить швидко. У перші роки навчання тривало п'ять років. Розподіл за напрямками відбувався на третьому курсі за бажанням студентів. Спецкурси починали читати з третього курсу. На п'ятому курсі студенти проходили в першому семестрі практику на заводі, а в другу зміну навчалися. Після практики вони отримували посвідчення кваліфікованих робітників 4-го і 5-го розрядів, диплом захищали в червні.

Труднощі в організації навчального процесу спочатку створювала матеріальна база. Важливою особливістю факультету була його засекреченість. Факультет не мав власного корпусу і студенти вчилися у різних місцях й навіть в орендованих приміщеннях середніх шкіл. Аудиторій не вистачало. Це призводило до того, що на аудиторію для роботи з секретними спецкурсами, яка вміщувала близько 40 студентів, припадало понад 400. Отже, головною ознакою становлення навчального процесу у 1951–1955 рр. була невідповідність матеріальної бази тій кількості студентів, яких необхідно було навчати. Напругу було знято відбудовою зруйнованого під час війни університетського корпусу № 3.

Проблеми спочатку були і з викладацьким складом. Головні з них – це відсутність штатних кваліфікованих викладачів, враховуючи розмаїття напрямків і спеціальностей, за якими велася підготовка студентів і те, що чимало дисциплін було з нової (ракетної) техніки. Факультет залучав до викладання спеціальних профільних дисциплін

досвідчених фахівців, які працювали в ОКБ-586 та на заводі. Серед них були, зокрема, такі відомі нині вчені і спеціалісти з ракетної техніки, як В.М. Ковтуненко, В.С. Будник, М.Ф. Герасюта, І.І. Іванов, П.І. Нікітін, Е.М. Кашанов, Л.А. Кущев, М.І. Дупліщев, М.С. Шнякін, М.Д. Назаров та інші. І навпаки, університетські викладачі набували практичного досвіду з нової техніки і переносили його в аудиторії, працюючи за сумісництвом у КБ та на заводі (В.І. Моссаковський, І.І. Морозов, Г.Д. Макаров, В.А. Махін та інші). З Московського авіаційного інституту було переведено для викладання доктора технічних наук Ю.М. Гризодуба та з МВТУ – доцентів М.Ф. Краснова і Ю.О. Балакірева.

Все це сприяло розгортанню з перших років існування факультету інженерної і науково-дослідної роботи студентів. Вже в перші два роки створено наукове студентське товариство, яке об'єднувало у 1953–1954 рр. через студентські гуртки близько 90 студентів. У цей період працювали такі студентські наукові гуртки: фізичний, математичний, радіофізичний, проблем опору матеріалів, з теорії машин і механізмів, гуртки при кафедрах радіофізики, аеромеханіки і теорії пружності та інші. Виконувалися як теоретичні, так і практичні роботи. Студенти почали брати участь також у наукових конференціях поза межами університету. Зокрема, на початку квітня 1956 р. 5 студентів-фізтехівців виступили з доповідями в МВТУ ім. М.Е. Баумана. Роботи трьох студентів було представлено на науковій конференції Ленінградського військово-механічного інституту.

Всі ці заходи безсумнівно сприяли підготовці висококваліфікованих кадрів з нової техніки. Головними споживачами інженерних кадрів, підготовлених на ФТФ у 1953–1956 рр.,

були підприємства оборонної, авіаційної промисловості та пов'язані з діяльністю відповідних міністерств. Наприклад, випускники 1953 р. були направлені головним чином на підприємство п/с 186 (майбутній Павлоградський механічний завод), м. Довгопрудне – 3 чол., м. Хімки – 3 чол., Москва – 2 чол., Тушино – 3 чол., Горький – 6 чол.; у розпорядження Міністерства оборонної промисловості – 13 чол., Міністерства авіаційної промисловості – 5 чол. Багато хто з перших випускників досягли в майбутньому значних успіхів на практичній та викладацькій роботі. Так, з першого випуску ФТФ професорами стали О.М. Кваша та Г.Д. Макаров. Серед перших випускників: Г.Г. Команов (Герой Соціалістичної Праці, начальник виробництва заводу «Південмаш»), В.М. Шкуренко (директор Павлоградського механічного заводу) та інші відомі фахівці ракетно-космічної галузі.

У 1951–1957 рр. ФТФ Дніпропетровського університету фактично був єдиним «ракетним» факультетом в Україні, на якому відбувалася комплексна підготовка фахівців з ракетно-космічної техніки. У деяких інших навчальних закладах інженерного профілю

на споріднених факультетах у цей час засновувалися кафедри за певними напрямками, близькими до ракетно-космічної галузі. Так, у Харківському авіаційному інституті з 1947 р. на кафедрі авіаційних двигунів, де професор І.П. Голдаєв вже читав лекційні курси з ракетних двигунів, почали відбуватися захисти дипломних проектів з ракетної тематики. В подальшому (з 1959 р.) на авіаційному факультеті почалася підготовка фахівців з проектування і виробництва ракетних апаратів. Передумови підготовки фахівців з деяких напрямків, важливих для ракетно-космічної техніки, наприкінці 50-х – на початку 60-х рр. почали також створюватися на інженерно-фізичному факультеті Харківського політехнічного інституту. Зазначені напрями підготовки кадрів для ракетно-космічної галузі дістали подальшого розвитку в 60–70-ті рр.

Так завершився перший, початковий, етап історії розвитку ракетної техніки України, яка була спрямована в рамках єдиного радянського військово-промислового комплексу на створення бойових ракет і цілісної мережі установ, що забезпечували їх виробництво.

В.С. Савчук

ЛІТЕРАТУРА

1. Пионеры ракетной техники: Гансвиндт, Годдард, Эно-Пельтри, Оберт, Гоман / под ред. Т.М. Мелькумов. – М.: Наука, 1977.
2. Бубнов Н.И. Роберт Годдард (1882–1945) / Н.И. Бубнов. – М.: Наука, 1978. – 224 с.
3. Пионеры ракетной техники: Кибальчич, Циолковский, Цандер, Кондратюк. – М.: Наука, 1964. – 670 с.
4. Пионеры ракетной техники: Ветчинкин, Глушко, Королев, Тихонравов / под ред. Т.М. Мелькумов. – М.: Наука, 1972. – 796 с.
5. Циолковский К. Избранные труды / Константин Циолковский. – М.: АН СССР, 1962. – 533 с.
6. Раушенбах Б.В. Герман Оберт (1894–1989) / Б.В. Раушенбах. – М.: Наука, 1993. – 189 с.
7. Цандер Ф.А. Собрание трудов / Фридрих Артурович Цандер / под ред. Г. Тетерс. – Зинанте, 1977. – 568 с.
8. Даценко А.В., Прищепа В.И. Юрий Васильевич Кондратюк / А.В. Даценко, В.И. Прищепа. – М.: Наука, 1997. – 157 с.
9. Творческое наследие академика С.П. Королева. Избранные труды и документы. / под ред. М.В. Келдыша – М.: Наука, 1980. – 591 с.
10. Ишлинский А.Ю. Академик С.П. Ко-

- ролев: учений, инженер, человек: творческий портрет по воспоминаниям современников / Александр Юльевич Ишлинский. — М.: Наука, 1986. — 518 с.
11. Однажды и навсегда: документь и люди о создателе ракетных двигателей и космических систем академике Валентине Петровиче Глушко. — М.: Машиностроение, 1998. — 632 с.
 12. Лангемак Г.З., Глушко В.П. Ракеты, их устройство и применение / Г.Э. Лангемак, В.П. Глушко. — М.-Л.: ОНТИ, 1935. — 120 с.
 13. Задача особой государственной важности. Из истории создания ракетно-ядерного оружия и Ракетных войск стратегического назначения (1945–1959 гг.): сборник документов. — М.: Российская политическая энциклопедия, 2010.
 14. Российская космонавтика в архивных документах. — М.: Родина МЕДИА, 2011. — 2 кн.
 15. Карпенко А.В., Уткин А.Ф., Попов А.Д. Отечественные стратегические ракетные комплексы / А.В. Карпенко, А.Ф. Уткин, А.Д. Попов. — СПб: Невский бастион, 1999. — 288 с.
 16. Лапыгин В.Л. Вклад академика Н.А. Пилюгина в дело отечественного ракетостроения. К 90-летию со дня рождения / В.Л. Лапыгин // Ракетостроение и космонавтика, 1998.
 17. Корнеев Н.М., Неустроев В.Н. Генеральный конструктор, академик Владимир Павлович Бармин / Н.М. Корнеев, В.Н. Неустроев. — М., 1999.
 18. Белый А.Ф. Призваны временем. От противостояния к международному сотрудничеству / А.В. Белый, В.Г. Васильев, В.В. Зуев и др. / под ред. С.Н. Конюхова. — Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2004. — 765 с.
 19. Ракеты и космические аппараты Конструкторского бюро «Южное» / под ред. С.Н. Конюхова. — Днепропетровск: ГКБ «Южное» им. М.К. Янгеля, 2000. — 240 с.
 20. Будник. Дело всей жизни. — Днепропетровск: АРТ-Пресс, 2013. — 586 с.
 21. Личное дело академика Будника В.С. — Архів Президії НАН України. — Оп. 646. — 46 л.
 22. Михаил Янгель. Воспоминания о первом Главном конструкторе КБ «Южное» / под ред. С.Н. Конюхова. — Днепропетровск: ГКБ «Южное», 2006. — 275 с.
 23. Гончар А.С. Звездные часы ракетной техники. Воспоминания / А.С. Гончар. — Харьков: Факт, 2008. — 400 с.
 24. Айзенберг Я.Е. Ракеты. Жизнь. Судьба / Я.Е. Айзенберг. — Харьков: Инвестор, 2010. — 159 с.
 25. Василенко Б.О. Дмитро Гаврилович Топчий. Розповідь про Генерального директора / Борис Омелянович Василенко. — Д.: Верба, 2008. — 416 с.
 26. Савчук В.С., Санін Ф. П., Яценко В.Я., Кавун М.Е., Портнов А.В. Секретний підрозділ галузі: Нариси історії фізико-технічного інституту Дніпропетровського національного університету. — Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. ун-ту. 2001.

Створення бойових стратегічних балістичних ракет і ракетних комплексів чотирьох поколінь (1957-1991)

Зазначимо, що розглядуваному періоду передував етап формування ракетної техніки України, її інституалізації, створення структур, необхідних для нормального функціонування ракетної галузі (1951—1957). Ядром ракетної галузі стали Дніпропетровський центр в складі ОКБ-586 (надалі КБ «Південне») як головної ланки і машинобудівного заводу № 586 (Південний машинобудівний завод, або Південмаш) та Сектор проблем технічної механіки (в подальшому Ін-

ститут технічної механіки НАН України) як теоретична база. Саме Конструкторським бюро ОКБ-586 (КБ «Південне») та Дніпропетровським машинобудівним заводом №586 у співпраці з багатьма організаціями СРСР створено чотири покоління бойових балістичних ракет (1957—1990), які ставилися на озброєння ракетних військ стратегічного призначення СРСР і були основою радянського ядерно-ракетного щита.

Створення та виготовлення бойових балістичних ракет першого покоління (1957-1966)

Ракета Р-12.

22 червня 1957 р. здійснено успішний пуск ракети Р-12, розробленої в КБ «Південне» та виготовленої на Південмаші, з полігону Капустін Яр в Астраханській області. В жовтні 1958 р. на заводі № 586 розпочато її серійне виробництво, а 4 березня 1959 р. вона була прийнята на озброєння і на бойовому чергуванні перебувала до 1988 р. Тим самим було перервано монополію ОКБ-1 С.П. Корольова в радянській ракетній техніці.

Предтечею ОКБ-586, створеного в квітні 1954 р., був відділ головного конструктора Дніпропетровського машинобудівного заводу № 586, реорганізований в середині 1952 року в СКБ з обслуговування серійного виробництва на заводі корольовських ракет Р-1 і Р-2, прийнятих на озброєння відповідно в 1950 і 1951 рр. [2, 3, 4]. Однак така робота не влаштувала колектив СКБ заводу, який вже тоді налічував близько 100 молодих інженерів і техніків, які спеціалізувалися в галузі ракетної тех-

ніки. Тому наприкінці 1952 р. головний конструктор заводу В.С. Будник прийняв рішення розпочати розробку власної ракети середньої дальності Р-12 на висококиплячих компонентах палива. Це рішення було пов'язане з тим, що замовники військового відомства вимагали нову бойову ракету з більш високими характеристиками, оскільки ракети Р-1 і Р-2 через невелику дальність і ефективність не були стратегічною зброєю, хоча і несли досить серйозну загрозу для американських військових баз, розташованих поблизу кордонів СРСР в Європі та Азії. Доречно нагадати, що на початку 50-х рр. США і Радянський Союз досягли певних успіхів у створенні одного з ключових компонентів стратегічних озброєнь — ядерних зарядів і мали в своїх арсеналах атомні бомби та водневі, що тільки з'явилися. Однак, щодо засобів доставки їх у потрібні точки сторони були в нерівному положенні. Якщо США, що мали військові бази в Англії, Італії, Туреччині, Південній Кореї і Японії, могли вико-

ристовувати бомбардувальну авіацію для нанесення ядерних ударів по Радянському Союзу, то СРСР не мав тоді ні відповідних баз, ні бомбардувальників типу В-29. Тому керівництвом країни було прийнято рішення використовувати потенціал ракетної техніки як єдину можливість для досягнення паритету в стратегічних ядерних озброєннях. Вся відповідальність за рішення цього завдання спочатку лягла на ОКБ-1 С.П. Корольова.

Однак незабаром радянське керівництво дійшло висновку, що не можна довіряти ракетне озброєння країни одній організації і одній людині, навіть настільки авторитетній, як С.П. Корольов. Тому 13 лютого 1953 року Рада Міністрів СРСР прийняла постанову, якою СКБ заводу № 586 доручалася розробка нової бойової ракети Р-12 середнього радіусу дії.

Постанова Ради Міністрів СРСР №442-212 «Про план дослідно-конструкторських робіт по ракетах дальньої дії на 1953-1955 рр.» [5, с. 312-316]:

13 лютого 1953 р. Цілком таємно. Особливої важливості.

Рада Міністрів Союзу РСР постановляє:

1. Зобов'язати Міністерство озброєння (т. Устинова) розробити спільно з Міністерством промисловості засобів зв'язку, Міністерством суднобудівної промисловості, Міністерством машинобудування і приладобудування, Міністерством електропромисловості, Міністерством сільськогосподарського машинобудування та іншими суміжними міністерствами, виготовити і пред'явити на залікових (спільні Військового міністерства СРСР і міністерства озброєння) випробування наступні зразки ракет дальньої дії з комплектом наземного обладнання для них:

а) в жовтні 1953 року партію ракет далекого дії Р-5 в кількості 10 штук з наступними основними характеристиками:

найбільша прицільна дальність польоту — 1200 км;

максимальне відхилення від цілі на найбільшій прицільній дальності польоту: по дальності — ± 6 км (1 Вд не більше 1,5

км), в бічному напрямку — ± 5 км (1 Вд НЕ більше 1,25 км);

загальна довжина ракети не більше — 22 м;

стартова вага ракети не більше — 30 т;

вага вибухової речовини — 1000 кг;

паливо: окислювач — рідкий кисень,

пальне — етиловий спирт (або його замінники);

тяга двигуна біля землі — 43 т;

система керування — радіотехнічна.

Затвердити головним виконавцем розробки ракети дальньої дії Р-5 — НДІ-88 Міністерства озброєння, головний конструктор т. Корольов С.П., заступник головного конструктора т. Мишин В.П., директор НДІ-88 Янгель М.К.

б) в березні 1954 р. партію ракет далекої дії Р-11 ...;

в) в серпні 1955 р партію ракет далекого дії Р-12, в кількості 10 штук, з наступними характеристиками:

найбільша прицільна дальність польоту - 1500 км;

максимальне відхилення від цілі на найбільшій прицільній дальності польоту:

по дальності — ± 6 км (1 Вд не більше 1,5 км),

в бічному напрямку — ± 5 км (1 СБ не більше 1,25 км);

загальна довжина ракети не більше — 25 м;

стартова вага ракети не більше — 35 т;

вага вибухової речовини не менше — 1000 кг;

паливо: окислювач — азотна кислота з оксидами азоту, пальне — газ;

тяга двигуна біля землі — 50 т;

система керування — радіотехнічна перешкодозахищеність.

Затвердити головним виконавцем розробки ракети далекої дії Р-12 завод № 586 Міністерства озброєння, головний конструктор — т. Будник В.С., заступник головного конструктора — т. Шнякін Н.С., директор заводу № 586 — т. Смірнов Л.В.

За участю НДІ-88 Міністерства озброєння, директор НДІ-88 - Янгель М.К., начальник ОКБ - т. Корольов С.П.

Голова Ради Міністрів Союзу РСР

Й. Сталін

Керуючий справами Ради Міністрів РСР

М. Помазаєв

Для успішного виконання завдання з розробки ракети Р-12 В.С. Будник звернувся до уряду з пропозицією організувати на базі заводського СКБ автономне

ОКБ зі створення власних бойових ракет на висококиплячому (довгозберезуваному) паливі зі збереженням на ньому робіт із супроводу серійного випуску корольовських ракет. Постановою ЦК КПРС і Ради Міністрів СРСР 10 квітня 1954 р. таке КБ було створено — ОКБ-586, і його головним конструктором 9 липня став М.К. Янгель [6, 7], першим заступником — В.С. Будник [8, 9], головним конструктором заводу № 586 — Н.С. Шнякін [10], одночасно очоливши на ньому серійний напрямок робіт.

М.К. Янгель відразу ж вирішив сформувати в Україні мережу організацій, працюючих на основі тісної кооперації з ОКБ-586 як підприємств-суміжників ракетно-космічної техніки.

Ними стали ЦКБ київського заводу «Арсенал», підрозділи Київського радіозаводу і ВО «Київприлад», ОКБ-692 в Харкові (згодом — «Електроприладобудування», потім — «Хартрон»), Павлоградський хімічний і механічний заводи та ін. Безпосередньою підготовкою кадрів для нової галузі займалися Дніпропетровський університет і Харківський авіаційний інститут.

Зміцнювалися й зв'язки ОКБ-586 з провідними організаціями ракетного комплексу Російської Федерації. Це, перш за все, НДІ-88 з ОКБ-1 С.П. Корольова (надалі — Центральний науково-дослідний інститут машинобудування, ЦНДІМАШ), ОКБ-456 В.П. Глушка (нині — НВО «Енергомаш ім. академіка В.П. Глушка»), ОКБ-154 (нині — КБ Хімавтоматика), СКБ-385 (нині — ГРЦ ім. академіка В.П. Макеєва), НДІ-9 (нині — Федеральний науково-виробничий центр «Алтай») та ін.

З приходом в ОКБ-586 М.К. Янгеля роботи в ньому отримали потужний імпульс і наповнилися новим змістом. Ознайомившись з ескізним проектом ракети Р-12, порівнявши бойові характеристики ракет Р-12 і Р-5М, що розро-

блялися в ОКБ-1, М.К. Янгель вирішив скорегувати його, оскільки вважав, що Р-12 повинна перевершувати за тактико-технічними характеристиками ракету Р-5М. До переходу в ОКБ-586 він очолював в НДІ-88 розробку попередньої схеми Р-12, і в квітні 1953 р. технічна документація по ній була передана заводу № 586. При обіцяній високій боєготовності ракети М.К. Янгель запропонував: забезпечити дальність її польоту 2000—2100 км; ввести автономну бортову систему управління в ній замість складної системи наземної корекції траєкторії польоту; застосувати термоядерний заряд, а не ядерний, як в Р-5М; використовувати висококиплячі компоненти в ракетному паливі. До цього часу дослідження показали, що використання висококиплячих окислювачів, хоча і призводить до деякого зниження питомої тяги двигуна, дає низку переваг, головними з яких є можливість тривалого зберігання ракети в заправленому стані без втрати палива через випаровування і скорочення часу підготовки ракети до пуску. При цьому доводилося вирішувати питання вибору конструкційних матеріалів та забезпечення їх стійкості до агресивного середовища, стабільності компонентів палива при тривалому знаходженні в баках та ін. (С.П. Корольов вважав використання висококиплячого палива в ракетах великої дальності недоцільним і безперспективним, однак практика засвідчила про інше).

Новий ескізний проект Р-12 було завершено в березні 1955 р. і схвалено Міністерством Збройних сил СРСР і Міністерством оборонної промисловості СРСР. У серпні розробку двигуна для Р-12 з використанням висококиплячого палива було доручено ОКБ-456 В.П. Глушка. З урахуванням внесених М.К. Янгелем енергоексплуатаційних характеристик ракети Р-12, двигун 8Д59 допрацювали в ОКБ-456 і передали в

серійне виробництво. Відповідно до нової постанови Ради Міністрів СРСР від 13 серпня 1953 рік, було внесено також низку змін у саму ракету.

З постанови Ради Міністрів СРСР № 1501-839 «Про спорядження ракети Р-12 спеціальним зарядом і поліпшення її основних тактико-технічних даних» [5, с. 493-496]:

Москва, Кремль 13 серпня 1955 р.

Цілком таємно. Особлива папка. Зберігати нарівні з шифром.

Про спорядження ракети Р-12 спеціальним зарядом і поліпшення її основних тактико-технічних даних.

З метою спорядження ракети Р-12, що розробляється на висококиплячому окислювачі, спеціальним зарядом і поліпшення її основних тактико-технічних характеристик на часткову зміну постанови Ради Міністрів СРСР від 13 лютого 1953 р № 442-212 Рада Міністрів Союзу РСР постановляє:

1. Прийняти пропозиції Міністерства оборонної промисловості, Міністерства радіотехнічної промисловості, Міністерства середнього машинобудування і Міністерства оборони СРСР: про додаткову розробку для ракети Р-12 бойової частини зі спеціальним зарядом збільшеної ефективності ударного і дистанційного підриву;

про збільшення максимальної прицільної дальності ракети Р-12 з 1500 км до 2000 км;

про застосування в ракеті Р-12 автономної системи управління, що забезпечує максимальне відхилення від цілі при пусках на найбільшу прицільну дальність по дальності ± 5 км і в бічному напрямку ± 4 км, з допустимим відхиленням окремих виробів не більше 10% в межах по дальності ± 7 км і в бічному напрямку ± 6 км.

7. На часткову зміну та доповнення постанови Ради Міністрів СРСР від 13 лютого 1953 р № 442-212 затвердити:



Ракета Р-12 на старті.

т. Янгеля М.К. — головним конструктором виробу в цілому (ОКБ-586 Міністерства оборонної промисловості);

т. Будника В.С. — заступником головного конструктора виробу в цілому (ОКБ-586 Міністерства оборонної промисловості); т. Гінзбурга А.М. — заступником головного конструктора системи керування (СКБ-897 Міністерства радіотехнічної промисловості); т. Каткова Г.Ф. — головним конструктором бортового електроустаткування (СКБ-699 Міністерства електротехнічної промисловості).

8. Зобов'язати Міністерство оборони СРСР:

а) підготувати станом на 1 квітня 1956 р Державний центральний полігон для льотно-конструкторського відпрацювання виробів Р-12 на повну дальність.

Заст. Голови Ради Міністрів Союзу РСР М. Пурвухін.

Заст. Керуючого справами Ради Міністрів СРСР М. Сміртюков.

Головні виконавці ракети Р-12:

Ракети в цілому — ОКБ-586 і Південний машинобудівний завод № 586 (Дніпропетровськ);

по двигуну — ОКБ-456 (Московська обл.);

по системі керування — НДІ-885 (Москва);

по гіроскопічних приладах — ОКБ-10 (Красноярськ-26, нині Железногорськ Красноярського краю);

по стартовій позиції — ДСКБ спеціального машинобудування (Москва).

Основні тактико-технічні характеристики ракети Р-12:

Діаметр корпусу — 1652 мм, по стабілізаторах — 2652 мм;

Довжина з головною частиною — 22768 мм;

Стартова маса ракети — 41920 кг;

Дальність стрільби — 2080 км;

Вага, що підлягає закиданню — 1400—1600 кг;

Головна частина — термоядерна, моноблочна, потужність — 1 Мт або 2,3 Мт;

Паливо — ТМ-185 (суміш вуглеводнів, близька до скипидару);

Робоча рідина — продукт 030 (80% пероксиду водню);

Окислювач — АК-27І;

Пускове паливо — ТГ-02.

У створенні ракет Р-12 брали участь низка інститутів і установ АН УРСР та інших організацій УРСР.

Для прискорення виготовлення ракет заводу № 586 було передано експериментальне виробництво ОКБ-586, внаслідок чого завод став не тільки вироб-

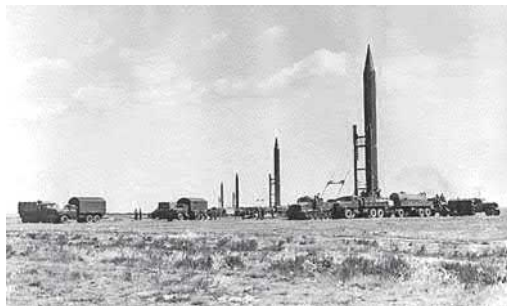
ником серійних виробів, а й учасником спільної з КБ розробки та доведення дослідних зразків у цехах, на випробувальній станції та полігонах.

Серійне виробництво Р-12 відбувалося на чотирьох заводах СРСР — в Дніпропетровську, Омську, Пермі і Оренбурзі, всього їх було виготовлено понад 2300.

Наявність на бойовому посту ракет Р-12 (з 1959 р.) і Р-5М (з 1956 р.) стало підставою для створення в грудні 1959 р. в складі Радянської армії нового виду Збройних сил СРСР — Ракетних військ стратегічного призначення. Очолив їх заступник міністра оборони СРСР, головний маршал артилерії М.І. Неделін.

Ракета Р-12 стала першою радянською стратегічної бойовою ракетою на висококипячих компонентах палива з автономною системою керування. Для запуску двигуна застосовувалося пускове паливо ТГ-02, самозаймисте з окислювачем АК-27І. Сам двигун був першим вітчизняним рідинним ракетним чотирикамерним двигуном РД-214 розробки ОКБ-456 (головний конструктор В.П. Глушко). Документація на систему керування Р-12 розроблялася в СКБ харківського заводу «Комунар», створеного 1 січня 1952 року для забезпечення конструкторського супроводу серійного виробництва на заводі приладів і систем управління розробки НДІ-885 [11]. В КБ Київського радіозаводу по документації харківського СКБ виготовлялася автономна система керування ракети Р-12. Розробкою системи прицілювання займалися в ЦКБ заводу «Арсенал» в Києві під керівництвом головного конструктора С.П. Парнякова [12].

Зі створенням ракети Р-12 в Дніпропетровську розпочався новий етап у ракетно-космічній техніці України. Вона стала першою бойовою ракетою першого покоління ракет, що розроблялися в ОКБ-586 і виготовлялися на



Дивізіон ракет Р-12 на стартовій позиції

заводі № 586. Її випуск сповістив про народження в Дніпропетровську нового ракетно-космічного центру СРСР, який працював в єдиному військово-промисловому комплексі, яскравим свідченням чого є перелік тих організацій з різних

куточків Радянського Союзу, з якими в кооперації створювалися і тиражувалися ці високотехнологічні вироби.

В.П. Горбулін, Ю.О. Храмов

Шахтні пускові ракетні установки

Застосування в ракеті Р-12 висококиплячого тривалого зберігання ракетного палива вирішило проблему забезпечення високої боєготовності (ракета могла перебувати в заправленому стані 30 діб), але вона була вразлива при старті з наземних установок у разі нанесення противником удару по ракетній позиції. Р-12, як і попередні радянські ракети, була створена для відкритого наземного старту. Ракети довжиною в десятки метрів стоять вертикально на бойовому чергуванні і вони були абсолютно незахищеними від впливу ядерного вибуху. Для забезпечення захищеності почали розробляти ракети, які розміщувалися і могли стартувати з шахтних пускових установок (ШПУ). Першими це зробили в кінці 50-х рр. американці, які розмістили ракети «Атлас» і «Титан-1» в підземних колодязях у вертикальному положенні з попередньо заправленим паливом (до 1962 р 87% їх ракет розміщувалося в шахтних сховищах).

Створені в КБ «Південне» наприкінці 50-х – початку 60-х рр. бойові ракетні комплекси – Р-12, Р-14, Р-16, а також Р-9А ОКБ-1, обладнані термоядерними головними частинами, являли собою зброю величезної руйнівної сили. Під час зберігання їх захист забезпечувався спеціальними залізобетонними спорудами, де вони розміщувалися в горизонтальному положенні. Але ці ракети було створено з розрахунку на використання відкритого наземного старту. Під час бойового чергування встановле-

ні на стартовому столі ракети заввишки у десятки метрів були абсолютно незахищеними від ядерного впливу супротивника. З розрахунків випливало, що ядерний вибух потужністю в 1 М на відстані 5 км знищував ракету, що перебуває на наземному пусковому пристрої.

Наприкінці 50-х років стало відомо, що американці стали розміщують найновіші міжконтинентальні ракети «Атлас» і «Титан» у підземних колодязях у вертикальному положенні з попередньо заправленим висококиплячим паливом. Перед пуском за допомогою спеціального механізму ракети піднімали на поверхню, де здійснювали їх заправку окиснювачем – рідким киснем та автоматичну підготовку до пуску. Усе це займало 15 хвилин. Пуск ракети здійснювали як зі звичайного наземного старту.

У вересні 1958 р. головний маршал артилерії М.І. Неделін, заступник міністра оборони СРСР із спеціального озброєння і реактивної техніки, поста-



Шахтний ракетний комплекс для ракети Р-12У

вив перед вченими та конструкторами завдання щодо необхідності розташувати стратегічні балістичні ракети в шахтних пускових установках. З самого початку передбачалося не тільки збереження ракет під землею, але й забезпечення можливості їх підземного старту.

Спеціалісти з НДІ-88, НДІ-4 опрацювали ряд варіантів шахтних пускових установок. Після погодження з М. К. Янгелем залишилися три варіанти:

шахта для однієї ракети зі спорудами для технологічних систем, перевірно-пускової апаратури та іншого необхідного для пуску спеціального устаткування;

груповий старт з чотирма шахтами, розміщеними по кутах квадрата зі стороною 40 м і однією спорудою для забезпечення експлуатації всіх ракет;

одна пускова шахта з обертальним барабаном на чотири ракети й однією спорудою для забезпечення експлуатації всіх ракет (аналогічно проекту 667АПЛ з ракетами Р-21 комплексу Д-4 ВМФ).

У листопаді 1958 р. маршал М. І. Неделін ухвалив рішення про будівництво на ГЦП-4 двох дослідних шахт для натурного експерименту з пуском ракети Р-12. Протягом місяця спеціалісти НДІ-88, НДІ-4, ЦПІ-31, ОКБ-586 і ГСКБспецмашу обрали місце для будівництва дослідних шахтних пускових установок. Необхідно було вирішити безліч технічних проблем: щодо розробки конструкції шахти, забезпечення газодинамічного старту ракети з ШПУ (на власних двигунах), обладнання захисного даху ШПУ та інших, а також необхідних змін у конструкції ракети.

В стислі строки було побудовано експериментальну шахту «Маяк» з підземним бункером для перевірно-пускової апаратури, віддаленим від шахти на відстань близько 150 м. Під час створення першої ШПУ військові будівельники стикнулися на глибині близько



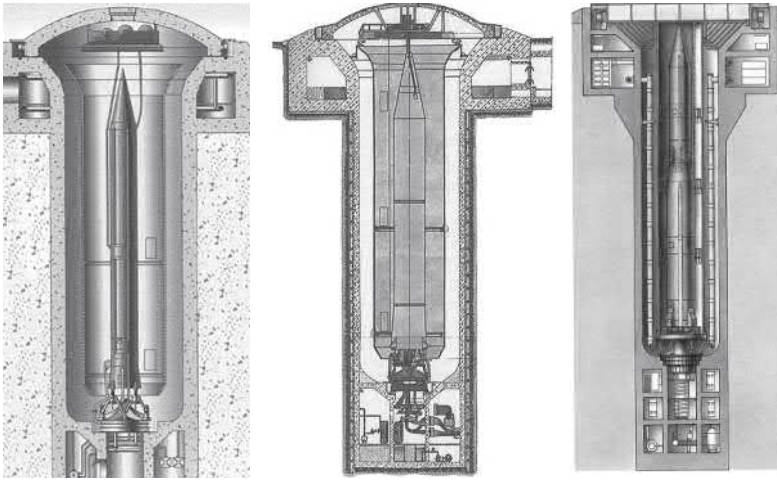
Ракета Р-14У у шахті

20 м з пливуніом. Оскільки тоді ще не було розроблено методів проходження пливунів, ухвалили рішення наростити шахту вгору, насипати ґрунт у вигляді пагорба заввишки близько 7 м. На рівнинній місцевості його було видно за 10-15 км і він став своєрідним орієнтиром, «маяком» під час руху полігоном.

У вересні 1959 р. відбувся перший пуск дослідної ракети 63Ш із ШПУ. Ракета вийшла із шахти, але через 58 с втратила стійкість і впала на відстані близько 100 км від місця старту. Під час огляду ШПУ було виявлено деформацію захисного стакана всередині шахти, неподалік від шахти знайдено зрізаний стабілізатор ракети. Очевидно, гази, що витікали з двигуна ракети, запущеного в шахті, під час взаємодії з інжектуючим повітрям видавили всередину стакана частину обичайки, яка зрізала один із стабілізаторів ракети разом з рульовою машинкою.

Незважаючи на незадовільний результат випробування, було підтверджено можливість пуску ракети з шахти на власних двигунах. Після доопрацювання шахти і ракети було виконано ряд успішних пусків ракети 63Ш. У результаті 30 травня 1960 р. вийшла постанова уряду щодо розроблення ШПУ для бойових стратегічних ракетних комплексів.

14 червня 1960 р. підписано наказ ДКОТ «Про створення ШПУ ракет Р-12, Р-14, Р-16 (головний конструктор



Ракети Р-12У, Р-14У і Р-16У у ШПУ

тор М. К. Янгель) і Р-9А (головний конструктор С. П. Корольов) «Двіна», «Чусова», «Шексна» і «Десна». Шахтний спосіб розміщення МБР і БРСД надалі став основним для стратегічних ракет наземного базування в СРСР, як і в США.

Шахтний стартовий комплекс являв собою складну інженерно-технічну будову. На дні бетонованого стовбура шахти завглибшки 30 м і діаметром 7 м (для ракети Р-12) розміщено стартовий стіл, на який встановлювали ракету. Під час запуску двигунів ракети гарячі гази виходили в газовідвід між стовбуром шахти і спеціальним металевим стаканом діаметром 5 м, завтовшки 16 мм, що захищав ракету. Вгорі шахти газовідвід мав розширення й напрямні лопатки для відведення гарячих газів убік для зниження теплового впливу на ракету. Зверху шахту захищав багатонний «дах», який зсувався по рейках перед пуском ракети. Аналогічні пристрій, менший за розмірами, мали шахти для ракет Р-14 і Р-9А.

Розробкою шахтних споруд для ракет Р-12, Р-14 займалося ГСКБспецмаш під керівництвом В.П. Барміна. ШПУ для ракети Р-16 розробило ЦКБ-34 (Голов-

ний конструктор Є.Г. Рудяк), вона мала деякі особливості, пов'язані зі збільшеними габаритами ракети. Вихід ракети з шахти здійснювався за напрямними, закріпленими усередині стакана шахти. Спеціальні бугелі, встановлені на ракеті, не тільки забезпечували вихід ракети з шахти, але й амортизували її під

час зовнішнього впливу, а після старту відстрілювалися.

У червні 1960 р. уряд прийняв рішення про розробку уніфікованої ракети Р-12В (8К63В) для наземних стартів і ШПУ. Перший випробувальний пуск ракети Р-12У здійснено 30 грудня 1961 р.

15 липня 1963 р. ракетні комплекси Р-12В, Р-14У і Р-16У прийнято на озброєння. З 1960 р. почалося будівництво ШПУ для ракет М. К. Янгеля першого покоління і ракети Р-9А С. П. Корольова по всій країні.

Шахтні ракетні комплекси першого покоління будували за принципом «групових стартів» – навколо єдиного командного пункту з технологічним блоком, у якому розміщено єдину систему заправлення ракет, на відстані 100-300 м одна від одної розташовувалися 3-4 шахтні пускові установки. Заправка ракет проводили тільки після одержання команди про переведення комплексу до вищого ступеня боєготовності. Така «групова» побудова комплексу зумовлювалася міркуванням економії засобів. Проте невдовзі з'ясувалося, що для ураження «групового старту» достатньо однієї атакуючої ракети супротивника.

Тому починаючи з ракетних комплексів другого покоління, їх будували за принципом «одиначних стартів» (ОС) — одиначних шахтних пускових установок, розосереджених на відстані, що унеможливує ураження двох установок одним ядерним вибухом. Контроль за станом шахтних пускових установок, що входять до складу бойового ракетного комплексу і керування ними, здійснювали дистанційно з єдиного командного пункту комплексу.

Шахтні пускові установки для ракет другого покоління Р-36 (у балістичному варіанті 8К67, в орбітальному — 8К69) за схемними і конструкторськими рішеннями подібні шахтній пусковій установці ракети Р-16 (8К64). Шахтні пускові установки ракет Р-36М і МР-УР100 створювалися шляхом модернізації та переобладнання пускових установок ракет Р-36 (було до 300 таких установок) і пускових установок ракет УР-100 (було до 1000 штук). Завдяки модернізації було підвищено рівень захищеності існуючих пускових установок приблизно у 30 разів.

Створення пускових шахтних установок ракет Р-36М проводили у такий спосіб. В існуючих установках демонтували все технологічне обладнання, захисне обладнання (дах шахти) зсувного типу, руйнували оголовки (верхня частина шахти). Потім збільшували товщину стінок стовбура шахти бетонуванням зсередини стовбура. На верхній торець стовбура встановлювали нове захисне обладнання (дах шахти) поворотного типу. У внутрішньому прорізі стовбура було розміщено систему амортизації з гідропневмоамортизаторами — демпферами. У цю систему встановлювали транспортно-пусковий контейнер з ракетою. Відкриття захисного пристрою для пуску в бойовому режимі забезпечувалося використанням порохового акумулятора тиску.

Переобладнання шахтних пускових установок для ракет МР-УР100 проводили за так званою індустріальною технологією. Після демонтажу старого технологічного устаткування і руйнування з'єднання оголовка шахти з її стовбуром до шахти доставлявся й установлювався в неї зміцнювальний металевий стакан, який серійно виготовляли на Маріупільському заводі важкого машинобудування. Стакан доставлявся із системою амортизації, у колицю якої згодом було встановлено транспортно-пусковий контейнер з ракетою. На верхній торець стакана встановлювалось нове захисне обладнання (дах) поворотного типу, який серійно виготовляли на Новокраматорському машинобудівному заводі. Весь процес переобладнання займав 72 робочі дні.

Переобладнання старих пускових шахтних установок дозволило підняти їх захищеність у понад 30 разів. Застосування поворотних захисних обладнань підвищило рівень боєготовності комплексів. Обидві пускові установки було оснащено системою розчищення завалів ґрунтом, що утворюваним під час ядерного вибуху.

Подібною до них була і шахтна пускова установка ракети четвертого покоління 15А18М, тільки з однією принциповою відмінністю — наявністю системи забезпечення теплового режиму. Річ у тому, що ракети четвертого покоління перебували на бойовому чергуванні з приладами системи керування, які постійно працюють. Для відведення тепла, що утворюється під час цієї роботи, і призначено таку систему.

Для ракети четвертого покоління РТ-23 ПТТХ (15Ж60) відповідно до вимоги замовника було використано доопрацьовану пускову шахтну установку ракети УР-100Н ПТТХ (15А35). Від своєї попередниці вона відрізнялася наявністю наземної системи відведення тепла,

що утворюється під час роботи приладів системи керування і нової системи амортизації.

Головним розробником шахт для ракет Р-36 було КБ-1 КБСМ (м. Ленінград, головний конструктор Є.Г. Рудяк). Це ж КБ-1 під керівництвом головного конструктора В.С. Степанова розробило шахти ракет Р-36М, Р-36М ПТТХ, 15А18М. Головним розробником шахт для ракет МР-УР100, МР-УР100 ПТТХ було КБ-4 КБСМ (головний конструктор О.Ф. Уткін). Розробку шахти для ракети РТ-23 ПТТХ проводило ОКБ «Вимпел» (Москва).

У листопаді 1958 р. М.І. Неделіним було прийнято рішення про будівництво дослідних ШПУ, а в червні 1960 вийшов наказ Державного комітету СРСР з оборонної техніки «Про створення ШПУ для ракет Р-12, Р-14 і Р-16 (головний конструктор М.К. Янгель) та Р-9А (головний конструктор С.П. Корольов) «Двіна», «Чусова», «Шексна» і «Десна». В подальшому шахтний спосіб розміщення стратегічних ракет наземного базування став основним як у США, так і в СРСР. Її придатною для цієї мети виявилася саме ракета Р-12, яка стала першою на бойове чергування в шахті. Правда, при цьому довелося внести в її системи деякі конструкторські зміни, які зробили її уніфікованою (Р-12У). На озброєння вона була прийнята в 1963 р, а знята з озброєння в 1988 р. відповідно до Договору між СРСР і США про ліквідацію ракет середньої та малої дальності.

Ракета Р-12, завдяки своїй порівняльній простоті, надійності та високій боєготовності, стала наймасовішою ракетою середньої дальності, прийнятою на озброєння, і перебувала в експлуатації 25 років. За бойовим і експлуатаційним характеристикам вона була найкращим вітчизняним зразком бойових ракет середньої та малої дальності.

В серпні 1963 р. Рада Міністрів СРСР видала постанову про проведення випробувань ядерних боєголовок з використанням ракети Р-12, і в жовтні того ж року здійснено два її пуски з ядерними зарядами в район полігону на Новій Землі (ще в липні 1962 р. в СРСР проведено висотні ядерні вибухи з ракетами Р-12).

Застосування висококиплячих компонентів палива дозволило ракеті перебувати в заправленому стані 30 діб, тоді як ракета Р-5М (компоненти — спирт і рідкий кисень) могла перебувати на бойовому чергуванні 20 хвилин без підживлення і 5 годин із підживленням. В результаті було прокладено шлях до повної ампулізації ракет, що істотно підвищувало їх бойову готовність і дозволяло підійти до вирішення ще однієї важливої проблеми — підвищення захищеності ракети за рахунок її розміщення в шахтній пусковій установці. Однак за дальністю дії Р-12 істотно поступалася американським ракетами аналогічного класу — «Тор» і «Юпітер», які мали дальність відповідно 2800 км і 3200 км [14]. Ракета «Тор» — перша американська балістична ракета середнього радіусу дії, рідинна (гас і рідкий кисень), одноступінчаста, довжиною - 20 м і стартовою масою - 50 т, моноблочна, потужність ядерного заряду - 1,44 Мт, система керування — інерціальна. Перший її успішний пуск відбувся у вересні 1957 року, а вже в листопаді було розпочато серійне виробництво, прийнята на озброєння в 1958 р. У серпні перші ракети «Тор» поставлені на бойове чергування в Великобританії, а в 1960 р. там було розгорнуто вже 60 таких ракет, оснащених термоядерними боєголовками. На основі «Торів» було розроблено американську протисупутникову систему, прийняту на озброєння в 1964 р. Вона перехоплювала будь-який орбітальний об'єкт на висоті до 1400 км і

на відстані до 2400 км. Перебувала на бойовому чергуванні в 1958—1963 рр.

Другою після «Тора» стала ракета аналогічного класу «Юпітер», за параметрами близька «Тору», яка запускалася з мобільної пускової установки. В жовтні 1957 року відбувся її перший успішний пуск, в листопаді вона прийнята на озброєння. 45 ракет були розгорнуті в Італії і Туреччині. Базування цих ракет в Туреччині викликало особливе занепокоєння радянської сторони, в зв'язку з чим СРСР розмістив свої ракети на Кубі. Це загостило міжнародну обстановку і поставило світ на межу війни («Карибська криза»). На початку 1963 р. ракети «Юпітер» було знято з озброєння, оскільки СРСР демонтував свої ракети на Кубі. В результаті США втратили можливість використовувати ракети середньої дальності як стратегічні.

В.П. Горбулін, Ю.О. Храмов

Ракета Р-14

У липні 1958 р ОКБ-586 приступило до виконання чергового урядового завдання — розробки бойової балістичної ракети Р-14 (8К65) середньої дальності (~ 4000 км).

З постанови ЦК КПРС і Ради Міністрів СРСР «Про створення балістичної ракети Р-14» [5, с. 679]:

Москва, Кремль 2 липня 1958 р. Цілком таємно. Особливої важливості.

З метою створення балістичної ракети з середнім радіусом дії, Центральний Комітет КПРС і Рада Міністрів Союзу РСР постановляють:

1. Прийняти пропозицію Державного комітету Ради Міністрів СРСР з оборонної техніки (т. Руднева), Державного комітету Ради Міністрів СРСР з радіоелектроніки (т. Калмикова), Міністерства оборони СРСР (тт. Малиновського, Неделіна), Ради Міністрів Української РСР (т. Рябікова), Мініс-

терства середнього машинобудування (т. Славського), Державного комітету Ради Міністрів СРСР по суднобудуванню (т. Бутоми) і головних конструкторів тт. Янгеля, Глушка, Пілюгіна та Барміна, розглянуто і схвалено Комісією Президії Ради Міністрів СРСР з військово-промислових питань, про створення балістичної ракети Р-14 з наступними основними характеристиками:

найбільша дальність стрільби — до 4000 км;

система керування — автономна;

точність стрільби: по дальності ± 8 км;

у напрямку ± 6 км;

бойовий заряд — термоядерний;

паливо: пальне - диметилгідрозин,

окислювач — азотна кислота з оксидами азоту;

комплекс наземного устаткування — в рухомому варіанті.

3. Затвердити головним виконавцем ракети в цілому — ОКБ-586 і завод № 586 Державного комітету Ради Міністрів СРСР з оборонної техніки (головний конструктор т. Янгель, директор заводу т. Смирнов), рухової установки — ОКБ-456 Державного комітету Ради Міністрів СРСР з оборонної техніки (головний конструктор т. Глушко), системи керування — НДІ-885 Державного комітету Ради Міністрів СРСР з радіоелектроніки (головний конструктор т. Пілюгін), гіроскопічних приладів — НДІ-49 Державного комітету Ради Міністрів СРСР з суднобудування (головний конструктор т. Ареф'єв), спеціального заряду з системою ініціювання — НДІ-1011 Міністерства середнього машинобудування (головний конструктор т. Щолькін), по паливу — Державний інститут прикладної хімії Державного комітету Ради Міністрів СРСР з хімії (науковий керівник т. Булушев), прокладним й ушільнювальним мате-

ріалам, гумовим, гумово-металічним деталям і шлангам, антикорозійним і термостійким покриттям — Інститут ім. Карпова Державного комітету Ради Міністрів СРСР по хімії (науковий керівник т. Каргін) і комплексу наземного обладнання — ДСКБ Спецмаш Московського (міського) раднаргоспу (головний конструктор т. Бармін).

У грудні 1958 р. було представлено ескізний проект ракети Р-14.

За драматичною історією розроблення і випробувань першої МБР якимось зовсім непомітно та, здавалося б, без особливих складнощів пройшло розроблення БРСД Р-14, яка не мала жодних конкурентів. Після виходу постанови уряду від 13 травня 1959 р. про прискорення відпрацювання ракет Р-14 і Р-16, роботи над Р-14 пішли значно швидше паралельно з розробленням Р-16. Також КБ і завод було звільнено від тематики ОКБ-1 С.П. Корольова і розробки ракет для військово-морського флоту. Випуск конструкторської документації на ракету Р-14 було доручено відділу, який очолював В. Ф. Уткін.

У першому кварталі 1960 р. проведено гарячі проливання, у березні-травні 1960 р. — чотири вогневі стендові випробування ракети Р-14 в НДІ-229, особливих зауважень не було. У другому кварталі 1960 р. експериментальне відпрацювання Р-14 було практично завершено та почалася її підготовка до льотно-конструкторських випробувань. Ці випробування проводили з 6 липня 1960 р. на ГЦП-4. Головою Держкомісії було призначено генерал-майора О.Г.Мрикіна, технічним керівником — В.С. Будника.

Перший пуск ракети Р-14 відбувся в червні 1960 р., було помічено ненормальну роботу системи переливання окиснювача. Під час другого пуску 25 червня відбулося вимикання двигуна наприкінці активного відрізка польоту

в результаті руйнування відсічного піроклапана. Після проведення в ОКБ-586 і ОКБ-456 ряду необхідних заходів недовіки було усунено і ракета «залітала».

За результатами 22 пусків, завершених 15 лютого 1961 р., Держкомісія підписала звіт з рекомендацією про прийняття ракети на озброєння.

Ракету Р-14 (8К65) було прийнято на озброєння постановою уряду від 24 квітня 1961 р. Перший дивізіон з чотирма стартовими позиціями став на бойове чергування 31 грудня 1961 р. До 1965 р. розгорнуто 97 пускових установок.

У період 1961-1963 рр. ОКБ виконало низку робіт з удосконалення ракет Р-12, Р-14 і Р-16, зокрема, щодо поліпшення характеристик бойового оснащення. Для ракет Р-16 і Р-14 у 1962 р. відпрацьовано нові уніфіковані для обох ракет головні частини 8Ф115 («легкого» типу) і 8Ф116 («важкого» типу) з новим бойовим зарядом.

У вересні 1962 р. у рамках операції «Тюльпан» проведено два успішні пуски



Перший пуск ракети Р-14

серійних ракет Р-14, оснащених ядерними зарядами, з Ачинського полігона (під Читєю) по бойових полях полігона на о. Нова Земля. Головою Держкомісії був генерал-майор Ф. П. Тонких, технічним керівником від ОКБ-586 був провідний спеціаліст Б. І. Горін. Ці пуски в реальних умовах зі штатним спецпорядженням дозволили отримати ряд цінних технічних і статистичних даних.

Серійними виробниками ракети Р-14 були заводи № 586 і № 1001 (Красноярськ). У 1987 р. її зняли з бойового чергування. Ракета Р-14 була оснащена трьома видами термоядерних боеголовок і могла вражати об'єкти в будь-якій точці Європи, Азії, а також деякі об'єкти в Північній Америці і Африці. Завдяки використанню в системі керування гіростабілізованої платформи, було підвищено точність стрільби. Крім того, в ній використовувалося нове паливо — несиметричний диметилгідрозин, який в поєднанні з окислювачем АК-271 утворював ефективну самозаймисту паливну суміш. Серед основних відмінностей Р-14 від попередниці Р-12 слід зазначити також застосування порохових двигунів для безімпульсного від'єднання головної частини та використання основних компонентів палива як пального для турбонасосного агрегату.

У лютому 1962 р. почалися льотно-конструкторські випробування ракети Р-14У (8К65У) з шахтно-пускової установки, які закінчилися в жовтні 1963 р. У січні 1964 р. ракетні комплекси Р-12У і Р14У було прийнято на озброєння.

М.О. Мітрахов.

Ракета Р-16.

Але ракета Р-14 не вирішувала головне для СРСР завдання — удару у відповідь по території супротивника у випадку ядерної атаки. Необхідна була

міжконтинентальна ракета з дальністю польоту понад 10 000 км. У 1956 р., ще до початку льотних випробувань Р-12, ОКБ-586 запропонувало розробити важку міжконтинентальну бойову двоступінчасту ракету Р-16 (8К64), і 17 грудня 1956 року постановою Ради Міністрів СРСР розробку такої ракети йому було доручено.

З постанови Ради Міністрів СРСР «Про розробку виробу Р-16»

Москва, Кремль 17 грудня, 1956 р.

Цілком таємно. Особливої важливості. Зберігати нарівні з шифром.

З метою подальшого розвитку робіт зі створення міжконтинентальних балістичних ракет Рада Міністрів Союзу РСР постановляє [5, с. 541]:

1. Прийняти пропозицію Міністерства оборонної промисловості СРСР, Міністерства оборони СРСР, Міністерства середнього машинобудування СРСР, Міністерства радіотехнічної промисловості СРСР і Спеціального комітету Ради Міністрів СРСР про розробку ракети Р-16 (виріб Р-16) з наступними основними характеристиками:

найбільша прицільна дальність польоту при нормальних метеорологічних умовах без урахування обертання Землі — не менше 10 000 км;

спеціальний заряд з системою автоматики та ініціювання;

відхилення від цілі при пусках на найбільшу прицільну дальність для 90% виробів повинно бути в межах: по дальності ± 10 км; в бічному напрямку ± 8 км;

для інших 10% виробів допускаються відхилення: по дальності до — ± 15 км; в бічному напрямку до — ± 12 км. Зазначені відхилення уточнюються в процесі розробки;

система управління — автономна й радіотехнічна;

паливо — окислювач АК-271, пальне — диметилгідрозин.

2. Покласти розробку виробу Р-16 і затвердити головних конструкторів:

виріб в цілому з комплексом наземного обладнання — на ОКБ-586 Міністерства оборонної промисловості СРСР, головний конструктор т. Янгель М.К. ;

спеціального заряду та системи автоматики і ініціювання — на НДІ-1011 Міністерства середнього машинобудування СРСР, головний конструктор т. Щолкін К.І.;

рухової установки і рульових двигунів — на ОКБ-3 НДІ-88 Міністерства оборонної промисловості СРСР, головний конструктор т. Севрук Д.Д.;

радіотехнічної системи управління — на НДІ-885 Міністерства радіотехнічної промисловості СРСР, головний конструктор т. Рязанський М.С.;

автономної системи керування — на НДІ-885 Міністерства радіотехнічної промисловості, головний конструктор т. Пілюгін М.О.;

гіроскопічних приладів — на НДІ-944 Міністерства суднобудівної промисловості СРСР, головний конструктор т. Кузнецов В.І.;

комплексу наземного обладнання — на машинобудівний завод Міністерства важкого машинобудування, головний конструктор т. Капустинський В.І., за участю спеціалізованих організацій Міністерства будівельного і дорожнього машинобудування СРСР, Міністерства транспортного машинобудування СРСР, Міністерства машинобудування СРСР і Міністерства суднобудівної промисловості СРСР згідно зі сформованою кооперацією;

по балістичному й динамічному аналізу і зовнішньотраєкторних вимірювань — на НДІ-4 Міністерства оборони СРСР.

3. Встановити термін розробки та пред'явлення ескізних проектів виробу Р-16 в цілому, спеціального заряду,

рухової установки, системи керування і комплексу наземного обладнання — III квартал 1957 р.

Голова Ради Міністрів Союзу РСР Н. Булганін

Керуючий справами Ради Міністрів Союзу СРСР А. Коробов.

У листопаді 1957 року ескізний проект ракети Р-16 було розроблено та схвалено спеціальною комісією під керівництвом теоретика космонавтики М.В. Келдиша.

Основні тактико-технічні характеристики ракети Р-16:

Кількість ступенів — 2;
Довжина — 30,44—34,3 м;
Діаметр — 3 м;
Стартова маса — 140,6—141,2 т;
Вага, що закидається — 1475—2200 кг;
Вид палива — рідке, несиметричний диметилгідрозин;
Максимальна дальність — 10500—13000 км;
Точність, КВО — 2,7 км;
Тип головної частини — моноблокова;
Кількість бойових блоків — один;
Потужність заряду — 3—6 Мт;
Система керування — інерціальна;
Спосіб базування — шахтний.

Слід зауважити, що в результаті залягодження деяких розбіжностей з ОКБ-3, розробку двигуна (маршового) для ракети Р-16, як і для ракети Р-14, взяло на себе, врешті-решт, ОКБ-456 В.П. Глушка, з яким у ОКБ-586 встановилися тісні відносини партнерства. У липні 1958 р. М.К. Янгель в складі ОКБ-586 створив спеціалізований підрозділ з розробки РРД малої та середньої тяги з повним циклом — від проектування до вогневих випробувань (КБ-4). Його головним конструктором, заступником Головного конструктора ОКБ-586 був призначений І.І. Іванов. Поряд з конструкторським супроводом виробництва на заводі № 586 двигунів В.П. Глушка, А.М. Ісаєва і Д.Д. Севрука для перших радянських бойових ракет Р-1, Р-2 і Р-5М, КБ-4 доручалася

розробка рульових двигунів для ракети Р-16. В подальшому двигунний напрям в ОКБ-586 активно розвинувся, включивши також розробки маршових двигунів і рухових установок різного призначення бойових і космічних ракет. В аналізованому періоді було створено 11 типів маршових РРД тягою 250—48000 кг, 6 рульових РРД з тягою 5000—29000 кг, 11 типів маршових твердопаливних двигунів спеціального призначення, 16 типів рухових установок для космічних апаратів та ін. В перерахованих двигунах було реалізовано багато піонерських результатів вчених і конструкторів КБ-4.

Виникла суперечність з НДІ-885. Ідея інерціальної системи керування без радіокорекції, запропонована ОКБ-586, не знайшла підтримки в НДІ-885, на яке урядовою постановою було покладено розробку систем керування ракети. Тому М.К. Янгель звернувся до Ради Міністрів СРСР з пропозицією щодо організації в Харкові на базі СКБ-897 заводу «Комунар» нового КБ для розробки автономної інерціальної системи керування ракети Р-16. Постановою Ради Міністрів СРСР 11 квітня 1959 на базі існуючих в Харкові СКБ-897 і СКБ-285 було організовано ОКБ-692 (з 1 серпня 1966 року — КБ «Електроприладобудування», з 1991 — ВО «Хартрон») на чолі з головним конструктором Б.М. Конопльовим, який працював до цього в НДІ-885. Під його керівництвом протягом року було спроектовано прилади системи керування ракети Р-16, а під керівництвом його заступника А.М. Гінзбурга — розроблено автомат стабілізації, наземного пускового і перевірконого устаткування.

Передескізний проект МБР Р-16 було випущено у лютому 1957 р. Ракету проектували двоступінчастою конічної форми, стартовою масою 135 т. Як паливну пару обрано азотну кислоту АК-27И і нове, ефективніше паливо — не-

симетричний диметилгідразин (НДМГ). Процес промислового синтезу НДМГ розробив Інститут прикладної хімії за спеціальним завданням ОКБ-456. Нове паливо мало певні переваги над традиційними спиртами і природними вуглеводнями: більш високий питомий імпульс, здатність самозайматися під час контакту з азотно-кислотними окиснювачами, що спрощувало конструкцію рушійної установки. НДМГ — стабільний, вибухобезпечний, стійкий під час зберігання в герметичних резервуарах, корозійно малоактивний, мав низьку температуру кипіння (63 °С) і надзвичайно високу токсичність. Завдяки перевагам НДМГ почав використовуватися в усіх бойових рідинних ракетах розробки ОКБ-586. Як двигуни для МБР планували використовувати С3.46, С3.50, С3.56 розробки ОКБ-3 НДІ-88 Головного конструктора Д. Д. Севрука.

Система керування ракети замислювалась, як і на ракеті Р-12, автономною та інерціальною. Але у зв'язку з істотним збільшенням дальності польоту — більше ніж вдвічі для ракети Р-14 і в 6,5 разів для ракети Р-16 — точність системи керування мала значно підвищитися.

Нові пропозиції ОКБ-586 в Уряді зустріли стримано. Для цього були певні підстави. По-перше, ще не було закінчено відпрацювання ракети Р-12, вона ще «не літала». По-друге, розробка нових складних ракет, особливо МБР, потребувало проведення низки заходів на державному рівні: організації промислового виробництва нового виду ракетного палива — НДМГ — у необхідних масштабах; розробки нових автономних систем керування підвищеної точності; організації та проведення у стислі строки низки теоретичних і практичних робіт з дослідження проблем динаміки польоту ракет і ГЧ на значні відстані.



Меморіал на місці аварії

У листопаді 1957 р. розроблено ескізний проект ракети Р-16, в серпні 1960 р. проведено її стендові випробування.

24 жовтня 1960 р. під час приведення в пусковий стан ракети Р-16 від програмного струмозподільвача системи керування ракетою пройшла помилкова команда на запуск двигуна другого ступеня, сталося загоряння палива ракети і вибух. В результаті загинуло 92 людини, серед них командувач Ракетних військ стратегічного призначення маршал артилерії М.І. Неделін, головний конструктор ОКБ-692 Б.М. Конопльов, співробітники ОКБ-586 Л.А. Берлін, В.А. Кінцевий, В.В. Ординський, В.Г. Карайченцев, Є.І. Аля-Брудзинський, Р.П. Єрченка та ін.

Незабаром на посаду головного конструктора і начальника ОКБ-692 було призначено В.Г. Сергеева, який працював в НДІ-885 начальником лабораторій і мав досвід керівництва роботами в галузі систем керування. Протягом півроку йому вдалося організувати в ОКБ-692 розробку апаратури системи керування ракети Р-16. Після аналізу та повного усунення всіх недоліків в ракеті Р-16 в лютому 1961 р здійснено її перший успішний пуск, в червні 1963 року вона була прийнята на озброєння.

У 1962 р. розпочато її льотно-конструкторські випробування з шахтної пускової установки (Р-16У), а в липні 1963 р ракетний комплекс Р-16У був прийнятий на озброєння та перебував на бойовому чергуванні до 1976 р.

М.О. Мітрахов

Цим завершився етап створення ОКБ-586 з організаціями-суміжниками бойових балістичних ракет першого покоління (1957—1966) — Р-12, Р-14, Р-16, уніфікованих для наземного старту й старту з шахтних пускових установок.

Всі три ракети Р-12, Р-14 і Р-16 були першими масовими стратегічними ракетами СРСР з ядерними боеголовками. Шлях до стратегічного паритету в ракетах між США і СРСР було відкрито. І в цьому була величезна особиста заслуга їх Головного конструктора М. К. Янгеля.

Мінометний старт.

Під час мінометного старту, ракета, розмішена в транспортно-пусковому контейнері (ТПК), викидається з нього тиском газів порохового акумулятора тиску (ПАТ), що подаються в ТПК під ракетою. Запуск двигуна першого ступеня ракети здійснюється після її виходу з ТПК на команду системи керування; ознакою виходу є спрацювання датчика «контакт виходу» (КВ). Для здійснення мінометного старту ракету оснащено кільцевими поперечними опорами, що центрують ракету в ТПК і скидаються після виходу ракети.

Вперше в світовій практиці КБ «Південне» застосувало мінометний старт для ракети 8К99 рухомого ґрунтового міжконтинентального комплексу. В процесі його льотних випробувань було зафіксовано кілька випадків різкого стрибка тиску в підракетному об'ємі ТПК. Аналіз показав, що розробники

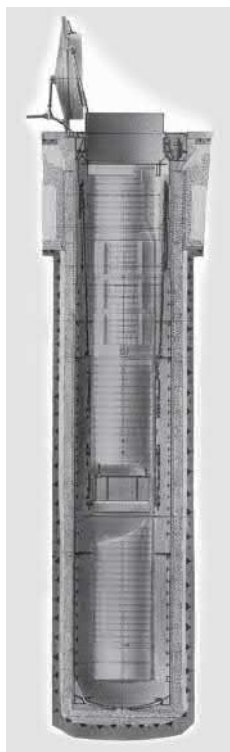


Схема ШПУ ракети
MR-UR100 (15A15)

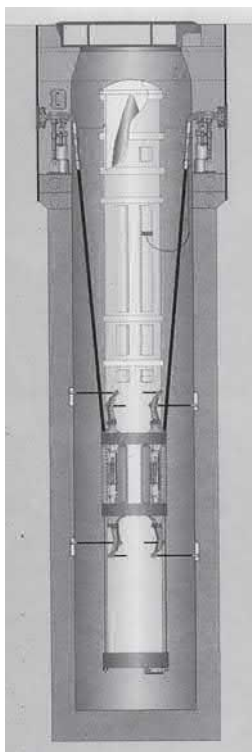


Схема ШПУ для ракети
R-36M 15A14)

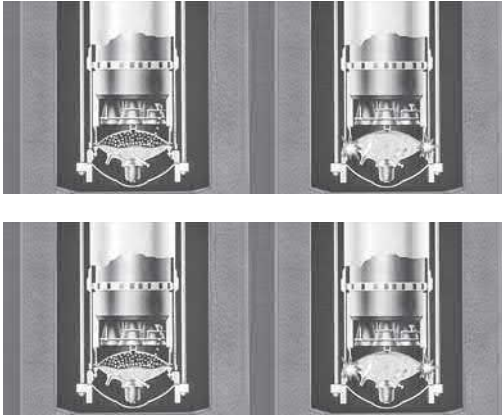
стикнулися з вибуховим догоранням газів ПАТ під час контакту їх з киснем, що містився у повітряному середовищі і заповнював початковий підракетний об'єм ТПК. Це явище було названо вибуховим догоранням. Щоб його уникнути на льотних випробуваннях ракети 8К99, було введено передстартове продування підракетного об'єму ТПК азотом. Явище зникло, проте метод продування для бойових ракетних комплексів був неприйнятним. Вирішувати завдання виключенням вибухового догорання довелося за допомогою інших способів на наступних ракетних комплексах.

Розпочинаючи розробку бойових ракетних комплексів третього покоління, М.К. Янгель вимагав від своїх працівників використовувати для ракет Р-36М (15А14) і MR-UR100 (15А15) мінометний старт. Для його це було не само-

ціллю, а тим технічним рішенням, яке дозволяло модернізувати існуючі мало захищені пускові установки у високозахисні. Зміцнення існуючих пускових установок було наріжним каменем у концепції Янгеля, яку прийняло вище керівництво держави.

Схему мінометного старту та її конструктивну реалізацію визначали габаритно-масові характеристики ракет. Для Р-36М прийнято такі рішення. На хвостовий відсік встановлювали піддон, що захищав ракету від впливу газів ПАТ. Усередині цього піддона розміщувалися штовхачі, що забезпечували відведення піддона від ракети після розриву механічного зв'язку між ними. Днище піддона мало форму кульового сегмента, зверху воно оснащувалося дренажним клапаном. На зовнішній поверхні шпангоута днища встановлювали манжету для герметизації підракетного об'єму. Днище ТПК також мало форму кульового сегмента, на зовнішній поверхні його шпангоута також встановлювали манжету. Обидва днища утворювали сочевицеподібну порожнину, всередині якої розміщувалась еластична мембрана, затиснута шпангоутами днищ по контуру.

Перед запуском ПАТ під мембрану подавалися гази порохового газогенератора. Мембрана піднімалася до днища піддона, витісняючи через дренажний клапан повітря з підракетного об'єму, унеможливаючи виникнення вибухового догорання. Після цього розпочинали роботи ПАТ. Для мінометного старту ракети Р-36М використовувалися два ПАТ – ПАТ-1 і ПАТ-2. Річ у тому, що в однокорпусному ПАТ неможливо забезпечити необхідну витратну характеристику. ПАТ-1 забезпечував початкову ділянку руху ракети. Щоб запустити ПАТ-2 у потрібний момент, створено систему з двох блоків сигналізаторів тиску – СТ-1 і СТ-2, що від-



Послідовність операцій на ділянці стартового контейнера мінометного старту

стежували тиск у камері згоряння ПАТ-1. Тиск, за рахунок якого спрацьовує СТ-1, на який електроживлення подавалося у момент запуску ПАТ-1, був близьким до максимального в камері ПАТ-1. Спрацювання СТ-1 показувало, що ПАТ-1 має завершити свою роботу. Після спрацювання СТ-1 живився блок СТ-2, а це формувало команду на запуск ПАТ-2.

Після виходу ракети з ТПК і спрацювання контакту виходу відбувався розрив зв'язку між піддоном і ракетою. Зусиллями штовхача піддон відокремлювався від ракети, потім за допомогою порохових двигунів відводився убік, а система керування формувала команду на запуск двигуна першого ступеня. Одночасно із запуском двигуна здійснювалося відокремлення поперечних кільцевих опор. Кожне кільце поділялося на два півкільця, які відштовхувалися від ракети.

Трохи інакше реалізовано схему мінометного старту МР-УР100 (15А15). Для виключення вибухового догоряння днищем піддона і ТПК було надано еквідистантну форму (одне днище начебто вкладалося в інше), внаслідок чого початковий підракетний об'єм був близьким до нуля, повітря в ньо-

му практично не було. У початковий момент старту в цей об'єм запускалися порохові газогенератори (ПГГ). Тиском газів ПГГ ракета припіднімалася, створюючи об'єм, необхідний для запуску стартового ПАТ. Маса ракети дозволяла провести її викидання з ТПК, використовуючи один стартовий ПАТ. Процеси після виходу ракети із ТПК були такими, як і для ракети Р-36М (15А14). У зв'язку з великою кількістю прийнятих нових технічних рішень особлива увага приділялася наземному експериментальному відпрацюванню мінометного старту ракет 15А14 і 15А15.

Аналіз показав, що найоптимальнішим варіантом наземного опрацювання мінометного старту є проведення чотирьох етапів кидкових випробувань з послідовним нарощуванням технічної складності об'єкта випробувань від етапу до етапу. Цей варіант малочутливий до можливих аварійних ситуацій, оскільки на початкових етапах використовували найпростіші й дешеві макети ракет, руйнування яких не спричиняло руйнування дорогих стендів і фінансових втрат. Перший етап кидкових випробувань (КВ-1) містив у собі два підетапи – КВ-1К і КВ-1Д (тільки для ракети 15А14). Підетап КВ-1К призначено для перевірки надійності виключення вибухового догоряння, КВ-1Д – для перевірки надійності системи запуску основного ПАТ під час мінометного старту ракети 15А14. Етап КВ-2 слугує для визначення реалізації необхідних умов для запуску двигуна першого ступеня ракети та працездатності систем відокремлення й відведення піддона, а також розірвання зв'язків «ракета – ТПК».

Етап КВ-3 використовувалися для перевірки запуску рушійної установки першого ступеня в умовах вільного польоту ракети після її виходу з ТПК. Етап КВ-4 являв собою комплексну пе-

ревірку роботи всіх систем та агрегатів ракети, ТПК і шахтної пускової установки в натурних умовах мінометного старту. Саме так поетапність відпрацювання закладалася в методичних планах відпрацювання мінометного старту ракет 15A14 МП 1880 і 15A15 МП 2542.

Для проведення випробувань етапів KB-1 ракет 15A14 і 15A15 було створено міжвідомчу комісію, головою якої призначено працівника КБ «Південне» С.О. Матюшенкова. У проведенні випробувань KB-1 активну участь брали чимало працівників КБ «Південне» і суміжних підприємств – ЛНВО «Союз», Південний машинобудівний завод, Павлоградський механічний завод, ЦНДІмаш. Необхідно відзначити визначальну роль в організації проведення KB-1 технічного керівника випробувань С.М. Конюхова. В процесі KB-1 проведено низку конструктивних доопрацювань з обох типів ракет. Так, для ракети 15A14 збільшено заряд основного ПАТ, на ракеті 15A15 введено додатковий,

третій, пороховий газогенератор. Позитивні результати KB-1 забезпечили перехід до наступних етапів.

У підготовці й проведенні кидкових випробувань етапів KB-2, KB-3 і KB-4 активну участь брали працівники проектних, конструкторських, розрахункових і випробувальних підрозділів КБ «Південне».

Схеми мінометного старту ракети третього покоління Р-36М ПТТХ, РН «Дніпро» і ракети четвертого покоління 15A18М були подібні схемі мінометного старту ракети Р-36М (15A14). Схема мінометного старту ракет третього покоління МР-УР100 ПТТХ (15A16) і 15A11 аналогічні схемі мінометного старту ракети МР-УР100 (15A15).

Необхідно зазначити, що досить оригінальну схему мінометного старту із заклоном, що не мав аналогів у світі, створено для забезпечення пуску ракети 15Ж61 з вагона – пускової установки бойового залізничного ракетного комплексу (БЗРК).

М.К. Янгель - історична постать

Михайло Кузьмич Янгель — видатний конструктор і вчений, один з організаторів ракетно-космічної галузі СРСР і України, академік АН СРСР і АН УРСР. Ми звикли сприймати М.К. Янгеля насамперед як головного конструктора ракет, але в ретроспективі світових подій минулих років, не можна не визнати, що по суті він був історичною особистістю другої половини ХХ ст., залишаючись в тіні політичних вождів Радянського Союзу. При цьому він ніколи не був сліпим виконавцем замовлень уряду, визначаючи в найскладніших обставинах ті напрями розвитку ракетно-космічної техніки, які вели країну до стратегічного паритету зі Сполученими Штатами Америки, виключаючи вірогідність розв'язання нової війни. М.К. Янгель прийшов у ракетну техніку в період найскладніших міжнародних відносин. На цей час США і СРСР досягли серйозних успіхів у створенні одного з ключових компонентів стратегічних наступальних озброєнь — ядерних зарядів. Щодо засобів доставки ядерних зарядів, то сторони були в нерівному положенні. Якщо США, маючи свої бази в Англії, Італії, Туреччині, Південній Кореї та Японії, могли використовувати бомбардувальну авіацію для нанесення ядерних ударів по Радянському Союзу, то СРСР не мав на той час ні відповідних баз, ні бомбардувальників типу В-29. В результаті керівництво країни прийняло рішення — використовувати можливості ракетної техніки як єдиної альтернативи для досягнення стратегічного паритету.

Вся відповідальність за це спочатку лягла на ОКБ-1 С.П. Корольова. Перші радянські бойові ракети Р-1 і Р-2, розроблені в ОКБ-1 як копії «Фау-2», було прийнято на озброєння в 1950–1951 рр.

Ці ракети відповідно з дальністю польоту 300 і 600 км було передано для серійного виготовлення в Дніпропетровськ на завод № 586, як згодом і ракети Р-5 і Р-5М.

І саме в ОКБ-1, після успішного закінчення Академії авіаційної промисловості, 12 квітня 1950 року на посаду начальника відділу систем управління призначається М.К. Янгель. За плечима у нього був успішний досвід двадцятирічної роботи в КБ Полікарпова, Мікояна, Мясіщева. Основними завданнями відділу були розробка і випробування системи керування ракети Р-2, але вже через рік М.К. Янгель призначається заступником С.П. Корольова, очолюючи розробку ескізного проекту ракети Р-5 з ядерним зарядом.

У 1952 р. його призначають директором головного ракетного інституту галузі — НДІ-88, куди входить і ОКБ С.П. Корольова. Це було не саме вдале кадрове рішення. Як директор інституту М.К. Янгель очолив його науково-технічну раду, на якій обговорювалися найскладніші й перспективні питання розвитку ракетної техніки. Сергія Павловича такий хід подій не влаштовував. Адже до цього часу він остаточно утвердився в думці, що магістральна дорога як освоєння космосу та польоту на Місяць, так і створення міжконтинентальних бойових ракет лежить через використання низькокиплячих компонентів палива — спирту та рідкого кисню. Справді, низькокиплячі компоненти мають питому тягу на 100 одиниць вище, ніж висококиплячі, вони не настільки агресивні, що покращує їх експлуатаційні характеристики. І патрунування М.К. Янгелем передескізного проекту ракети Р-11 на висококиплячих компонентах в стінах

ОКБ-1 невеликою групою проєктантів Корольов розглядав без ентузіазму. Конфлікт призвів до того, що М.К. Янгеля перепризначили головним інженером НДІ-88. Згодом керівництво СРСР дійшло висновку, що не можна довіряти оборону країни одній людині. Тому було прийнято рішення про створення в Дніпропетровську ще одного ракетного конструкторського бюро. У 1954 р. його начальником і головним конструктором призначено М.К. Янгеля. Це завершило період монопольного створення бойових ракет і вирішило конфлікт на особистому рівні.

У Дніпропетровську в конструкторському бюро заводу № 586 за завданням уряду групою конструкторів на чолі з В.С. Будником ще з 1952 р. велися проєктні дослідження по ракеті Р-12 середньої дальності на висококиплячих компонентах палива. З приходом Михайла Кузьмича ці роботи одержали потужний імпульс і наповнилися новим змістом. У найкоротші терміни країна отримала ракету середньої дальності (2000 км) на висококиплячих компонентах палива (азотна кислота + гас), з автономною системою керування та термоядерним зарядом. Систему керування розробило СКБ харківського заводу «Комунар» на базі аналогових приладів системи стабілізації та найпростіших лічильно-обчислювальних пристроїв. Її точність була недостатньою, але робота забезпечувалася без віддалених від старту пунктів радіокерування.

22 червня 1957 р. відбувся перший успішний пуск ракети Р-12. Він підтвердив факт народження ще однієї головної ракетної організації на чолі з М.К. Янгелем. У 1959 р. ракету було прийнято на озброєння та на її основі, а також на основі ракети Р-5М було створено Ракетні війська стратегічного призначення. Але ракета Р-5М вже в 1961 р. була знята з озброєння.

Доля ж ракети Р-12 унікальна. Простота та дешевизна виготовлення дозволили організувати вперше в світі промислове виробництво ракет. За всі роки в Дніпропетровську, Омську, Пермі і Оренбурзі було виготовлено 2300 ракет Р-12. Вони перебували в експлуатації майже 30 років і були зняті з бойового чергування тільки в 1989 р. Ракета Р-12 була використана як носій для відпрацювання радянських засобів подолання ПРО по трасі Капустин Яр — Балхаш. Ракети запускалися й після 25-річного перебування на бойовому чергуванні. Було зроблено 100 пусків і жодного аварійного.

Розміщення Р-12 на Кубі призвело до так званої Карибської кризи, але в результаті цього США прибрали свої ракети «Торн» і «Юпітер» з Туреччини, Італії та Англії, втративши тим самим можливість використовувати ракети середньої дальності як стратегічні.

У чому була суть науково-технічних і експлуатаційних рішень при створенні ракети Р-12? Застосування висококиплячих компонентів палива дозволило ракеті перебувати в заправленому стані 30 діб. Ракета Р-5М (компоненти — спирт і рідкий кисень) могла перебувати на бойовому чергуванні лише 20 хвилин без підживлення та 5 годин — з підживленням. Але найголовніше — було прокладено дорогу до повної ампулізації ракет, що істотно підвищувало їх бойову готовність і дозволяло підійти до вирішення ще однієї найважливішої проблеми — підвищення захищеності ракети за рахунок можливості її розміщення в шахтній пусковій установці.

Використання агресивних компонентів палива, автономної системи керування та термоядерної боеголовки вимагало вирішення низки технологічних проблем. І тут необхідно відзначити істотну роль інститутів АН УРСР, які розв'язали дві задачі — металургійну й

технологічну. Так за рахунок застосування неруйнівних методів контролю було розроблено технологічні способи боротьби з негерметичністю та значно підвищено якість металу. Важливу роль відіграло й застосування зварювальних процесів і технологій. Вже на перших ракетах Р-12 зварювання несучих конструкцій, паливних баків та інших вузлів проводилися за допомогою аргонодугового зварювання, розробленого в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона. АН УРСР. В Інституті проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича АН УРСР було розроблено програму створення наджаростійких теплозахисних радіопрозорих матеріалів. В результаті виконання цієї програми було досліджено параметри теплового руйнування й радіотехнічних характеристик багатофункціональних покриттів бойових блоків з підтвердженням їх ефективності та працездатності; підвищено ерозійну стійкість графітових газоструменевих рулів, керуючих зміною вектора тяги, що виключало відхилення ракети від заданої траєкторії.

В Інституті механіки АН УРСР було розроблено числові методи розрахунку елементів конструкцій в умовах складного напружено-деформованого стану, коливань і стійкості. В Секторі проблем технічної механіки Дніпропетровського філіалу Інституту механіки АН УРСР досліджувалися питання нестійкого горіння в рідинних ракетних двигунах (РРД), а також проблема наближення стендових умов випробувань РРД до реальних.

Але дальність ракети Р-12 була явно недостатньою для вирішення стратегічних завдань. Тому наступним кроком М.К. Янгеля стала розробка першої в світі міжконтинентальної бойової балістичної ракети Р-16 на висококиплячих компонентах палива (азотна кислота та несиметричний диметилгідрозин). Саме

на стадії ескізного проекту ракети Р-16, коли «тиснули» дуже стислі терміни розробки, коли над КБ і «Південмашем» буквально «висів» М.С. Хрущов, у Михайла Кузьмича разом з директором заводу Л.В. Смірновим народилася нова схема співпраці: КБ передає своє експериментальне виробництво заводу, а технологи заводу долучаються безпосередньо в розробку майбутнього серійного виробництва ракети зі стадії ескізного проекту. Такої схеми роботи в Радянському Союзі не було, і вона дала величезний вигравш у часі при розробці всіх поколінь ракет ОКБ-586. Питання часу було на той момент вкрай важливим ще й тому, що успіхи наших ядерників, а вони підірвали 30 жовтня 1961 р. на Новій Землі найпотужніший термоядерний заряд в світі, так звану «цар-бомбу» в 50 мегатонн, не давали спокою Н.С. Хрущову. Заряди в СРСР з'явилися, а засобів доставки катастрофічно не вистачало. І прийняття на озброєння ракети Р-16 було б першим кроком до вирішення цієї проблеми. При створенні ракети Р-16 М.К. Янгель застосував принципово новий підхід до компонування ракети: двоступінчасту ракету було виконано за схемою «тандем», що передбачало запуск другого ступеня у вакуумі. Ракету Р-7 С.П. Корольова, яка також розглядалася в бойовому варіанті, було виконано за схемою «пакет». При схемі «тандем» ракета Р-16 істотно виграла в діаметрі, що відіграло вирішальну роль при обґрунтуванні використання старту ракет з шахти.

Восени 1960 р. почалися льотні випробування міжконтинентальної ракети Р-16. Проте при підготовці до пуску першої льотної ракети сталася трагедія — ракета загорілася на старті. У вогні загинуло 92 людини, в тому числі голком стратегічних ракетних військ маршал Неделін. Моральний і фізичний стан Михайла Кузьмича був жахливим.

Він вважав себе головним винуватцем катастрофи, адже він був технічним керівником випробувань, отже, на ньому лежала відповідальність за все, що сталося з ракетою. А він ніколи не перекладав відповідальність на інших. Необхідно було знайти в собі сили і стати до роботи. І Янгель ці сили знайшов. Через кілька місяців ракета Р-16 була доопрацьована, «вчилася літати» і вже в 1962 р. прийнята на озброєння.

Необхідно зауважити, що розробка ракети Р-16 проходила в гострій конкурентній боротьбі з ракетами Р-9 С.П. Корольова та УР-200 ОКБ В.М. Челомея. Ракета Р-9 і її модифікація Р-9А мали найвищий показник енергомасової досконалості, але доля її була зумовлена тим, що них використовувався рідкий кисень. Як і ракету Р-5М її прийняли на озброєння, але практично відразу й зняли. Це була остання бойова ракета ОКБ С.П. Корольова.

В ОКБ-52 В.М. Челомея проектувалася ракета УР-200, практично аналогічна ракеті Р-16. Для прискорення її розробки В.М. Челомей домігся рішення ЦК КПРС про передачу в його ОКБ конструкторської документації ракети Р-16. Випадок безпрецедентний! ОКБ Янгеля передавало технічну документацію на ракети Р-15 і Р-21, що стартують з надводного й підводного положення в ОКБ В.П. Макеева, тим самим закриваючи морську тематику. В цьому ж випадку з В.М. Челомеєм йшлося про прямого конкурента. Проте, коли ракета УР-200 вийшла на льотні випробування, ракету Р-16 вже було прийнято на озброєння. Починалася нова сторінка найгострішої конкурентної боротьби ОКБ Янгеля та ОКБ Челомея.

Михайло Кузьмич розумів обов'язковість конкуренції, але водночас вважав за необхідне, щоб різні конструкторські бюро концентрували свої зусилля в окремих напрямках, не дублюючи одне од-

ного. Йому належить ідея глобального розподілу організації ракетно-космічної галузі: ОКБ Янгеля – проектування бойових ракет і ракетноносіїв, ОКБ Корольова – пілотована космонавтика, ОКБ Челомея – автоматичні та міжпланетні станції. Але цей план, який підтримувало багато провідних інститутів країни, не було прийнято Президією Ради Міністрів СРСР в 1964 р.

За всіма цими драматичними колізіями в ОКБ Янгеля без особливих складнощів пройшла розробка ракети середньої дальності Р-14. Було використано другий ступінь ракети Р-16, і до нього пристиковано головну частину. Вийшла відмінна одноступінчаста ракета дальністю польоту 4500 км, яка перекривала всі американські бази, розміщені навколо СРСР в найвіддаленіших точках Європи. Льотні випробування Р-14 пройшли швидко й досить успішно.

Для всіх трьох ракет було знайдено ще одне рішення, яке значно підвищувало їхню захищеність – будівництво шахтних пускових установок, що являли собою складні інженерно-технічні споруди. Було розроблено три типи шахтних пускових комплексів: «Двіна» для ракет Р-12, «Чусова» для ракет Р-14 і «Шексна» для ракет Р-16. Стрільбу з комплексу «Шексна» залпом було продемонстровано президенту Франції генералу де Голлю під час його перебування інкогніто на Байконурі. Шахтний спосіб старту в подальшому став основним для стратегічних ракет наземного базування в СРСР, так само як і в США, які в той час мали свої ракети «Атлас» і «Титан-1» тільки в шахтних пускових установках (ШПУ).

Всі три ракети Р-12, Р-14 і Р-16 були першими масовими стратегічними ракетами СРСР з ядерними боєголовками. Шлях до стратегічного паритету було відкрито. І в цьому була величезна особиста заслуга М.К. Янгеля. І все ж

СРСР відставав у балансі сил від США, що проявлялося і в загальній кількості міжконтинентальних балістичних ракет, по яких США мали в 1962 р. семиразову перевагу, і в тактико-технічних характеристиках ракети «Титан», яка перевершувала ракету Р-16 за потужністю заряду вдвічі, а за точністю — в 4 рази.

Тому перед ОКБ Челомея і Янгеля було поставлено два завдання: ОКБ Челомея розробити малогабаритну ракету УР-100 і за рахунок її постановки на бойове чергування ліквідувати кількісний дисбаланс; ОКБ Янгеля — створити нову ракету підвищеної дальності та боєготовності, яка б несла потужніший заряд і забезпечувала більш високу точність попадання. При роботі над ракетою Янгель вперше поставив задачу використовувати цифрові обчислювальні машини для системи керування. Теоретично створення такої системи було доведено в КБ, організованому з ініціативи Янгеля ще в 1959 р., але через відсутність відповідної елементної бази задачу не було вирішено. Крім того, передбачалося різке збільшення часу зберігання ракет в заправленому стані (з 1 місяця до 5 років), суттєве підвищення живучості та принципово нова вимога — подолання американської системи ПРО.

Роботи з подолання ПРО почалися в 1963 р. у зв'язку з тим, що конгрес США прийняв рішення про будівництво системи «Найк-Зевс», здатної перехоплювати радянські боєголовки на позаатмосферній ділянці траєкторії, на дальності до 300 км від точки падіння.

В цей час в цехах заводу № 586 вже було зібрано перші льотні ракети Р-36. Це була нова міжконтинентальна ракета-наступниця Р-16, що мала три види бойового оснащення: найпотужніший у світі ядерний моноблок, чим нескінченно пишався М.С. Хрушов; першу

в країні головну частину, що розділялася; першу в світі орбітальну головну частину.

І Михайло Кузьмич погодився з додатковими вимогами до ракети Р-36, які наполегливо пропонували військові, щодо розробки індивідуального комплексу засобів прориву ПРО. Складність роботи полягала в тому, що ракета була вже виготовлена і необхідно було не тільки розробити засоби ПРО, а й розмістити їх на готовій ракеті.

Роботи було розпочато 1963 р, а в 1967 р. перший в світі комплекс засобів подолання ПРО — «Лист» пройшов льотні випробування й був прийнятий на озброєння. Комплекс «Лист» містив у собі радіопоглинаюче покриття на бойових блоках (у цьому була чимала заслуга Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича АН УРСР і Харківського фізико-технічного інституту) та 15 хибних цілей трьох різних типів. Американці відповіли будівництвом системи ПРО за проектом «Найк-Ікс», на основі якої в 1969 р. конгрес США прийняв рішення про будівництво ПРО «Сейфгард». Введення в цій системі другої атмосферного ділянки перехоплення робило її, на думку американців, нездоланною. ОКБ Янгеля у відповідь створило багатоелементний комплекс засобів подолання ПРО, куди входили квазіважкі помилкові цілі, легкі цілі для позаатмосферних ділянок траєкторії і пристрій розсіяння диполів.

Але найпотужніший удар по системі «Сейфгард» завдала ракета Р-36 з орбітальною головною частиною (ОГЧ). Ця модифікація ракети Р-36 виводила головну частину на траєкторію штучного супутника Землі, мала необмежену дальність стрільби і могла підійти до наміченої мети з будь-якого напрямку, що виключало можливість її ураження технічними засобами. Ракета Р-36 з ОГЧ заступила на бойове чергування

в 1969 р, а була знята в 1983 р зв'язку з укладенням договору по ОСО-2. Потенційні можливості ракети Р-36 стали достатнім аргументом для початку переговорного процесу про обмеження стратегічних озброєнь і систем ПРО. СРСР виходив на переговори з США на паритетних засадах. Підписаний в 1972 р Договір про обмеження ПРО діяв три десятиліття.

На ракеті Р-36 реалізовано ще одну ідею головного конструктора, яка несла перспективи подальшого удосконалення бойових ракет. Йдеться про головні частини що розділялися (РГЧ). Ракети Р-36 містила три некеровані бойові блоки, які скочувалися по напрямних після закінчення роботи двигуна другого ступеня. Вони покривали велику площу, але з точки зору точності були питання. Ракета Р-36 з РГЧ ще не забезпечувала індивідуального наведення на ціль кожного з трьох блоків. Прицілити можна було або один з блоків, або центр їх угруповання. Проте, застосування такої РГЧ в умовах протидії системі ПРО підвищувало бойову ефективність ракети Р-36 приблизно вдвічі. Розгортання Р-36 з РГЧ почалося в 1971 р. Всі подальші бойові ракети ОКБ Янгеля були тільки з РГЧ.

Не можна не сказати і про технологічні рішення, які дозволили зробити ракету Р-36 ампулізованою та забезпечити її перебування в заправленому стані спочатку п'ять років, а потім сім з половиною. На ракеті Р-36 було 150 рознімних з'єднань і близько 550 м зварних швів. В забезпеченні їх герметичності величезна заслуга конструкторів КБ «Південне», технологів заводу Південмашу і вчених Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона АН УРСР.

Зі збільшенням часу перебування ракет в заправленому стані з 1 місяця до 5 років виникла необхідність такої техно-

логії, при якій зварні з'єднання були б однакові за міцністю з основним металом. І таку технологію було створено — контактнo-стикове зварювання. Всього в період між 1965 і 1974 роками було розгорнуто 288 ракет Р-36 всіх типів, що стояли на озброєнні до 1980 р.

І, нарешті, ще одна магістральна ідея Михайла Кузьмича, яка відіграла вирішальну роль у розвитку бойових стратегічних ракет — мінометний старт. Ідея виникла і була реалізована при розробці ракети РТ-20П з рухомим наземним стартом, перша ступінь якої була твердопаливною, друга — рідинною. Це була перша вітчизняна ракета, яка розміщувалася в транспортно-пусковому контейнері, її старт відбувався особливим способом, який до того ніколи не застосовувався в світовій практиці — мінометним. Але її не було прийнято на озброєння. Основна причина — необхідність доопрацювання ракети Р-36 з усіма видами бойового спорядження.

Коли Михайло Кузьмич висловив ідею використання «мінометного старту» при розробці в КБ практично нової ракети Р-36М, то багато його помічників, зокрема «бувалі», сприйняли це як жарт. Справді, викинути з шахти рідинну ракету діаметром 3 м, довжиною близько 30 м і стартовою масою понад 200 тонн (РТ-20П важила 30 т) — ніхто в світі подібного не робив. У нього не було союзників. Увійшла в історію його фраза на нараді в КБ: «Ну що ж, я уважно всіх вислухав і приймаю рішення: будемо робити мінометний старт». У цьому був весь Михайло Кузьмич з його геніальним технічним передбаченням.

Було розроблено необхідний для такого старту пороховий акумулятор тиску та транспортно-пусковий контейнер, що не мав аналогів у світі. Використання склопластику при виготовленні контейнера багато в чому визначено

дослідженнями Інститут механіки АН УРСР. Реалізацію «мінометного старту» підтверджено 22 жовтня 1971 р. комплексними наземними випробуваннями ракети Р-36М.

Але зупинимось на військово-політичному контексті розвитку ракетних стратегічних озброєнь. Необхідність їх вдосконалення щоразу диктувалася тим, що хтось із конкуруючих сторін порушував баланс сил. І, природно, відповідні рішення приймалися з урахуванням загальної стратегії застосування ракетно-ядерної зброї. Якщо в СРСР до середини 60-х років переважали доктрини і превентивного, і у відповідь – зустрічного удару, то в кінці 60-х років взяв гору новий підхід – здійснення стратегії стримування ймовірного противника від нанесення першого удару. Але для цього слід було створити ракетно-ядерний потенціал, який забезпечував би нанесення удару у відповідь в разі ядерного нападу противника.

До цього часу ракетно-ядерний арсенал СРСР становили ракети важкого класу Р-36 розробки КБ Янгеля та ракети легкого класу УР-100 розробки ОКБ Челомея. Серійне виробництво цих ракет і інтенсивне будівництво шахтних стартових споруд вирівняли позиції обох країн. Однак в США почалася активна розробка принципово нових ракет «Мінітмен-3М», що несуть не один, а три ядерні заряди з високою точністю. Це порушувало здавалося б встановлену рівновагу і ставило перед СРСР питання про створення нового покоління ракет.

М.К. Янгель першим серед головних конструкторів сформулював принципи побудови ракетних військ стратегічного призначення:

1. Збільшення захищеності стартових позицій на всіх етапах бойового чергування, при цьому невразливість ракет повинна забезпечуватися як за рахунок

підвищення стійкості ШПУ, так і підвищенням стійкості самих ракет і бойових блоків до вражаючих факторів ядерного вибуху, а також їх оснащенням комплексом засобів подолання ПРО супротивника.

2. Збільшення ефективності удару у відповідь, що досягається застосуванням головних частин з бойовими блоками, що розділяються, великою потужністю та істотним підвищенням точності стрільби.

3. Скорочення часу створення стартових споруд і постановки ракет на бойове чергування.

4. Збільшення гарантійних термінів перебування ракет на бойовому чергуванні.

5. Забезпечення автономності ракетних комплексів в процесі бойового чергування, незалежність їх від стаціонарних державних енергосистем.

Але реалізація програми стикнулася зі значними труднощами. Кінець 60-х років збігся в часі з запеклою конкурентною боротьбою між КБ Янгеля і ОКБ Челомея. Ця боротьба визначалася не тільки новизною найскладніших технічних рішень, але найчастіше суб'єктивними факторами, корпоративними мотивами та інтересами, включаючи високий державний рівень. М.К. Янгель вважав кроком до реалізації своїх принципів розміщення повністю ампулізованої ракети в транспортно-пусковому контейнері і мінометний старт її з ТПК, а відповідно істотне доопрацювання ШПУ. Щодо розробки важкої ракети Р-36М, здавалося сумнівів не виникало, кому і як це робити.

Але до складу Ракетних військ стратегічного призначення (РВСП) входило близько тисячі ракет УР-100 розробки Челомея, які перебували в шахтах, що потребували серйозного доопрацювання. Проте В.М. Челомей так не вважав. У 1968–69 рр. пройшли відповідаль-

ні засідання військово-технічних рад Міністерства оборони СРСР, Військово-промислової комісії та Міністерства загального машинобудування. КБ Янгеля було запропоновано розробити свою легку ракету (її шифр МР-УР-100) для заміни ракет УР-100.

Остаточний вибір напрямків подальшого розвитку РВСП мали рішення на Раді Оборони СРСР. Засідання Ради пройшло 27 серпня 1969 р під Ялтою. Суть пропозицій Челомея полягала в тому, що потрібно мати якомога більше простих і дешевих ракет і відповідну для них кількість дешевих простих шахт. РГЧ для таких ракет, як і системи керування на основі ЦОМ, не передбачалося. Ракет разом з шахтами потрібно було виготовити, на думку доповідача, близько 5 тисяч.

Суть пропозицій М.К. Янгеля зводилася до істотного стрибка тактико-тактичних характеристик ракет. Для ракети Р-36М і тієї, яка мала прийти на заміну УР-100, необхідно було забезпечити:

- підвищення захищеності стартів і командних пунктів;
- застосування систем керування на основі ВЦОМ;
- оснащення ракет головними частинами з індивідуальним наведенням;
- застосування комплексу засобів подолання ПРО;
- підвищення точності стрільби і боєготовності.

Слід зазначити, що вже в 1967 р. при проектуванні ракети Р-36М в КБЕ прийняли рішення про використання ВЦОМ. Уже в 1968 р. випробувано перший експериментальний зразок, а через півроку з'явилася триканальна модифікація системи управління на твердотільних інтегральних схемах. Значну допомогу в створенні першої ВЦОМ надали КБЕ вчені Інституту кібернетики АН УРСР.

Рішення про розробку Р-36М було прийнято вже 2 вересня 1969 р., а про

розробку легкої ракети замість УР-100 доручено державній комісії на чолі з М.В. Келдишем. Але і вона не дійшла спільної думки, як і Рада Оборони СР-СР, що відбулася в серпні 1970 р. З огляду на високий рівень опрацювання обох варіантів модернізації ракети УР-100, постановою уряду було доручено ОКБ Янгеля і ОКБ Челомея розробити ракетні комплекси МР-УР-100 і УР-100Н відповідно. Конкуренція — величезний стимул, але не можна не помітити, що в ракеті УР-100Н залишилася від ракети УР-100 тільки осьова лінія. УР-100Н була оснащена РГЧ з шістьма бойовими блоками і розміщувалася практично в новій високозахищеній шахті. Обидві ракети прийнято на озброєння в 1975 р. А реалізація всіх ідей М.К. Янгеля підтвердилася на ракеті Р-36М.

Вона була важкою міжконтинентальною, повністю ампулізованою, на висококиплячих компонентах палива, з дальністю стрільби до 16000 км, оснащеною РГЧ в комплектації від 4, 6 і до 10 бойових блоків залежно від потужності ядерного заряду. Гарантійний термін перебування на бойовому чергуванні — 10 років, бойове застосування допускалося до і після ядерного впливу, автономна система керування розроблена на базі ВЦОМ, комплекс засобів подолання ПРО здатний довести бойові блоки до цілі.

Все це вдалося реалізувати не на першій льотній експериментальній ракеті, але вдалося.

На жаль, через три дні після експериментального пуску ракети Р-36М, 25 жовтня 1971 р., Михайло Кузьмич Янгель помер в день свого шістдесятиріччя

Було б несправедливим обмежитися тільки винятковістю науково-технічних передбачень Михайла Кузьмича в бойовій ракетній тематиці. Внесок його КБ в космічний напрям значний, а міг бути ще більшим, якби йому не заважа-

ли, як це було з ракетою-носієм Р-56. З перших років роботи над бойовими ракетами він розумів, що на їх основі можна створювати носії для виведення на орбіту космічних апаратів наукового, військового та народногосподарського призначення.

На базі ракети Р-12 було створено двоступінчасту ракету-носієй «Космос», ракети Р-14 - «Інтеркосмос», ракети Р-36 — сім'ю носіїв «Циклон». Під керівництвом М.К. Янгеля створено перші дніпропетровські космічні апарати військового і наукового призначення, універсальні орбітальні станції АУОС, метеорологічні супутники і супутники зв'язку, міжнародні наукові станції, місячний посадочний блок.

Але все ж М.К. Янгель вважав головним призначенням КБ — забезпечення обороноздатності країни. Він створив потужну ракетобудівну організацію підприємств-суміжників і виробників зі складу багатьох промислових галузей СРСР. Ракети М.К. Янгеля виготов-

ляли п'ять складальних заводів і сотні підприємств-суміжників. В Україні було створено нові КБ і підприємства, які і нині становлять науково-виробничу основу ракетно-космічної галузі.

Сила будь-якого керівника полягає не тільки і не стільки в тому, що він зробив сам, вона полягає передусім в тому, наскільки працездатним він зробив свій колектив, науково-технічну школу, яку залишив після себе, в умінні колективу висувати нових керівників, здатних не тільки продовжувати розпочату справу, а й розвинути її, зміцнивши новими ідеями.

Нині можна з упевненістю стверджувати, що колектив виявився гідним свого головного конструктора. Його естафету блискуче прийняв В.Ф. Уткін, потім С.М. Конюхов.

І останнє. Ракети робила вся країна. Але генеральну лінію їх розробки визначала одна людина — Михайло Кузьмич Янгель.

В.П. Горбулін

Створення та виготовлення бойових ракет другого покоління (1967—1974)

Увесь післявоєнний період проходив під знаком боротьби СРСР і США за пріоритет у ракетній техніці. Хоч роботи зі створення балістичних ракет вони почали практично одночасно, з освоєння німецької ракети «Фау-2» та її подальшого відтворення, проте на початок 60-х рр. СРСР вже відставав в балансі сил від США. Це проявлялося і в загальній кількості міжконтинентальних балістичних ракет, за якими США мали в 1962 р. семиразову перевагу, і в тактико-технічних характеристиках ракет серії «Титан», які перевершували ракети Р-16 за потужністю заряду та точністю. «Титан-2» — важка міжконтинентальна балістична ракета зі стартовою масою 150 т і дальністю польоту понад 10 000 км, перша американська ракета на висококипячому паливі, прийнята на озброєння на початку 60-х років, до 1964 р. на бойовому чергуванні стояло 54 ракети в ШПУ. Точність їх стрільби складала 2,5 км, потужність ядерного заряду 10 Мт. Для ураження однієї такої ракети було потрібно 4—14 ракет Р-16, а при наявності надпотужного термоядерного заряду, про який говорив М.С. Хрущов, і важкого носія — 1—2 ракети. Тому для СРСР, крім нарощування кількості МБР, необхідно було створити важку ракету, здатну нести цей заряд. У зв'язку з цим на початку 60-х рр. в основних ракетних центрах СРСР почалися розробки важких МБР.

Перед ОКБ В.М. Челомея і М.К. Янгеля було поставлено два завдання: ОКБ Челомея — розробити малогабаритну ракету УР-100 і за рахунок її установки на бойовому чергуванні ліквідувати кількісний дисбаланс; ОКБ Янгеля — створити нову ракету підвищеної дальності і боєготовності, яка несе більш по-

тужний заряд і забезпечує більш високу точність попадання. При роботі над ракетою М.К. Янгель поставив завдання використовувати в її системі обчислювальну машину. Крім того, передбачалося різке збільшення часу зберігання в заправленому стані (з 1 місяця до 5 років), істотне підвищення живучості та принципово нову вимогу — подолання американської системи ПРО.

В середині 60-х рр. в США почалися розробки ракет з головними частинами, що розділялися (РГЧ). Першою з них стала ракета «Посейдон», оснащена трьома некерованими ядерними боєголовками. У 1970 р. прийнята на озброєння ракета «Мінітмен-3» з прицільним розведенням трьох бойових блоків і дальністю стрільби ~ 12 000 км з відхиленням від цілі ~ 650 м, що істотно підвищило ефективність американських ракетних комплексів з використанням ядерних зарядів. На 1975 р. таких ракет планувалося виготовити 550. Відповідні радянські дослідження, в яких брало участь КБ «Південне», свідчили про перевагу ракет з РГЧ в порівнянні з ракетами з моноблоковими головними частинами.

В результаті в другій половині 60-х рр. почався новий виток в гонці озброєнь СРСР та США, обумовлений розробкою і виробництвом нових бойових ракетних систем з усе більш потужними термоядерними зарядами індивідуального наведення. Варто зауважити, що стан ракетно-космічної техніки в СРСР, як і атомної, завжди знаходилося під пильною увагою вищого керівництва країни, про що свідчить безліч постанов ЦК КПРС і Ради Міністрів СРСР з різних питань цієї тематики, про необхідність прискорення розвитку

ракетно-космічної галузі для ліквідації відставання від США. Зокрема, цю мету переслідувала відповідна постанова від 16 квітня 1962 р.

Постанова ЦК КПРС і Ради Міністрів СРСР № 346-160 «Про найважливіші розробки міжконтинентальних балістичних і глобальних ракет і носіїв космічних об'єктів» [24, с. 204-206]:

16 квітня 1962 р. Цілком таємно. Особливої важливості.

З метою зосередження сил і ресурсів на створенні найважливіших зразків міжконтинентальних балістичних і глобальних ракет і носіїв важких космічних об'єктів Центральний Комітет Компартії СРСР і Рада Міністрів Союзу РСР постановляють:

1. Прийняти пропозицію Комісії Президії Ради Міністрів СРСР з військово-промислових питань (т. Устинова), Міністерства оборони СРСР (т. Малиновського, Захарова, Москаленко), Державного комітету Ради Міністрів СРСР по авіаційній техніці (т. Дементьєва), Державного комітету Ради Міністрів СРСР з оборонної техніки (т. Смирнова), Міністерства середнього машинобудування (т. Славського), Державного комітету Ради Міністрів СРСР по радіоелектроніці (т. Калмикова) і Державного комітету Ради Міністрів СРСР по суднобудуванню (т. Бутома) про зосередження в найближчі роки сил і ресурсів КБ, НДІ і промисловості на створенні наступних зразків міжконтинентальних балістичних і глобальних ракет і носіїв важких космічних об'єктів:

потужної універсальної ракети УР-500 (Розробник ОКБ-52 Державного комітету Ради Міністрів СРСР по авіаційній техніці), що забезпечує в балістичній варіанті доставку до цілі спецзаряду [...], глобальному варіанті — спецзаряду [...] і виведення на орбіту космічних об'єктів вагою 12—13 тонн. Термін початку льотних випробувань — ІV квартал 1963 р. ; універсальної ракети УР-200, передбаченої до розробки в ОКБ-52 Державного комітету Ради Міністрів СРСР по авіаційній техніці постановами ЦК КПРС і Ради Міністрів СРСР від 1 серпня 1961 р. № 689-288 і 2 березня 1962 р № 243-117, в варіанті міжконтинентальної ракети з балістичної траєкторією для транспортування спецзаряду [...] і глобальному варіанті для доставки до цілі спецзаряду [...] з початком льотних випробувань — ІV квартал 1963 р.;

міжконтинентальної ракети Р-36 (розробник ОКБ-586 Державного комітету Ради Міністрів СРСР з оборонної техніки), що забезпечує в балістичній варіанті доставку до цілі спецзаряду [...] на дальність 12 000 км, спецзаряду [...] на дальність 16 000 км і в глобаль-

ному варіанті спецзаряду [...] з використанням стартів ракети Р-16 з необхідними доробками. Термін початку спільних льотних випробувань ракети в балістичному варіанті — ІV квартал 1963 р і в глобальному варіанті — ІІІ квартал 1964 р.

Центральний комітет КПРС

Рада Міністрів СРСР

Цією постановою перед дніпропетровськими вченими, конструкторами і виробничниками було поставлено завдання — створити важку рідинну міжконтинентальну балістичну ракету Р-36 (8К67) з дальністю польоту 12000 —16000 км. Основними вимогами при цьому були: висока точність стрільби, тривалий термін бойової експлуатації в заправленому стані та висока мобільність старту. Ескізний проект ракети Р-36 було розроблено ще в березні 1962 р.

Основні розробники:

Ракетного комплексу в цілому — ОКБ-586.

Виготовлення ракет для експериментально-го відпрацювання — завод № 586.

Маршових двигунів обох ступенів ракети — ОКБ-456.

Системи керування й наземної перевірконо-пускової апаратури — ОКБ-692.

Командних гіроприборів системи керування — НДІ-944.

Спеціальних зарядів і автоматики головних частин — КБ-11.

Шахтної пускової установки і командного пункту балістичного ракетного комплексу — ЦКБ-34.

Системи бойового керування — Науково-дослідний інститут автоматики та приладобудування.

Конструктивно ракета Р-36 була двоступінчастою з поздовжнім поділом ступенів. Її перший ступінь за компонуванням є аналогічним першому ступеню ракети Р-16, а в конструкції другого ступеня вперше застосовувалось суміщене днище паливного бака, що дозволило зменшити вільний внутрішній об'єм ступеня. Це була перша бойова ракета ОКБ-586 другого покоління.

Основні тактико-технічні характеристики ракети Р-36:

Максимальна дальність стрільби з легкою головною частиною — 15 200 км;

Максимальна дальність стрільби з важкою головною частиною — 10 200 км;

Максимальна стартова маса ракети — 184 т;

Маса палива — 166 т;

Довжина ракети — 31,7 м;

Максимальний діаметр корпусу — 3 м;

Тяга маршового двигуна першого ступені біля землі — 241 тс;

Тяга маршового двигуна другого ступеня — 96 тс.

Одночасно в ОКБ-586 працювали над ескізним проектом ракети Р-36 в орбітальному варіанті (8К69), який завершено в грудні 1962 р. Для першого і другого ступенів використовувалися ступені ракети Р-36 балістичного варіанту з незначними змінами конструкції. Новим функціональним елементом орбітальної ракети була орбітальна головна частина, що складалася з бойового блоку 8Ф673 і відсіку управління 8Ф021. Застосування орбітальної головної частини забезпечувало раптовий підхід до цілі з будь-якого напрямку та ураження цілей, розташованих в будь-якій точці земної кулі.

Льотно-конструкторське відпрацювання ракети Р-36 обох варіантів (балістичному та орбітальному) проводилося на науково-дослідному випробувальному полігоні (НДВП № 5, в подальшому — космодром Байконур, Казахстан). Тут було розгорнуто три експериментальні комплекси: наземний, шахтний груповий і шахтний з поодинокими пусковими установками.

У ракеті Р-36 було реалізовано багато піонерських пропозицій ОКБ-586, зокрема повна ампулізація паливної системи, яка забезпечувала несення бойового чергування ракети в заправленому стані понад 7 років, оснащення ракети засобами подолання протиповітряної оборони супротивника. Ракета Р-36 створювалася в трьох варіантах: з головною частиною, оснащеною важким моноблоком (8К67); необмеженої дальності з орбітальною головною частиною (вперше в світі), що давало можливість доставляти бойові блоки до цілі з орбіти штучного супутника Землі з двох протилежних напрямків (8К69); з головною частиною (вперше в СРСР), оснащеної трьома бойовими блоками (8К67П). Льотно-конструкторські випробування цих трьох видів ракети Р-36 проводилися на космодромі НДВП № 5 в пе-

ріод 1963—1970 рр. і були прийняті на озброєння відповідно в 1967 р., 1968 р. і 1970 р. У період з 1965 по 1973 рр. розгорнуто 268 пускових установок з Р-36 балістичного варіанту. Вони були зняті з озброєння в 1978 році у зв'язку з заміною на більш досконалі зразки ракетного озброєння. Орбітальні ракети Р-36 зняли з бойового чергування в січні 1983 р зв'язку з укладенням Договору про обмеження стратегічних озброєнь, в якому було заборонено подібні системи.

Ракета Р-36 вирішувала ще одне важливе завдання — подолання ПРО супротивника. Роботи ці почалися в КБ «Південне» в 1963 р. у зв'язку з прийняттям рішення конгресом США про створення системи «Найк-Зевс», здатної перехоплювати радянські боєголовки на позаатмосферній ділянці траєкторії, на дальності до 300 км від точки падіння.

Система подолання ПРО «Лист».

У 1967 р. перший в світі комплекс засобів подолання ПРО («Лист») розробки КБ «Південне» пройшов льотні випробування і був прийнятий на озброєння. Він містив радіопоглинальне покриття на бойових блоках і 15 хибних цілей трьох різних типів.

У 1963 р. Міністерство оборони СРСР видало доповнення до тактико-тактичних вимог (ТТВ) ракети Р-36 на її оснащення системою радіотехнічного захисту. Цим рішенням поставлено завдання розробити на проектуванні ракеті засоби прориву через ПРО оборону типу «Найк-Зевс», розроблену і підготовлену до розгортання в США. Тоді ще не існувало «моделей ПРО» ймовірного противника. В подальшому їх розробляли провідні науково-дослідні організації країни як військові, так і цивільні на чолі з НДІ-4. Ці «моделі» були керівними документами для

розробників МБР стратегічного призначення, зокрема комплексів засобів подолання ПРО, якими ці МБР оснащали. Закономірно, що з часом «моделі ПРО» ускладнювалися, а вимоги до засобів подолання ПРО підвищувалися.

Система «Найк-Зевс» забезпечувала перехоплення бойових блоків ракет на позаатмосферній ділянці траєкторії польоту. На момент появи цих вимог систем радіотехнічного захисту ракет у країні не існувало, були лише рекомендації, розроблені Науково-дослідним центром 21 Міністерства оборони СРСР, який працював над проблемами радіоелектронної боротьби та радіоелектронної сумісності. Вони передбачали встановлення пристроїв, створення перешкод і глушіння радіотехнічних засобів супротивника.

В КБ розроблення цієї нової системи було доручено М. І. Ур'єву, який очолював обчислювальний відділ 126, оскільки проектний відділ 3 висловив сумнів стосовно успіху її розроблення. Так було започатковано створення першого вітчизняного бортового комп-

лексу засобів подолання ПРО ймовірного супротивника, що дістав назву система «Лист». Вона ґрунтувалася на застосуванні спеціальних хибних цілей, працездатних на позаатмосферному і перехідному ділянках низхідної гілки траєкторії польоту бойових блоків ракети.

Це було складне завдання, яке вимагало залучення багатьох спеціалістів, створення нових підрозділів, творчого пошуку та ентузіазму виконавців. У відділі 126, крім обчислювального центру було створено додатково два сектори – розрахунково-теоретичний і проектно-конструкторський, які визначали вигляд засобів подолання ПРО, розраховували сигнальні характеристики бойових блоків і хибних цілей у різних діапазонах випромінювання (радіолокаційному, інфрачервоному, лазерному), курирували наземні та льотні випробування системи. Сектор, яким керував І. Є. Жилияков (потім А. В. Іванов), проектував засоби подолання ПРО, виходячи із забезпечення необхідного ступеня подібності хибних цілей і бойових бло-



Творці системи «Лист»

ків за траєкторно-балістичними характеристиками, визначав параметри відокремлення засобів подолання ПРО від ракети, розробляв алгоритми побудови бойових порядків елементів бойового оснащення і відповідні програми для системи керування ракетою. Окрема група О. П. Кондрашова розраховувала і підтверджувала експериментально стійкість засобів подолання ПРО до ядерних впливів. З приладового комплексу 6 (начальник Ф. Ф. Фалунін) було залучено сектори О. П. Слепцова і О. М. Клебанського для розроблення КД і програми наземних випробувань, курирування КД у виробництві. Лідером серед теоретиків був А. Ф. Макарищев. Він розробив методи визначення характеристик, оптимального складу та оцінювання ефективності засобів подолання ПРО за результатами проектування й випробувань БРК, вирішив низку специфічних завдань з динаміки польоту засобів подолання ПРО, запропонував способи забезпечення подібності за балістичними ознаками розпізнавання.

Від початку розробок основним ідеологом і розробником системи подолання ПРО супротивника в КБ став Н. І. Ур'єв, якого справедливо вважають одним із перших визначних спеціалістів у СРСР з систем подолання ПРО. В подальшому він очолював розроблення комплексів СП ПРО усіх ракет, що створило КБ. Загальне керівництво розробленням системи подолання ПРО здійснював заступник Головного конструктора КБ, начальник комплексу балістики М. Ф. Герасюта, який вирішував ключові питання, що виникали у процесі робіт.

До складу першої вітчизняної ракетної системи подолання ПРО входили такі компоненти:

радіопоглинальне покриття на головній частині, суміщене з теплозахисним,

засоби спотворення радіолокаційних характеристик головної частини у вигляді компактного приладу, встановленого на днищі ГЧ,

сім'я пасивних хибних цілей, імітуючих головну частину за радіолокаційними та балістичними характеристиками на позаатмосферній ділянці низхідної гілки траєкторії ГЧ.

Радіопоглинальне теплозахисне покриття для захисту ГЧ від радіолокаційного виявлення і одночасно від розігрівання під час входження у щільні шари атмосфери вперше розроблено у вітчизняній практиці. Роботи проводили спільно з Всесоюзним інститутом авіаційних матеріалів під керівництвом професора Я. М. Парнаса співробітники відділу 9 (надалі комплексу) М. В. Лобанова, В. С. Давидова, А. М. Глейцман, В. В. Єремеева та інші.

Проблемним було завдання компонування контейнерів з хибними цілями у конструкції вже спроектованої ракети. Рішення знайшов головний проектний відділ (начальник відділу Е. М. Кашанов, розробник В. І. Сидоренко) - контейнери було закомпоновано у хвостовому відсіку другого ступеня ракети. Викидання кожної хибної цілі здійснювалося шляхом мінометного пострілу з контейнера в кінці активної ділянки польоту. Напрямки та імпульси пострілів варіювалися і були індивідуальними для кожної ракети.

Значний внесок у створення перших засобів подолання ПРО внесли провідні конструктори, на початковому етапі – В. І. Прокопенко, В.А. Тарновський, згодом О. Г. Резник.

Розроблення системи подолання ПРО для ракети Р-36 торкнулося і зовнішніх організацій. М. К. Янгель домігся необхідних асигнувань для будівництва на території НДІ-2 в м. Калініні спеціального полігону, на якому штатні бойові блоки та хибні цілі, що їх імі-

тували, випробовували на відповідність радіолокаційним характеристикам. Для цих цілей було побудовано спеціальні вишки, щоб виключити вплив Землі, на які спеціальними пристроями піднімали бойові блоки (ББ) та хибні цілі. Аналогічні випробування проводили на полігоні ЦНД РТІ (колишній ЦНДІ-108) у Калузькій області, потім на Аральській дослідній базі Міністерства оборони. Було також створено так звану внутрішню трасу для натурних випробувань СП ПРО «Капустин Яр – Балхаш», де на дороблених ракетах 8К63 і 11К65 спочатку відпрацьовували у натурних умовах засоби подолання ПРО, уточнювали характеристики ББ і СП ПРО.

Супровід елементів КСП здійснювали радіолокаційні станції, створені для вітчизняної ПРО. Випробуваннями керувала Держкомісія на чолі з начальником ДЦП-4 генералом В. І. Вознюком. У льотних випробуваннях брали участь В. О. Чиж, М. О. Бабкін, В. В. Драгунов та ін.

Під час завершальних льотно-конструкторських випробувань КСП ПРО на штатній ракеті (початок у червні 1965 р.) на трасах польоту, видимих за периметром країни, застосовували пристрої спотворення радіолокаційних характеристик блоків і нештатні імітатори хибних цілей. Але факт польоту хибної цілі був наочний. За результатами ЛКВ систему «Лист» було введено до штатного складу ракети, та її експлуатували без регламентів.

Створена система подолання протиракетної оборони стала ефективною асиметричною відповіддю, яка нейтралізувала багаторічні зусилля США щодо створення своєї ПРО.

Американці відповіли будівництвом системи ПРО за проектом «Найкікс», на основі якої в 1969 р. конгрес прийняв рішення про будівництві ПРО «Сейфгард». Введення у цій системі другої

атмосферної ділянки перехоплення робило її, на думку американців, нездоланною. КБ «Південне» створило у відповідь багатоелементний комплекс засобів подолання ПРО, в який входили квазіважкі помилкові цілі, легкі цілі для позаатмосферних ділянок траєкторії та пристрій розсіяння диполів, який закривав увесь бойовий порядок.

Але найпотужніший удар по системі «Сейфгард» завдала ракета Р-36 з орбітальною головною частиною (ОГЧ). Вона виводила головну частину на траєкторію штучного супутника Землі, мала необмежену дальність стрільби і могла підійти до наміченої цілі з будь-якого напрямку, що виключало можливість її поразки технічними засобами. Ракета Р-36 з ОГЧ заступила на бойове чергування в 1969 р., а була знята в 1983 р. у зв'язку з укладенням Договору про обмеження стратегічних озброєнь-2. Потенційні можливості ракети Р-36 з'явилися достатньою підставою для початку переговорного процесу про обмеження стратегічних озброєнь і систем ПРО. СРСР виходив на переговори з США на паритетних засадах.

В результаті на даному етапі радянські Ракетні війська стратегічного призначення оснащувалися ракетними комплексами другого покоління з важкими ракетами Р-36 розробки КБ «Південне» М.К. Янгеля та легкого класу УР-100 розробки ОКБ-52 В.Н. Челомея. Серійне виробництво цих ракет і будівництво відповідних шахтних стартових споруд дало можливість СРСР за 3—4 роки ліквідувати відставання від США в стратегічному ракетному озброєнні і досягти паритету. По завершенні випробувань ракети Р-36 КБ «Південне» приступило до розробки на її базі ракети з роздільною головною частиною Р-36П (8К67П), і вже в серпні 1968 р. розпочато її льотно-конструкторські випробування. 26 жовтня 1970 р. ракета

Р-36П, оснащена головною частиною з трьома бойовими блоками, прийнята на озброєння. Її серійне виробництво було розгорнуто на Південному машинобудівному заводі. Технічні характеристики й конструктивні особливості ракети Р36П в основному ідентичні МБР Р-36. Ракету Р-36 з її модифікованими варіантами 8К69 (1968 р.) і 8К67 (1967 р.) відносять до другого покоління міжконтинентальних балістичних ракет стратегічного призначення. Основними особливостями ракет другого покоління є повністю запроваджені паливна система в період всього бойового чергування, головна частина, яка розділяється; комплекс засобів подолання ПРО супротивника, необмежена дальність стрільби орбітальної ракети.

За участь у створенні ракети Р-36 в квітні 1967 р. заступник Головного кон-

структора КБ «Південне» В.В. Грачов удостоєний Ленінської премії; в тому ж році Головний конструктор М.К. Янгель, начальник проектного комплексу КБ «Південне» М.Ф. Герасюта і начальник головного конструкторського підрозділу М.І. Галась — Державної премії СРСР; в 1969 р. за створення балістичної і орбітальної модифікацій Р-36 першому заступнику Головного конструктора КБ «Південне» В.Ф. Уткіну присвоєно звання Героя Соціалістичної Праці, а заступники Головного конструктора І.І. Купчинський, А.І. Чигарев і В.Ф. Єгоров, начальники відділів П.І. Нікітін і А.А. Красовський удостоєні Державної премії СРСР. Так закінчився етап розробки і виготовлення бойових балістичних ракет другого покоління.

Створення бойових ракет третього покоління (1975—1987)

Ракета 36 М. В середині 50-х рр. в світі почалася науково-технічна революція, ініційована новітніми відкриттями фізики, математики, механіки, хімії, біології, матеріалознавстві, приладобудуванні, техніці, технологіях та ін.

Виникли нові перспективні наукові та технічні напрями, зокрема кібернетика, фізика й техніка напівпровідників, мікроелектроніка, квантова електроніка, атомна енергетика, молекулярна біологія, лазерна техніка, радіоастрономія, створено нові покоління швидкодійних електронних обчислювальних машин, синтезовано багато матеріалів з наперед заданими властивостями, відбувався бурхливий розвиток ракетно-космічної техніки, яка вбирає в себе всі останні досягнення науково-технічного прогресу. Суспільство вийшло на новий рівень розвитку продуктивних сил, обумовлений науково-технічною революцією.

В кінці 60-х рр. стався якісний стрибок і в створенні стратегічних ракетних комплексів. Розробка США принципово нових бойових ракет — «Мінітмен-3М», що несуть кілька ядерних боеголовки і досягають індивідуальних цілей з високою точністю, знову порушило сформовану ракетно-ядерну рівновагу між СРСР і США. «Мінітмен» — сім'я МБР наземного шахтного базування на твердому паливі. Включає три покоління ракет — «Мінітмен-1», «Мінітмен-2», і «Мінітмен-3», прийнятих на озброєння відповідно в 1962, 1965 і 1970 рр.

«Мінітмен-3» має максимальну дальність — 13 000 км, головну частину індивідуального наведення, що розділяється, з трьома бойовими блоками потужністю 3х340 кт. Тому перед радянськими вченими і конструкторами постала необхідність створити

нове, третє, більш досконале покоління бойових ракетних комплексів як відповідь на виклик США. Перехід до створення міжконтинентальних балістичних ракет третього покоління став можливим завдяки розробці нових, досконаліших двигунів різних типів, високоточним приладам систем управління та прицілювання, в яких було використано останні досягнення електронної обчислювальної техніки, новим ШПУ.

Постановою ЦК КПРС і Ради Міністрів СРСР 19 серпня 1970 р. перед двома провідними ракетними організаціями СРСР — КБ «Південне» і ОКБ-52 було поставлено задачу розробити відповідно ракетні комплекси Р-36М і МР-УР-100 з важкими ракетами 15А14 і легкими 15А15, які повинні були замінити ракетні комплекси, стоять на озброєнні. КБ «Південне» при розробці ракети 15А14 мало намір реалізувати в ній багатоблочну головну частину, що розділяється з індивідуальним наведенням бойових блоків в точки прицілювання, автономну систему керування на базі бортової цифрової електронної обчислювальної машини та комплексу командних приладів підвищеної точності, малогабаритні бойові блоки з поліпшеними масовими і балістичними характеристиками, стійкі до вражаючих факторів ядерного вибуху, повну ампулізацію паливних систем ступенів ракети, мінометний старт ракети з транспортно-пускового контейнера, встановленого в шахтній пусковій установці та інші новації.

Основні тактико-технічні характеристики Р-36М:

Кількість ступенів - 2;
 Максимальна дальність стрільби ракети з РГЧ ІН - 10 200 км;
 Максимальна дальність стрільби ракети з «важкою» ГЧ - 11 200 км;
 Максимальна дальність стрільби ракети з «легкою» ГЧ - 16 000 км;

Максимальна стартова маса - 211 т;
 Маса головної частини - 7,3 т;
 Довжина ракети - 34 м;
 Максимальний діаметр корпусу - 3 м;
 Тяга маршового двигуна першого ступеня у землі - 114 тс;

Гарантійний термін зберігання - 15 років.

12 серпня 1976 р. за створення ракетних комплексів Р-36М і МР-УР-100 КБ «Південне» і Південний машинобудівний завод указом Президії Верховної Ради СРСР нагороджені орденом Жовтневої революції; звання Героя Соціалістичної Праці було присвоєно В.Ф. Уткіну і директору Південмашу О.М. Макарову (вдруге), Б.І. Губанову - першому заступнику Головного конструктора і начальника КБ «Південне» і М.І. Галасю - головному конструктору і начальнику КБ-2, заступнику Головного конструктора КБ «Південне».

На початку 70-х рр. в США розпочато розробку нової твердопаливної ракети МХ, яка значно перевершувала з бойової ефективності всі попередні ракети за рахунок збільшення кількості та потужності несучих ядерних боеголовок і точності стрільби. МХ була тоді кращою ракетою на твердому паливі: важкою триступінчастою міжконтинентальною балістичною ракетою шахтного базування, оснащена головною частиною індивідуального наведення, максимальна дальність стрільби — 9600 км. Могла стартувати в умовах ядерного впливу на стартову позицію завдяки спеціальному покриттю її корпусу. МХ — перша американська ракета наземного базування з пусковим контейнером. Система управління — автономна, інерціальна. Її основні елементи — інерційних блок і блок електронної апаратури, основною частиною якого є бортова цифрова обчислювальна машина (БЦОМ), що забезпечувала більш високу точність, ніж у ракети «Манітмен-3». Головна частина ракети несе 10 боеголовок масою по 210 кг кожна та ядерний заряд по-

тужністю 0,6 Мт, також включає засоби подолання ПРО.

В СРСР в серпні 1976 р. було прийнято урядове рішення доручити КБ «Південне» розробку на основі ракетних комплексів Р-36М і МР-УР-100, що знаходяться на озброєнні радянських ракетних військ, нових комплексів з поліпшеними тактико-технічними характеристиками — Р-36М УТТХ і МРУР-100 УТТХ. Їх було розроблено, випробувано та в грудні 1980 р. прийнято на озброєння.

Ракетний комплекс Р-36М УТТХ з важкою ракетою 15А18, оснащеною багатоблоковою головною частиною, забезпечував ураження однієї ракетою до 10 цілей в умовах протидії засобів ППО супротивника, точність його стрільби було підвищено в два-три рази, збільшено потужність зарядів бойових блоків і район їх розведення, пускова установка і командний пуск мали високу ступінь захисту та інші вдосконалення. В результаті його ефективність була вищою в два-три рази порівняно з комплексом Р-36М.

Підвищення ефективності бойового

використання ракетного комплексу МР-УР-100 УТТХ з ракетою 15А16 забезпечувалося застосуванням нових бойових блоків зі збільшеним (на 25%) тротиловим еквівалентом, підвищенням в два рази точності стрільби за рахунок удосконалення системи управління та рухової установки ступені розведення, застосуванням автономної бортової системи прицілювання «Меридіан» та ін.

За створення цих двох комплексів ряд співробітників КБ «Південне» був удостоєний Ленінської премії — головний конструктор КБ рідинних двигунів О.В. Клімов, заступник головного конструктора КБ твердотільних ракетних двигунів О.А. Макаров і провідний конструктор теми С.І. Ус.

Бойові ракети 15А16 і 15А18 були останніми з третього покоління ракет КБ «Південне». Їхні головні особливості: індивідуальне наведення бойових блоків на цілі, система керування з використанням бортової цифрової електронної обчислювальної машини, мінометний старт з транспортного пускового контейнера, висока стійкість до вражаючих факторів ядерного вибуху.

Бойові ракетні комплекси третього покоління

Наприкінці 60-х – початку 70-х рр. відбулися події, які багато в чому визначили подальший розвиток ракетного озброєння СРСР. Насамперед було переглянуто стратегію застосування ракетно-ядерної зброї, розраховану на запуск ракет до прибуття бойових блоків супротивника, тобто в превентивному, або зустрічному ударі у відповідь. У 1969-1970 рр. стала панівною точка зору про необхідність здійснення стратегії стримування супротивника від нанесення першого удару. Для цього необхідно було створити ракетно-ядерний потенціал, що забезпечу-

вав би гарантоване нанесення удару у відповідь у випадку ядерного нападу супротивника. Це у свою чергу, вимагало істотного підвищення захищеності пускових установок і КП від впливу ядерних факторів, а також інших заходів щодо підвищення живучості ракетних комплексів на всіх етапах бойового застосування.

Іншою найважливішою подією в цей період були переговори з американською адміністрацією, що завершилися підписанням у 1972 р. Тимчасової угоди між СРСР і США про деякі заходи у сфері обмеження стратегічних насту-

пальних озброєнь (договір ОСО-1). Цей договір, який набув чинності 3 жовтня 1972 р., забороняв будівництво стаціонарних ПУ МБР, крім тих, які раніше побудовано або будівництво яких розпочато до 1 липня 1972 р. При цьому дозволялася модернізація пускових установок, але заборонялося переобладнання ПУ легких ракет у ПУ важких МБР. Отже, договір фактично встановлював межу кількості важких МБР на рівні 308 одиниць, шахти яких було споруджено до моменту його укладання. Відповідно до цього, головним завданням ставало вже не кількісне нарощування МБР, а всіляке підвищення їх живучості та бойової ефективності.

Шукати шляхи подальшої модернізації ракетного комплексу з найпотужнішою ракетою 8К67, що перебувала на озброєнні, КБ «Південне» почало ще 1966 р. Якісний стрибок у розвитку багатьох галузей промисловості, у першу чергу оборонних, створив передумови для промислового виготовлення мініатюрних пристроїв цифрової обчислювальної техніки, різної високоточної апаратури, досконаліших рідинних рушійних установок замкненої схеми, нових ядерних зарядів з високими питомими характеристиками. Усе це стало основою для створення нового, досконалішого третього, покоління стратегічної ракетної зброї.

У 1968 р. КБ «Південне» подало до уряду обґрунтовані технічні пропозиції щодо модернізації комплексу, яка мала на меті:

оснащення ракети розділюваною головною частиною з індивідуальним наведенням на цілі нових бойових блоків з покращеними масовими та балістичними характеристиками, стійкими до уражувальних факторів ядерного впливу,

підвищення захищеності шахтних пускових установок;

застосування нових, ефективніших засобів подолання протиракетної оборони ймовірного супротивника;

різке, більше ніж у тричі, збільшення точності стрільби;

істотне зменшення часу готовності до пуску;

оперативне, з мінімальним часом зниження боєздатності, переприцілювання по кожній із задалегідь запланованих цілей;

реалізація засобами системи дистанційного керування повністю автоматичного керування ракетою і ШПУ з командного пункту БРК у процесі експлуатації та бойового застосування при повному виключенні рухомих регламентних засобів;

подальше вдосконалювання конструкції ракети та збільшення гарантійних строків її експлуатації.

Пропозицію було прийнято, і 2 вересня 1969 р. підписано постанову уряду про розроблення та виготовлення ракетного комплексу Р-36М (15А14).

Внаслідок реалізації принципів, запропонованих КБ «Південне», в подальшому було створено практично нову, принципово відмінну від Р-36 ракету, хоч вона і проходила під індексом її модернізації. Шлях її розроблення став одним з найдраматичніших моментів в історії підприємства. У тому ж 1968 р. заступник голови ВПК Г. М. Пашков привіз до КБ «Південне» комплект документації чоломійської ракети УР-100. Завдання, яке поставив він перед М. К. Янгелем, полягало в розробці варіанта модернізації цього комплексу з мінімальними строками та витратами. Власне модернізацію виконував і сам розробник ракети. КБ «Південне» було залучено на умовах конкурсної розробки.

Що являв собою об'єкт модернізації – міжконтинентальну двоступінчасту балістичну ракету УР-100 (8К84) легкого

класу, стартової маси близько 40 т, діаметром 2 м, довжиною близько 17 м, здатна доставити легку або важку термоядерну головну частину масою 800-1500 кг на відстань відповідно 12 і 5 тисяч км з точністю стрільби 5 км. Ракета мала щільне компонування, автономну інерціальну систему керування, чотирикамерний РРД з хитними камерами згоряння замкненої схеми розробки КБ ХА (головний конструктор С.О. Косберг) на першому ступені і однокамерний РРД відкритої схеми розробки ОКБ-117 (головний конструктор С. П. Ізотов) на другому. Двигуни працювали на висококиплячих компонентах палива – азотному тетраоксиді і несиметричному диметилгідразині. Ракета була ампулізованою, транспортувалася та зберігалася в спеціальному транспортно-пусковому контейнері, старт з якого проводився «гарячим» способом, на власних двигунах за напрямними всередині ТПК. Ракету було прийнято на озброєння РВСР у 1967 р., вона була порівняно недорога і випускалася масово для якнайшвидшого нарощування військового потенціалу СРСР у порівнянні зі США. Усього було розгорнуто близько тисячі таких ракет.

У зв'язку з моральним старінням ракети необхідно було в наявні шахтні споруди для ракет УР-100 установити нові, більш сучасні та ефективні міжконтинентальні ракети. При цьому доробка шахтних споруд мала бути мінімальною, але з істотним підвищенням їх захищеності. Це завдання було невдовзі закріплено офіційними документами. Рішення від 2 серпня 1968 р. і наказ міністра загального машинобудування від 8 серпня 1968 р. ставили перед КБ «Південне» термінове, дуже важливе та відповідальне завдання – у найкоротші терміни, за місяць—півтора, розробити аванпроект модернізованого ракетного комплексу УР-100. Аванпроект на цю ракету, названу МР-УР100, випущено у

вересні 1968 р. Він ґрунтувався на впровадженні нових технічних рішень:

системи керування на базі БЦОМ;
двигунів замкненої схеми на обох ступенях;

мінометного старту ракети, що включав систему газовідводів зі ШПУ, що істотно спрощувало конструкцію пускової установки і дозволяло значно збільшити ступінь її захищеності;

шахти без оголовка із захисним пристроєм – «дахом» поворотного типу замість зсувного по рейках;

транспортно-пускового контейнера мінімальних габаритів з розміщенням усередині нього ракети на спеціальних кільцевих опорах, а зовні – усієї наземної перевірно-пускової апаратури.

Загалом аванпроект було схвалено. Основне зауваження полягало в тому, що не забезпечувалося індивідуальне наведення бойових блоків на цілі. У ході роботи КБ «Південне» запропонувало свій варіант РГЧ з наведенням ББ на індивідуальні цілі, а також показало можливість підвищення рівня захищеності дороблених ШПУ до 20-30 кг/см² (замість зазначених в аванпроекті 15 кг/см²) за рахунок збільшення допустимого перевантаження на ракету.

У серпні 1969 р. відбулося засідання Ради оборони СРСР, на якому схвалено пропозиції КБ «Південне» стосовно модернізації ракетних комплексів Р-36 і УР-100. При цьому не було відкинуто і запропоновану Центральним конструкторським бюро машинобудівництва схему модернізації комплексу УР-100, а по суті – створення нового ракетного комплексу УР-100Н. Підсумки конкурсу було вирішено підбити на етапі льотних випробувань.

Запропонована як модернізація ракети УР-100 нова розробка ОКБ Челоменя – міжконтинентальна ракета УР-100Н – була досить досконалою за основними технічними характеристи-

ками. Рідинна двоступінчаста ракета легкого класу, побудована за тандемною схемою на висококиплячих компонентах палива, мала збільшену більше ніж удвічі стартову масу, близько 105 т, діаметр корпусу – 2,5 м, довжину – 24 м. Вона відзначалася щільним компонованням і практично відсутністю «сухих» відсіків. Ракета з РРД замкнутого циклу розробки КБХА на обох ступенях зберігалася в транспортно-пусковому контейнері з термостатуванням і стартувала з нього на власних двигунах за напрямними усередині ТПК на дальність близько 10 тис. км із закидною масою близько 4,5 т. Ракету оснащено РГЧ з шістьма бойовими блоками із зарядами до 0,5 Мт.

Проте доробка шахтної пускової установки під ракету УР-100Н практично переходила в повний демонтаж ШПУ і будівництво нової зі здійсненням повного циклу будівельних робіт. Простіше кажучи, від колишньої ШПУ лишалася незмінною тільки осьова лінія.

У варіанті модернізації, запропонованому КБ «Південне», максимально зберігалася будівельна частина ШПУ і передбачалося промислове виготовлення основних елементів модифікованої ШПУ – захисного пристрою поворотного типу, силового металевго стакана та ін., при цьому захищеність споруди збільшувалася не менше ніж у 15 разів.

Постановою Уряду від 19 серпня 1970 р. КБ «Південне» доручено розробку ракетного комплексу з міжконтинентальною ракетою МР-УР100 (15А15) з виходом на ЛКВ у 1973 р. Розпочалося її повномасштабна модернізація, тоді як роботи над ракетою 15А14 уже йшли повним ходом.

Ескізний проект ракети 15А14 з трьома видами бойового оснащення – двома моноблоковими ГЧ, РГЧ 15Ф143 і маневрувальною ГЧ– було випущено у грудні 1969 р. Нова компоновальна схе-

ма ракети забезпечувала високий ступінь використання її об'єму за рахунок виключення міжбачових «сухих» відсіків, виконання нижнього днища паливного відсіку першому ступеня ввігнутих для розміщення РУ та утворення в баку пального другого ступеня внутрішньої порожнини для розміщення маршового двигуна. Маршові двигуни обох ступенів виконано за замкнутою схемою, з високим тиском у камерах згоряння. На першому ступені встановлювали чотири хитні однокамерні двигуни 15Д117 розробки КБЕМ. РУ другого ступеня складалася з основного однокамерного двигуна 15Д79 і чотирикамерного рутьового двигуна 15Д83 розробки КБХА. Систему керування ракети Р-36М розробило КБ Електроприладобудування (колишнє ОКБ-692). Це була перша вітчизняна система керування МБР, виконана повністю на основі застосування цифрових обчислювальних машин у бортовій і наземній апаратурі.

Базовими приладами систем керування були:

гіростабілізована платформа з трьома гіроінтеграторами і дискретними датчиками вихідної інформації, розроблена НДІ ПМ під керівництвом В. І. Кузнєцова;

триканальна БЦОМ;

цифрова наземна апаратура.

Ідеологію побудови комплексу СК запропонував і обґрунтував колектив підрозділу під керівництвом Я. Е. Айзенберга в КБ Електроприладобудування.

Застосування на ракеті Р-36М системи керування з БЦОМ дозволило (стосовно ракети Р-36):

керувати розведенням, побудовою заданих бойових порядків засобів РТЗ і ББ та індивідуальним наведенням ББ на цілі в межах енергетично досяжної площі розведення;

за рахунок застосування оптимальних програм виведення і розведення

підвищити енергетичні можливості ракети;

повністю автоматизувати всі процеси керування БРК з командного пункту БРК у процесі експлуатації та бойового застосування;

здійснювати оперативне перепріцілювання з малою втратою боєздатності за польотними завданнями, що зберігаються на ПУ;

підвищити боєздатність комплексу \sim в 4 рази;

підвищити точність стрільби \sim в 3 рази.

У пневмогідроліній схемі (ПГС) ракети реалізовано низку принципово нових рішень, що дозволили значно спростити конструкцію та схему роботи ПГС, зменшити кількість елементів автоматики, виключити необхідність проведення профілактичних робіт з ПГС і підвищити її надійність при одночасному зменшенні маси. Особливостями ПГС ракети була повна ампулізація паливних систем після заправки (з періодичним контролем тиску в баках) і виключення стиснених газів з борту ракети. Це зроблено вперше для ракет КБ «Південне» і дало можливість збільшити час перебування РК у повній бойовій готовності до 10-15 років з подальшою можливістю експлуатації до 25 років.

Для попереднього наддування баків уперше розроблено і впроваджено схему хімічного наддування шляхом упорскування протилежного компонента палива на дзеркало рідини в баках. Уведено «гаряче» (450°C) наддування паливних баків.

Гальмування відокремлюваних частин першого і другого ступенів уперше здійснювалося газореактивними системами, робочим тілом яких був газ, що перебував у баках під надлишковим тиском. Впровадженню ГРС передувала значний комплекс наземного відпрацювання з вивчення фізичної картини внутрішньобаків процесів під час ро-

боти системи допалювання, з конструкторського відпрацювання розкриття піроелементами заглушок, міцності вихідних пристроїв і сопел. За рішенням М.К. Янгеля, остаточне відпрацювання ГРС проводили в натурних умовах у процесі ЛКВ через неможливість у земних умовах відтворити специфічні умови польоту ракети (глибокий вакуум, знакозмінне навантаження, зменшена сила тяжіння тощо).

Впровадження ГРС дозволило в 3—5 разів порівняно з системами відокремлення з ПРД зменшити масу системи відокремлення, підвищити надійність, ресурс, виключити наявність стиснених газів і додаткових компонентів палива на борту ракети.

Складним завданням був вибір схеми, складу і характеристик принципово нового виду бойового оснащення – РГЧ з індивідуальним наведенням ББ на цілі. За результатами аналізу багатьох варіантів, у тому числі варіанта з розведенням ББ двигуна другого ступеня, було прийнято схему з автономним РД-ТП 15Д161, розробленим КБ-5. Заряд сумішевого палива торцевого горіння за рахунок своєї форми забезпечував повільне зменшення тяги в міру вигорання палива, отже, відокремлення ББ.

Принципово нові рішення внесено в конструкції рульових приводів. Уперше в розробках КБ «Південне» було закладено рульові приводи централізованого живлення, що використовували як джерело тиску насос двигуна, а як робочу рідину – ракетне паливо. Датчики зворотного зв'язку потенціометричного типу замінені надійнішими, індукційними. В зв'язку з тим, що зростало навантаження на привід, призначений для хитання маршового двигуна, введено двокаскадні гідропідсилювачі з відсічним циліндричним золотником у кінцевому каскаді. Рульові агрегати для РГЧ стали використовувати крокові

приводи та автономні бортові джерела потужності.

Ці конструкторські нововведення викликали потребу у технічному переозброєнні виробництва. У технологічний процес впроваджено потужні насосні станції продуктивністю до 60 л/хв за тиску нагнітання до 350 кг/см², навантажувальні стенди з імітацією навантажень до 10 тс, алмазне прогладжування робочої поверхні силових циліндрів, електроерозійне оброблення дросельних отворів.

Фахівцям з РРД було доручено розробку нового в їх номенклатурі агрегату – бортового джерела потужності, що призначалося для живлення робочою рідиною рульового агрегату РДТП бойового ступеня ракети 15А14. Джерелом енергії БДП у польоті ракети були порохові гази, що вироблялися в спеціальному газогенераторі, а під час заводських і передстартових перевірок – стиснений газ. Було створено три модифікації БДП: 15Б81, 15Б81М і 15Б153, дві останні модифікації різнилися масою порохового заряду, тобто часом роботи газогенератора.

В ескізному проекті ракети Р-36М, випущеному в 1969 р., передбачався газодинамічний старт ракети зі ШПУ розробки ЦКБ-34 (Головний конструктор Є. Г. Рудяк). Пускова установка за своїми габаритами являла собою циклопічну інженерну споруду, підвищення захищеності якої до необхідних величин ставало складно та дорого. М. К. Янгель у цей час перебував у Москві на лікуванні. Коли йому привезли на затвердження ескізний проект ракети 15А14, він, ознайомившись з його матеріалами, підписати їх відмовився. «Робіть мінометний старт», – лаконічно сказав він, що викликало справжній шок у КБ. Уперше мінометний старт застосовано під час розробки комбінованої ракети РТ-20П (8К99), що вийшла на ЛКВ,

але яку не було прийнято на озброєння. Вона була, по-перше, малогабаритною (діаметр 1,6 м, довжина ~ 17 м), по-друге, мала твердопаливну першу ступінь. А тут йшлося про величезну рідинну ракету з діаметром 3 м, завдовжки близько 30 м і зі стартовою масою понад 200 т, яку потрібно було «випхати» з транспортно-пускового контейнера, після чого запустити РРД першого ступеня. Ніхто у світі нічого подібного не робив. Не дивно, що на початку ця ідея не знайшла прихильників навіть у власному КБ, не кажучи вже про керівників міністерств і суміжних організацій.

Головний конструктор стартового комплексу Є. Г. Рудяк висловився так: «Підкинути, як яблуко, рідинну махину з масою понад 200 тонн – це найчистіший абсурд!». В. М. Челомей пообіцяв: «Я зніму капелюх, якщо ракета полетить!». Ідея мінометного старту спочатку не мала прихильників ні в Міністерстві загального машинобудування, ні в Міністерстві оборони СРСР.

Незважаючи на величезну і всебічну протидію, М. К. Янгель ні на крок не відійшов від прийнятого рішення, чітко уявляючи перспективи і вірячи в здібності й талант своїх вихованців. І в цьому протистоянні з численними опонентами різного рівня він виявив себе цілеспрямованим, безкомпромісним і суворим бійцем, мудрим і далекоглядним діячем державного масштабу.

На великій нараді проєктантів, балістиків, керівників, конструкторів ОКБ М. К. Янгель, вислухавши майже стовідсоткову негативну думку присутніх щодо мінометного старту для ракети 15А14, спокійно, чітко та однозначно підбив підсумок: «Ну що ж. Я всіх уважно вислухав і приймаю рішення – будемо робити мінометний старт». Шок у конструкторському бюро швидко пройшов. Почалася напружена робота над вирішенням надскладного завдання.

Протягом досить короткого часу було знайдено рішення щодо всіх проблемних питань, більшість з яких виконувалися на рівні винаходів. Розробка концепції мінометного старту важкої рідинної ракети потребувала введення низки нових конструктивних рішень. Одне з них, якщо не найглобальніше, створення абсолютно нового агрегату – транспортно-пускового контейнера, що являв собою величезну склопластикову конструкцію. Нижню частину ракети захистили від впливу газів порохового акумулятора тиску (ПАТ) спеціальним піддоном – циліндричною оболонкою з увігнутим днищем, пристикованою до нижнього шпангоута першого ступеня розривними болтами. Простір між днищами піддона і ТПК утворював геометрично правильний об'єм, заповнюваний газами ПАТ під час виштовхування ракети з контейнера. Далі піддон відокремлювався від неї пружинними штовхачами і за допомогою спеціальних ПРД уводився убік від ШПУ. Усередині ТПК ракета розташовувалася на декількох кільцевих опорах, що скидалися після пуску, які одночасно були амортизаторами для ракети за умови впливу ядерного вибуху.

Окрему, досить складну проблему становили розроблення порохового акумулятора тиску і різні нюанси, пов'язані з ним, не вирішені до кінця під час першого застосування мінометного старту на ракеті РТ-20П. Значна заслуга у вирішенні цих питань належить колективу термодинаміків КБ «Південне». За результатами їх теоретичних досліджень і практичних рекомендацій у конструкцію ракети було впроваджено і повністю відпрацьовано двоступеневий ПАТ, тобто цілих два порохові агрегати різної потужності, час спрацьовування яких визначався до часток секунди, і всі разом вони забезпечували викид гро-

мадя в 200 тонн з транспортно-пускового контейнера.

Транспортно-пусковий контейнер для ракети 15А15 являв собою зварний циліндр розмірами 2х20 м з алюмінієвого сплаву АМг6 з рядом ребер по зовнішньому діаметру. Спочатку його передбачалося виготовляти на Омському авіазаводі № 166 (згодом НВО «Політ»), проте в 1970 р. запропоновано зосередити виготовлення комплексу ракети 15А15 на заводах України. Було призначено нового виробника ТПК – завод «Важмаш», що спеціалізувався на виготовленні для всього Союзу великогабаритних цистерн рухомого потяга для перевезення лугів, кислот і інших агресивних рідин, мав досвід зварювання великогабаритних оболонок з алюмінієвих сплавів. Складність виготовлення ТПК таких великих габаритів полягала у високій точності оброблення внутрішньої порожнини для забезпечення герметичності під час виходу ракети. Ознайомившись з розробленою Омським КБ документацією, технологи Важмашу, категорично заявили: «Ми таке не зробимо». Потрібні були значні і злагоджені зусилля керівництва КБ «Південне», ПМЗ і ДФ НДІТМ для організації виробництва ТПК комплексу 15А15 на Важмаші. КБ «Південне» довелося переробити конструкторську документацію на ТПК, виконану спеціалістами з Омська. ДФ НДІТМ розробила директивний технологічний процес виготовлення ТПК, спроектувала необхідне оснащення. Павлоградський машинобудівний завод виготовив найскладніші види технологічного оснащення, а також великогабаритні напівфабрикати – заготовки деталей. На Важмаші виділено необхідні виробничі площі, побудовано спеціальний цех, завезено устаткування.

В подальшому Важмаш успішно забезпечив серійне виробництво ТПК



Мінометний старт ракети Р-36М

для ракет 15A15 і їх наступних модифікацій.

У березні 1970 р. випущено доповнення до ескізного проекту ракети 15A14 з мінометним стартом. Усі заправні магістралі виводилися на нижній торець ракети, дренажні магістралі першого і другого ступенів – на відповідні перехідники. Їх розділення передбачалося здійснювати ходом ракети. У

доповненні, крім змін, обумовлених зміною типу старту ракети, було враховано зауваження на ескізний проект Головному Ракетних військ стратегічного призначення, що стосувалися бойового оснащення ракети. Замість цілого ряду поданих типів РГЧ у доповненні пропонувалося застосування єдиної уніфікованої УРГЧ-10, конструкція якої забезпечувала можли-

вість її оснащення різною кількістю бойових блоків.

Підвищення захищеності ШПУ забезпечувалося в основному застосуванням мінометного старту, що дозволяв, зберігаючи зовнішні габарити, збільшувати міцність ШПУ за рахунок нарощування стовбура всередину. Реалізацію мінометного старту підтверджено 22 жовтня 1971 р. першим експериментальним пуском ракети 15А14. Це був пуск макета важкої міжконтинентальної рідинної ракети з транспортно-пускового контейнера за допомогою методу мінометного старту, пуск, що повідомив про народження нового способу старту – мінометного, на створення якого багато сил і здоров'я поклав Михайло Кузьмич. Через три дні його не стало..

Розробку двох нових ракетних комплексів третього покоління КБ інтенсивно продовжувало практично одночасно. Комплекс з ракетою МР-УР100 створювався приблизно на рік пізніше за строками, і це дало можливість використати нові, перспективні конструкторські рішення з комплексу Р-36М і цим зменшити строки його відпрацювання. На обох комплексах застосовано схеми мінометного старту з ТПК, розділювані ГЧ, системи керування на основі БЦОМ, єдиний уніфікований бойовий блок РГЧ, аналогічні конструктивно-компонувальні схеми твердопаливних двигунів РГЧ. Проте у розробленні ракети МР-УР100 були свої складності.

У жовтні 1969 р., відповідно до рішення Ради головних конструкторів від 18 вересня, КБ «Південне» випустило «Проектні матеріали щодо модифікованого РК УР-100» з підвищеними, у порівнянні з аванпроектом, енергетичними характеристиками ракети, необхідними для застосування на ній РГЧ з чотирма бойовими блоками індивідуального наведення. Збільшення енерге-

тики досягалося за рахунок розміщення маршового двигуна в порожнині паливного відсіку. Це дозволило істотно збільшити стартову масу ракети без зміни її основних габаритів (діаметр 2 м, довжина 21,15 м). Проте керівництво ПМЗ зустріло ідею «утопленого» двигуна, м'яко кажучи, без ентузіазму. Поїздка заводчан у м. Златоуст, де виготовляли БРПЛ 4К75 з аналогічним розташуванням двигуна, остаточно переконала їх у тому, що виготовлення ракети з «утоплеником» є вкрай трудомістким і нетехнологічним. У пошуках інших, більш прийнятних шляхів підвищення енергетики ракети довелося прийняти старий «дідівський» метод, збільшивши діаметр першого ступеня до 2,25 м з одночасним збільшенням внутрішнього діаметра контейнера.

У квітні 1970 р. до КБ «Південне» прибув голова ВПК Л. В. Смірнов, який після ознайомлення зі станом справ на місці дав «зелене світло» подальшим роботам щодо комплексу з ракетою МР-УР100. Розпочалося її повномасштабне розроблення, яке в подальшому було підкріплено постановою Уряду від 19 серпня 1970 р., хоч до цього часу роботи щодо комплексу вже йшли повним ходом. У вересні 1970 р. випущено ескізний проект комплексу з ракетою МР-УР100. Ракета проектувалася разом зі ШПУ, з урахуванням взаємних потреб. КБ «Південне» при цьому брало на себе не тільки роль головного розробника ракети, але й ракетного комплексу в цілому.

Конструкція конкурсної ракети МР-УР100 (15А15) мала низку особливостей, крім властивих новому типу старту. Вона, як відомо, проектувалася під наявні ШПУ для ракет УР-100, тобто з жорстким обмеженням на діаметр і довжину ракети. Обмежені строки розроблення також позначилися на ракеті.

Двоступінчасту МБР легкого класу тандемної схеми МР-УР100 було виконано у двох діаметрах, збільшених порівняно з УР-100: діаметр першого ступеня становив 2,25 м, другого – 2,1 м. Ступені було з'єднано між собою конічним перехідним відсіком, який під час розділення ступенів руйнувався подовженим кумулятивним зарядом. Це було застосовано вперше в розробках КБ «Південне». На обох ступенях баки палива й окиснювача об'єднано в єдині паливні ємності, проміжні днища в яких виконувалися із триметалевого листа з вторинною герметизацією зварених швів. Це являло собою складну технологічну проблему, яку успішно вирішили фахівці КБ «Південне», ПМЗ і Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона АН УРСР. Унікальний спосіб зварювання вибухом для одержання заготовок з трьох листів металів АМгб+АД1+АМгб було розроблено вперше на рівні технологій світового рівня.

Для виготовлення оболонок паливних баків використовували більш міцні вафельні обичайки, технологію виготовлення яких уперше освоєно стосовно ракети Р-36М.

На ракеті МР-УР100 використовувалося так зване «хімічне» попереднє наддування паливних баків, а також забірні пристрої оригінальної конструкції з дестратифікаторами («мішалками»), що забезпечували мінімальні залишки незабору КРП у баках. Паливна система ракети була повністю ампулізована, що виключало необхідність пневмовипробувань у місцях експлуатації. Відпрацювання наддування паливних відсіків проводили на стендах № 6, 17, 18 комплексу вогневих випробувань РРД.

Гальмування корпусу другого ступеня під час відокремлення ГЧ виконувалося газореактивною системою шляхом стравлювання тиску наддування з

порожнин паливного відсіку. Розкриття сопел протитяги виконувалося за допомогою ПКЗ. Систему відпрацювали на стенді № 23 відділу 76.

На ракеті було застосовано нову систему керування витратою палива (СКВП) для забезпечення одночасного спорожнювання паливних баків і оптимального використання запасів палива, у результаті чого було істотно підвищено енергетику ракети. Систему було створено в КБ «Південне» за участю НДІ АП і ІПУ АН СРСР.

На першому ступені встановлювався маршовий однокамерний двигун розробки КБЕМ другого ступеня ракети Р-36М і керуючий чотирикамерний двигун 15Д167, розроблений КБ-4 на базі серійних двигунів 8Д68 і 8Д612. РРД 15Д167, виконаний за відкритою схемою без допалювання генераторного газу, забезпечував для першого ступеня, крім своєї основної функції, також наддування бака пального відновлювальним газом, живлення окиснювачем і паливним агрегату наддування бака окиснювача і живлення паливним системи гідроприводів, а для другого ступеня – живлення компонентами палива систем попереднього наддування баків. Камеру згоряння РРД 15Д167 з соплом трубчастої конструкції було спроектовано з максимальним ступенем уніфікації з двигуном 8Д612 гальмової РУ ОГЧ ракети 8К69. Для розміщення маршового двигуна бак пального першого ступеня було виконано з увігнутим днищем.

Однокамерний маршовий РРД другого ступеня 15Д169 замкненої схеми розміщувався в тороїдній порожнині бака пального. Керування вектором тяги здійснювалося шляхом вдування газу в закритичну частину сопла. Для керування за креном використовувалися чотири сопла, що працювали від газогенератора ТНА. РРД 15Д169 забезпечував також наддування бака окиснювача

другого ступеня газом, що виробляє газогенератор наддування, і бака пального – відновлювальним генераторним газом, що відбирався після ТНА. Двигун розробило КБ-4 на базі РРД 15Д512 другого ступеня ракети 8К99 з деякими удосконаленнями для підвищення надійності та збільшення ресурсу.

У результаті багатоваріантних проектних пошуків було розроблено РГЧ з платформою під чотири нові бойові блоки 15Ф158У, які розробило КБ «Південне». Аналіз показав, що для розведення ББ найбільш доцільно було б застосовувати РРУ з можливостями її форсування і дроселювання в потрібний час. Проте її створення і відпрацювання вимагали багато часу та не вписувалися в програму модернізації, тому звернулося до менш ефективного, але найбільш простого двигуна – твердопаливного. Програмування тяги здійснювалося за рахунок вибору заряду твердого палива торцевого горіння в кінчному корпусі. Зменшення поперечного перерізу палаючої поверхні заряду за часом забезпечувало плавне зменшення величини тяги.

У процесі розроблення РГЧ дійшли висновку, що приладовий відсік має відокремлюватися від ракети і забезпечувати політ РГЧ. У пошуках можливості мінімізації маси прийшли до ідеї герметичного приладового відсіку. Це рішення дозволило відмовитися від корпусів приладів, максимально зблизити їх між собою, зменшивши їх масу та масу кабельної мережі, забезпечивши кращі умови для функціонування апаратури, та істотно зменшити габарити та масу приладового відсіку. Герметичний приладовий відсік став об'єктом подвійного використання: спочатку у складі ракети під час польоту перших ступенів, а потім, відокремившись від ракети разом з РГЧ, забезпечував її політ і розведення ББ. При цьому по-

кращилася штатна експлуатація ракети – у разі відмови одного з приладів заміняли ГПВ, узятий із ЗІП, а несправний відправляли на завод-виробник для ремонту.

Жорсткі обмеження щодо довжини ракети викликали потребу у ще одному нововведенні – було розроблено спеціальний головний обтічник зі складним наконечником з двох напівоболонки, які після виходу ракети зі ШПУ склалися під дією пружинних приводів і утворювали гострий конус.

У результаті розроблена РГЧ для ракети МР-УР100 за рівнем масової досконалості є неперевершеним зразком і донині.

Льотні випробування ракети МР-УР100 розпочалися на НДВП-5 під керівництвом Держкомісії. Для якнайшвидшого початку льотних випробувань ракети перші п'ять її льотних зразків оснащувалися РГЧ, укомплектованою позаштатним обтічником і телеметричними ББ, запозиченими з БРК розробки ЦКБМ.

Пуски ракет проводили по району «Кура» у район «Акваторія», один пуск було проведено на мінімальну дальність по району «Кзил-ТУ».

Льотно-конструкторські випробування ракети з РГЧ успішно завершилися в грудні 1974 р.

Льотні випробування комплексу Р-36М з усіма видами бойового оснащення проводили на НДВП-5 у період з 1973 по 1976 рр. Проведено 43 пуски, з них 36 були успішними.

Особливий випадок являв собою пуск ракети № 22Л. Відразу ж після увімкнення автомата стабілізації четвертий рульовий привід «пішов на упор». Інші три не змогли компенсувати перекидний момент, ракета втратила керованість і впала неподалік від СП. На місці падіння вдалося знайти незруйновану рульову машину зі збереже-

ною розпайкою виводів датчика зворотного зв'язку на штепсельне рознімання, яка виявилася неправильною.

Після цього випадку було введено 100 % пломбування БТК і ВП усіх рознімних з'єднань і дуже гостро постало питання забезпечення об'єктивного контролю параметрів рульового агрегату з документуванням результатів випробувань. Заново створеному КБ «Орбіта» (директор В. Д. Хазов, пізніше О. О. Макаров) було доручено розроблення АСК ТП для автоматизованого контролю рульового приводу. Таку систему з назвою «Імпульс» було розроблено і впроваджено в цеху головного складання, на ПМЗ, у цеху-виробнику рульового приводу. Систему з деякими удосконаленнями успішно застосовували під час виготовлення ракет нового покоління, а також надалі – під час випробувань РН «Зеніт».

На основі позитивних результатів льотних випробувань ракетний комплекс було прийнято на озброєння – у складі з РГЧ і з важким моноблоком у 1976 р., а у складі з легким моноблоком – у 1978 р.

У ракети 15А14 було довге життя.

Ракети, що перебували на бойовому чергуванні, були переоснащені у 1980 р. без діставання зі ШПУ удосконаленими розділюваними головними частинами, з рідинним ступенем наведення, створеними на той час для ракети 15А18. Під новим позначенням 15А18-1 ракети продовжили бойове чергування протягом 10 і більше років понад гарантійний строк.

У 1978-1980 рр. за допомогою ракет 15А14, знятих з озброєння, проводили льотно-конструкторські випробування експериментальної самонавідної головної частини 8Ф678, на якій перевіряли два варіанти візування на ціль – за радіосякравісними і рельєфними картами місцевості.

Ракети 15А18-1 після виведення з експлуатації були використані також у дослідно-конструкторських роботах для льотних випробувань бойових блоків наступних поколінь, для НДР з пусками експериментальних блоків, пошкоджених імітаторами ПРО, а також для пусків балістичних мішеней в інтересах відпрацювання вітчизняної ПРО, зокрема системи залпової стрільби стрижневими уражувальними елементами (тема «Мозир»). Для теми «Мозир» були створені інертний блок-мішень і, разом з ВНДІЕФ, телеметричний блок-мішень.

Усього через кілька місяців після прийняття на озброєння комплексів з ракетами Р-36М (15А14) і МР-УР100 (15А15) 16 серпня 1976 р. постановою уряду КБ «Південне» було доручено розроблення РК Р-36М і МР-УР-100 з покращеними тактико-технічними характеристиками. У грудні 1976 р. ескізні проекти цих комплексів з ракетами, що одержали індекси 15А18 і 15А16, були розроблені і подані замовникові.

Модернізація обох ракетних комплексів мала на меті істотне підвищення ефективності їх бойового застосування за мінімальних дороблень і стосувалася, головним чином, «верхівок» ракет – РГЧ і ступенів розведення. Перший і другий ступені для обох ракет використовувалися без дороблення. Ступені розведення і РГЧ заміняли новими на заправлених компонентах палива ракетах, що стояли у ШПУ.

Для ракети 15А18 було розроблено новий ступінь розведення 15Б157 діаметром 3 м і заввишки 1 м, який має РРД з хитними камерами, що працює на основних компонентах палива, і нову РГЧ 15Ф183 з десятьма новими швидкісними блоками 15Ф162 з зарядами підвищеної потужності. Нові ББ були уніфіковані для обох ракет.

Розроблений КБ-4 двигун 15Д177 для ступеня розведення було виконано

чотирикамерним, за відкритою схемою без допалювання генераторного газу, дворежимним (тягою 2000 кгс і 800 кгс) з багаторазовим (до 25 разів) перемиканням з одного режиму на інший для створення найбільш оптимальних умов під час розведення ББ.

Одна з конструктивних особливостей двигуна – два фіксовані положення камер згоряння. Під час транспортування і польоту ракети КЗ розташовувалися усередині ступеня розведення. Після відокремлення ступеня від ракети спеціальні механізми виводили камери за зовнішній контур відсіку, розвертали їх у робоче положення для реалізації «тягнутої» схеми розведення ББ і закріплювали пневматичними фіксаторами. На цьому двигуні вперше було введено перевірку відсутності засмічення магістралей методом продування повітрям з вимірюванням перепадів тиску ротаметрами. Двигун 15Д177 відпрацьовувався на стенді № 4 комплексу 8. Там же для ракети 15А18 проводили комплексні випробування ступеня розведення в цілому.

Нову РГЧ 15Ф183 було виконано за двоярусною схемою з єдиним аеродинамічним обтічником. Уперше були розроблені і застосовані безімппульсні пристрої відокремлення ББ і пружинні штовхачі, що закручували ББ навколо осі в момент їх відокремлення від платформи.

Модернізація системи керування (КБ Електроприладобудування) полягала в реалізації більш повних законів керування із зведенням практично до нуля методичних помилок, а також збільшенням пам'яті БЦОМ. При цьому точність стрільби було покращено в 2,5 рази, час готовності ракети до пуску зменшився до 62 с.

Покращення параметрів системи прицілювання (КБ заводу «Арсенал») досягалося за рахунок підвищення точ-

нісних характеристик апаратури, підвищення ударостійкості, застосування системи попереджувального запуску і квантового оптичного гірометра з високою швидкодією, що дозволяв виконувати багаторазову корекцію прицілювання.

РГЧ 16Ф161 ракети 15А16 відрізнялася від РГЧ 15Ф154 ракети 15А15 модифікованим твердопаливним двигуном розведення 15Д171-02 зі зменшеним розкидом тяги за рахунок індивідуального підбирання критичних перерізів сопел. Як і на РГЧ 15Ф183, були впроваджені нові безімппульсні пристрої кріплення ББ до платформи та механізми відстикування штепсельних рознімачів між ББ і РГЧ.

Уперше в практиці вітчизняного ракетобудування на ракеті 15А16 було застосовано систему «Меридіан», що дозволяла визначити напрямок справжнього меридіана і забезпечувала прицільний пуск ракети після ядерного впливу. За допомогою системи «Меридіан» була можливість дистанційно вимірювати та уточнювати поправку азимута базового елемента, визначену під час постановки на бойове чергування, за допомогою візуальних гірокомплексів.

Льотні випробування обох ракетних комплексів розпочалися на НДВП-5 у жовтні 1977 р. і завершилися у вересні 1979 р. (15А16) і в листопаді 1979 р. (15А18). З урахуванням того, що перші ступені обох ракет залишалися без змін, обсяг ЛКВ було зменшено. На льотних випробуваннях цих ракет як вимірювальні засоби використовували новітні варіанти датчиково-перетворювальної апаратури, систему телеметричних вимірювань «Сиріус», бортові прилади системи траєкторних вимірювань «Вега-АП». Траси випробувань було переоснащено високоефективними антенами («Ізумруд», «Агат», «Орбита-У»), а між вимірювальними пунктами й об-

числювальним центром полігона були організовані лінії зв'язку для передачі виміральної інформації. Значної модернізації зазнали кораблі і вимірвальні засоби океанографічної експедиції 5 ТОГЕ, які використовували під час пусків в акваторію Тихого океану.

Льотні випробування комплексу з ракетою 15A16 проводила Держкомісія. Технічним керівником випробувань – заступником голови Держкомісії був головний конструктор КБ «Південне» В. Ф. Уткін, заступником технічного керівника випробувань – В.В. Грачов.

В основному акцент було зроблено на відпрацюванні нової системи керування, нового бойового блока 15Ф162, на підтвердження точності стрільби і відпрацювання процесу переоснащення ракетного комплексу під змінену ракету.

Під час льотних випробувань було проведено 19 пусків (з урахуванням партійної ракети 20Т), з них 16 були успішними. Причинами аварійних пусків були в основному випадкові виробничі дефекти – неправильне функціонування контурів зворотного зв'язку рульових приводів тангажа та ризикування другого ступеня через використання позаштатної розетки-перемички, непроходження команди на розділення ступенів через руйнування штепсельних рознімачів, установлених з відхиленням від документації. Один з пусків був з надто тяжкими наслідками. У результаті прикрої помилки під час запису польотного завдання не було видано команду на запуск двигуна першого ступеня. Ракета після мінометного старту піднялася на 20 м і впала в пускову установку, що призвело до повного руйнування ШПУ.

Льотні випробування підтвердили підвищення бойової ефективності комплексу приблизно в 2,5 рази у порівнянні з комплексом 15A15 і дозволили Держкомісії рекомендувати його до прийняття на озброєння. Постановою уряду комп-

лекс з ракетою 15A16 було прийнято на озброєння 17 грудня 1980 р.

Перший полк з ракетним комплексом 15A16 було поставлено на бойове чергування (БЧ) 17 жовтня 1978 р. До 1983 р. усі ракети 15A15, що стояли на БЧ у кількості 130 одиниць, було замінено на ракети 15A16. Крім того, за рахунок зменшення кількості ракет УР-100 було розгорнуто ще 20 ракет, що збільшило загальну кількість розгорнутих МБР 15A16 до 150.

На цей час усі ці ракети демонтовано і ПУ ліквідовано, крім однієї, яку залишили для музейних цілей.

Ракети знищували на арсеналі в с. Суроватиха (Нижньгородська область).

Льотними випробуваннями ракети 15A18 керувала Держкомісія. З проведених 19 пусків 17 були успішними. Причинами аварійних пусків були втрата стійкості першого ступеня через вихід з ладу рульової машини, втрата стійкості бойового ступеня через ненормальність її відокремлення від другого ступеня (наявність механічного зв'язку після команди відокремлення). Причини було усунуто, ефективність ужитих заходів підтверджено наступними пусками.

У процесі льотних випробувань було проведено перевірку і відпрацювання можливості введення в дію комплексу як шляхом постановки заново виготовлених ракет 15A18, так і шляхом переобладнання ракет 15A14, поставлених у ПУ раніше, без зливання з них компонентів палива.

У результаті льотних випробувань було показано перевищення заданих тактико-технічних вимог МО дальності стрільби, району розведення ББ і підвищення бойової ефективності ракетного комплексу.

Ракета 15A18 могла доставити РГЧ з індивідуальним наведенням 10ББ з потужністю заряду 0,5-0,7 Мт, з точністю стрільби $\pm 0,65$ км, маючи потуж-

ну систему подолання протиракетної оборони потенційного супротивника. Гарантійний строк зберігання ракети в заправленому стані становив 10 років, час підготовки до пуску з повною бойовою готовністю – 62 с.

За рекомендацією Держкомісії ракетний комплекс з ракетою 15A18 постановою Уряду було прийнято на озброєння 17 грудня 1980 р. – у той же день з прийняттям на озброєння комплексу з ракетою 15A16.

Розгортання ракети розпочалося у 1979 р. До 1980 р. розгорнуто 120 ракет 15A18, які замінили останні ракети Р-36, що залишилися на озброєнні. До 1983 р. було виконано заміну на 15A18 усіх раніше розгорнутих ракет 15A14, і загальна кількість розгорнутих ракет 15A18 досягла 308 одиниць. Тобто межі, установлені Договором ОСО-1.

Надійність і довговічність ракети 15A18 перевищила всі початкові прогнози. Ракета перебувала в експлуатації 25 років, що на 15 років більше заданого гарантійного строку. Це підтверджено в рамках ДКР «Заряддя» проведенням дефектації восьми ракет і елементів комплексу та проведенням шести пусків ракет після різних строків експлуатації. Надалі ракета 15A18 стала затребуваною для застосування як надійної конверсійної ракети-носія «Дніпро», пуски якої розпочалися у 1999 р.

За розроблення ракетних комплексів третього покоління, які стали не тільки великою творчою перемогою колективу, але і матеріальною основою безпеки СРСР, КБ і завод було нагороджено орденом Жовтневої Революції. Звання Героя Соціалістичної Праці було присвоєно В. Ф. Уткіну і О.М. Макарову (обом вдруге), а також Б. І. Губанову і М. І. Галасю. Лауреатами Ленінської премії стали Ю. О. Сметанін і В. І. Кукушкін, Державної премії СРСР – С. М. Конюхов, А. Ф. Влади-

ко, А. М. Куншенко. Багато інженерів, робітників, техніків було нагороджено орденами та медалями.

На початку 70-х років, враховуючи реальні можливості високоефективних методів радіоелектронної протидії потенційним супротивником засобів бойового керування РВСП, стало досить актуальним завдання гарантованого доведення бойових наказів від вищих ланок керування (Генштаб ВР СРСР, Управління РВСП) до командних пунктів і окремих пускових установок стратегічних ракет, що стоять на бойовому чергуванні, у випадку надзвичайного стану.

Виникла ідея використовувати для цих цілей як доповнення до наявних каналів зв'язку спеціальну командну ракету, оснащену потужним радіопередавальним пристроєм, що запускається в особливий період і подає команди на пуск усіх ракет, що перебувають на бойовому чергуванні по всій території СРСР.

Розроблення спеціальної командної ракетної системи, що одержала назву «Периметр», було задано КБ «Південне» постановою уряду від 30 серпня 1974 р. Як базову ракету спочатку передбачалося використовувати ракету МР-УР100 (15A15), згодом зупинилися на ракеті МР-УР100 УТТХ (15A16). Дороблена стосовно системи керування ракета одержала індекс 15A11.

На ракеті встановлювалася спеціальна головна частина, що містила оригінальну радіотехнічну систему розробки ОКБ Ленінградського політехнічного інституту (пізніше НВО «Імпульс»). У створенні комплексу командної ракети брали участь багато підприємств і організації різних міністерств і відомств. Основні з них: НВО «Імпульс» (В. І. Мельник), НВО АП (М. О. Пілюгін), КБСМ (О. Ф. Уткін), ЦКБТМ (Б. Р. Аксютин), МНДІРЗ (А.П. Білен-

ко), ВНДІС (Б. Я. Осипов), ЦКБ «Геофізика» (Г. Ф. Ігнат'єв), НДІ-4 МО (Є. Б. Волков).

Через велике завантаження виробництва Південмашу виготовлення спеціальної головної частини було розміщено на НВО «Стріла» в Оренбурзі.

Після наземного відпрацювання нових технічних рішень у 1979 р. розпочалися льотно-конструкторські випробування командної ракети. На НДВП-5, на площадках 176 і 181, було введено в дію дві експериментальні шахтні ПУ. Крім того, на площадці 71 було створено спеціальний командний пункт, оснащений заново розробленою унікальною апаратурою бойового керування для забезпечення дистанційного контролю та пуску командної ракети за наказами, що надходять від вищих ланок керування РВСП. На спеціальній технічній позиції в корпусі складання було споруджено екрановану безлунну камеру, обладнану апаратурою для автономної перевірки радіопередавача.

Льотні випробування ракети 15А11 проводили під керівництвом Держкомісії, очолюваної генерал-лейтенантом В. В. Коробушиним, першим заступником начальника Головного штабу РВСП. Технічним керівником випробувань системи «Периметр» було призначено В. І. Мельника, Головного конструктора НВО «Імпульс». КБ «Південне» у Держкомісії представляв перший заступник Генерального конструктора Б. І. Губанов.

Перший пуск командної ракети з еквівалентом передавача було успішно проведено 26 грудня 1979 р. Було перевірено розроблені та реалізовані складні алгоритми сполучення всіх систем, що брали участь у пуску, можливість забезпечення ракетою заданої траєкторії польоту ГЧ 15Б99 (вершина траєкторії на висоті близько 4000 км, дальність 4500

км), роботу всіх службових систем ГЧ у штатному режимі, підтверджено правильність прийнятих технічних рішень.

На льотні випробування було вибрано 10 ракет. У зв'язку з успішними пусками і виконанням поставлених завдань Держкомісія вирішила за потреби обмежитися сьомома пусками.

Під час випробувань системи «Периметр» були проведені реальні запуски ракет 15А14, 15А16, 15А35 з бойових об'єктів за наказами, переданими спеціальній головній частині в польоті. Попередньо на ПУ цих ракет були змонтовані додаткові антени і установлені нові приймальні пристрої. Цих дороблень згодом зазнали всі ПУ та командні пункти РВСП.

Разом з льотними випробуваннями проводилася наземна перевірка працездатності всього комплексу в умовах впливу уражувальних факторів ядерного вибуху на полігоні Харківського фізико-технічного інституту, у випробувальних лабораторіях ВНДІЕФ (м. Арзамас), на ядерному полігоні (на острові Нова Земля). Проведені випробування підтвердили працездатність апаратури за рівнів впливу ядерного вибуху, що перевищують задані тактико-технічні вимоги.

Ще під час льотних випробувань постановою уряду було поставлено завдання про розширення функцій, що вирішував комплекс командної ракети, з доведенням бойових наказів не тільки до об'єктів РВСП, але і ракетних підводних човнів стратегічного призначення, літаків дальньої і морської ракетноносної авіації на аеродромах і в повітрі, пунктів керування РВСП, ВПС і ВМФ.

ЛКВ командної ракети було завершено в березні 1982 р. У січні 1985 р. комплекс поставлено на бойове чергування.

Бойові ракетні комплекси четвертого покоління

Ракетний комплекс «Воевода»

На початку 80-х років ХХ ст. США зробили чергову спробу порушити паритет у стратегічних ядерних наступальних озброєннях, що склався між ними й СРСР. По-перше, вони почали створення нової ракети МХ, оснащеної РГЧ із 10 бойовими блоками. По-друге, розгортання системи «Трайидент» робило доступними практично всі райони базування радянських ракетних комплексів третього покоління для обстрілу американськими ракетами морського базування. По-третє, «Стратегічна оборонна ініціатива», яку проголосив президент США Р. Рейган, дозволяла дії системи протиракетної оборони в космосі, яких не забороняв існуючий договір про обмеження щодо систем ПРО.

Щоб не допустити порушення паритету, СРСР змушений був розпочати розробку стаціонарних ракетних комплексів четвертого покоління («Воевода», «Молодець»). Вимоги до стаціонарних комплексів четвертого покоління були очевидними. За живучості, не меншої, ніж у комплексів третього покоління, вони мали забезпечувати пуск ракет в умовах кам'яно-пилової хмари, їх ракети повинні бути стійкими до впливу факторів ядерного вибуху на активній ділянці польоту, а також до впливів лазерної та пучкової зброї на позаатмосферній ділянці польоту. До початку робіт над комплексами четвертого покоління було створено стійкі до факторів ядерного вибуху компоненти радіоелектроніки, гіроскопічні прилади, багатофункціональні захисні покриття та ін., необхідного для цих комплексів.

Створення комплексу четвертого покоління відбувалося в основному у двох напрямках: створення ракет, здатних стартувати безпосередньо в умовах ядерного впливу на позиційний район;

розробка твердопаливних ракет мобільного базування, живучість яких забезпечувалася б рухливістю і невизначеністю місцезнаходження.

Обидва ці напрями було реалізовано у КБ «Південне». У червні 1979 р. у КБ «Південне» було розроблено технічну пропозицію на ракетний комплекс «Воевода» з важкою МБР четвертого покоління, влітку 1982 р. — ескізний проект багатоцільової ракети Р-36М2. Офіційно розроблення комплексу задано постановою уряду від 9 серпня 1983 р. ракета одержала індекс 15А18М.

Розроблення комплексу здійснювалася на основі існуючої інфраструктури попереднього комплексу з ракетою 15А18. Ракету 15А18М розроблено в габаритах і зі стартовою масою ракети 15А18 за двоступінчастою схемою з послідовним розташуванням ступенів і системи розведення елементів бойового оснащення. На ракеті збережено схему старту, розділення ступенів, відокремлення ГЧ, розведення елементів БО, що показали високий рівень технічної досконалості та надійності у складі ракети 15А18. Під час вибору нових проектно-конструкторських рішень визначальним було максимальне підвищення ефективності комплексу.



Схема ракети Р-36М2



Багатоцільова ракета Р-36М2

Для підвищення стійкості ракети до вражальних факторів ядерного впливу корпус ракети виконано у вигляді вафельнозварної конструкції з високоміцного алюмінієвого сплаву Амг-6-НПП із нанесенням багатофункціонального захисного покриття.

До складу РУ першого ступеня ракети входили чотири автономні однокамерні РРД з турбонасосною системою подачі палива, виконані за замкненою схемою та шарнірно закріплені на рамі хвостового відсіку першого ступеня. Розробник двигуна - КБ ЕМ (Головний конструктор В. П. Радовський).

РУ другого ступеня складалася з двох двигунів: маршового РД-0255 і рульового РД-0257, обидва розроблялись КБХА (Головний конструктор О.Д. Конопатов). Маршовий двигун однокамерний, з турбонасосною подачею компонентів палива, виконано за замкненою схемою. Вперше в розробках КБ «Південне» маршовий двигун було розміщено в баку пального, що сприяло підвищенню щільності заповнення об'єму ракети паливом. Рульовий двигун - чотирикамерний, відкритого типу, раніше використовуваний на ракеті 15А18.

Систему керування розробило НВО Електроприладобудування (Головний конструктор В. Г. Сергєєв) на базі двох високопродуктивних ЦОК (бортового і наземного) нового покоління і високоточного ККП розробки НДІ ПМ (Головний конструктор В. І. Кузнецов) з поплавковими чутливими елементами,

що безперервно працювали в процесі бойового чергування. Введено схемно-алгоритмічний захист апаратури СК від гамма-випромінювання ядерного вибуху, використано спеціально розроблену елементну базу апаратури підвищеної стійкості до вражальних факторів ядерного вибуху, вдвічі підвищено швидкодію виконавчих органів автомата стабілізації. Для підтримання необхідного температурного режиму безперервно працюючих приладів розроблено спеціальну систему терморегулювання апаратури СК, яка не мала аналогів у вітчизняному ракетобудуванні, відпрацьовувалась на ракеті в процесі льотних випробувань. Успішне функціонування системи підтвердило правильність прийнятих принципових рішень під час розроблення СТР і її конструктивного втілення.

Бойовий ступінь, у якому розміщено основні прилади системи керування і рушійну установку, що забезпечують послідовне прицільне розведення 10 бойових блоків, на відміну від ракети 15А18, функціонально входив до складу ракети та стикувався з другим ступенем розривними болтами. Це дозволило здійснювати повне складання ракети в умовах заводу, спростити технологію робіт на бойових об'єктах, підвищити надійність і безпеку експлуатації. Керувальний чотирикамерний РРД 15Д300 бойового ступеня (розробки КБ-4) аналогічний за схемою та конструктивним виконанням його прото-

типу - двигуну розведення 15Д177 для ракети 15А18. У процесі відпрацювання двигуна, внаслідок впровадження ряду заходів, було дещо поліпшено його витратно-тягові характеристики та надійність роботи.

Для ракети розроблено новий цілісний головний обтічник оживальної форми, що забезпечував поліпшення аеродинамічних характеристик і надійний захист ГЧ від уражальних факторів ядерного впливу, в тому числі від пилових утворень і великих частинок ґрунту. Головний обтічник відокремлювався після проходження зони впливу висотних блокувальних ядерних вибухів. У складі бойового оснащення створено високоефективні системи подолання ПРО ймовірного противника, розміщені в спеціальних касетах.

Для ракети створено шахтні пускові установки з надвисокою захищеністю від уражальних факторів ядерного вибуху шляхом переустаткування шахтних пускових установок ракетних комплексів 15А14 і 15А18.

Значно розширено гнучкість і оперативність бойового застосування комплексу за рахунок можливості пуску з режиму постійної підвищеної боєздатності за однією з планових цілевказівок, а також оперативного переприцілювання й пуску за будь-якою неплановою цілевказівкою. У результаті розроблений РК із ракетою 15А18М набув таких нових якостей:

різке підвищення стійкості до вражальних факторів ядерного вибуху під час нанесення удару по позиційному району й у польоті: щодо рентгенівського випромінювання (у 10 разів), щодо нейтронного і гамма-випромінювання (у 100 разів);

зменшення вдвічі часу боєздатності за рахунок ККП, що безперервно працює протягом усього бойового чергування;

збільшення втричі тривалості автономії; поліпшення точності стрільби, практично доведеної до рівня ракет США;

збільшення у 2-3 рази площі розведення ББ порівняно з ракетою 15А18.

Льотні випробування ракетного комплексу з ракетою 15А18М проводили з четвертого кварталу 1985 р., на НДВП-5 поетапно за видами бойового оснащення:

з головною частиною, що розділяється, оснащеною некерованими бойовими блоками;

з некерованою моноблоковою головною частиною («легкий» ББ);

з розділюваною головною частиною змішаної комплектації (керовані та некеровані бойові блоки) і з некерованою моноблоковою головною частиною («важкий» ББ). За програмою спільних льотних випробувань на НДВП-5 проведено 26 пусків, з яких 20 були успішними, у т.ч. 11 останніх. Усього було проведено 33 пуски ракети. Фактична польотна надійність ракети за сукупністю проведених пусків становила 0,974.

У ході льотних випробувань було вирішено вивести з обов'язкового складу бойового оснащення «важкий» бойовий моноблок і розділювану головну частину змішаної комплектації. Ракетний комплекс «Воєвода» став надійним компонентом СЯС під час вирішення завдань підтримання воєнно-стратегічного паритету на період до 2007 р. Створення БРК «Воєвода» здійснювали в тісній кооперації з великим колом суміжних організацій, основними з яких були:

Південний машинобудівний завод – виготовлювач ракети і транспортно-пускового контейнера (Генеральний директор О. М. Макаров, а потім Л. Д. Кучма);

КБ електроприладобудування-розробник системи керування ракет (Головний конструктор В. Г. Сергєєв, потім Я. Е. Айзенберг);

НВО «Ротор»- розробник комплексу командних приладів (Головний конструктор В. І. Кузнєцов, потім І. М. Сапожников);

КБ заводу «Арсенал»- розробник системи прицілювання (Головний конструктор С. П. Парняков);

КБ «Енергомаш»- розробник двигуна першого ступеня ракети (Головний конструктор В. П. Радовський);

КБ хімавтоматики- розробник двигуна другого ступеня ракети (Головний конструктор О.Д. Конопатов);

КБ СМ - розробник бойового стартового комплексу (Головний конструктор В. С. Степанов);

ЦК БВМ-розробник командного пункту (Головний конструктор О.О. Леонтенков);

ГОКБ «Прожектор»- розробник системи електропостачання (Головний конструктор В. О. Окунєв);

НВО «Імпульс»- розробник системи дистанційного керування й контролю (Головний конструктор Т. М. Соколов, потім В. Є. Петухов);

КБ ТХМ - розробник системи управління (Головний конструктор І. В. Брилев, потім М. І. Степанов).

Працівники КБ

Ракетний комплекс «Молодець»

КБ «Південне» та організації-співвиконавці одержали завдання — за постановою Уряду від 1 червня 1979 р. почати розробку ракети РТ-23 з поліпшеними тактико-технічними характеристиками (РТ-23 УТТХ) і комплексів на її основі. Цією ж постановою визначено головних розробників комплексів: КБ «Південне»- шахтного і залізничного комплексів, МІТ - ґрунтового комплексу.

Для розгортання робіт по ракеті РТ-23 УТТХ на засіданні Ради головних конструкторів, проведеному у КБ «Південне», було погоджено план робіт із

забезпечення подальшого поліпшення ТТХ ракети РТ-23, який передбачав проведення досліджень щодо органів керування ракетою, в тому числі з удосконалення вузла відхилення головного відсіку й розроблення поворотних керувальних сопел маршових двигунів, застосування перспективних високоенергетичного палив типу «ОПАЛ», «СТАРТ», ТТФ, АП-65, підвищення питомої міцності органопластиків для виготовлення корпусів двигунів, розроблення композиційних вуглець-вуглецевих матеріалів для соплових блоків, покращення характеристик систем керування тощо.

Запропоновані заходи з поліпшення характеристик ракети РТ-23 лягли в основу рішення ВПК від 27 грудня 1979 р., що містило так звані «двадцять п'ять проблемних питань», вирішення яких забезпечувало створення заданих основних характеристик ракети РТ-23 УТТХ. Цим же рішенням визначено терміни розроблення: випуск ескізного проекту - ІV квартал 1982 р., початок льотних випробувань -ІV квартал 1984 р. У квітні 1980 р. Міноборони видало ТТВ на розроблення ракети для базування у трьох видах старту: шахтному, залізничному й ґрунтовому.

Узагальнюючи результати проведених у 1980-1982 рр. проектно-конструкторських і експериментальних робіт по створенню ракети РТ-23 УТТХ, Рада головних конструкторів, засідання якої відбулося у вересні 1982 р., відзначила, що повне виконання поставлених вимог можливо тільки за умови збільшення енергетики базової ракети РТ-23 на ~ 1000...1200 кг корисного вантажу (~ 30 %), необхідних для підвищення основних характеристик розроблюваної ракети, у тому числі для забезпечення заданої стійкості ракети до вражальних факторів ЯВ. Проте реалізація відповідних заходів потребувала значного обся-

гу відпрацювання і повторення в повному обсязі всіх етапів відпрацювання двигунів і ракет у цілому. В умовах завантаження промислової бази кооперації роботами по двигуну ЗД65, ракетами 15Ж44 і 15Ж52 не можливо було провести ДКР з ракети РТ-23 УТТХ із повною реалізацією вимог Замовника в установлені строки. Необхідно було перенести зсунути їх на 1988-1989 рр. Забезпечити готовність до виходу на льотні випробування у ІV кварталі 1985 р. можливо було тільки послідовним нарощуванням рівня необхідних характеристик (насамперед по стійкості) за збереження вже розроблених принципової та конструктивно-компонувальної схем ракети РТ-23 і з використанням у двигунах другого і третього ступенів нових, більш ефективних палив «СТАРТ» і АП-65, а також за поліпшення масових характеристик ББ, СК, корпусів двигунів і ракети в цілому.

Ескізний проект ракети РТ-23 УТТХ випущено в листопаді 1982 р. У його розробленні брав активну участь МІТ як головна організація з рухомого ґрунтового комплексу з ракетою РТ-23 УТТХ. Фахівці МІТ внесли в розроблення ескізного проекту своє бачення вигляду ракети РТ-23 УТТХ, відмінне від сформованого у КБ «Південне» під час розроблення ракет 15Ж44 і 15Ж52. МІТ запропонував для розгляду в ескізованому проекті варіант ракети РТ-23 УТТХ з такими особливостями: маршові двигуни всіх ступенів ракети розробити з поворотними керувальними соплами (ПКС), маса заряду двигуна першого ступеня становить ~ 58 т (замість 47...48 т, що прийняло КБ «Південне») і при цьому рушійна установка розведення має бути твердопаливною.

Тому під час розроблення ескізного проекту ракети велику увагу приділено порівнянню варіантів МІТ і варіанту КБ «Південне», який відрізнявся таки-

ми рішеннями: керування другим і третім ступенями- відхиленням головного відсіку; ступінь розведення – рідинний, розроблений для ракети РТ-23; органи, що керують вектором тяги двигуна першого ступеня – «вдування» або ПКС залежно від виду базування ракети.

У ході робіт над ескізним проектом ракети РТ-23 УТТХ було налагоджено співпрацю фахівців обох провідних організацій - МІТ і КБ «Південне». У головному томі ескізного проекту підписаного Генеральними конструкторами В. Ф. Уткіним і О. Д. Надірадзе, було зроблено підсумковий висновок, що енергетичні можливості порівнюваних варіантів ракети (з керуванням відхиленням головного відсіку і з ПКС на всіх ступенях) еквівалентні - виграв в енергетиці для ракети з поворотними соплами на всіх ступенях становив ~ 50 кг корисного вантажу. Порівняння ж застосування на ракеті РТ-23 УТТХ рідинної та твердопаливної РУ розведення виявило, що твердопаливна рушійна установка розведення поступається рідинній у середньому на ~ 400 кг корисного вантажу, що призводить до значного зниження бойової ефективності ракети. Після такого висновку питання про застосування на ракетах РТ-23 УТТХ твердопаливної рушійної установки розведення більше не порушували.

Результати порівняння і той факт, що ракета 15Ж44 з керуванням відхиленням головного відсіку й рідинним ступенем розведення вже літала (пуски 26 жовтня 1982 р. і 28 грудня 1982 р.), зумовили вибір варіанта єдиної ракети для подальшого розроблення на користь пропозицій КБ «Південне».

Маючи обнадійливі матеріали ескізного проекту і позитивний висновок Замовника, В. Ф. Уткін узяв під особистий контроль, зокрема строк підготовки проекту постанови про створення комплексів (стаціонарного та

залізничного) з ракетою РТ-23 УТТХ. На початку квітня 1983 р. один примірник проекту постанови офіційно надіслано в міністерство, другий як робочі матеріали - у ВПК. Буквально через кілька днів із ВПК почалися дзвінки в Міністерство - заступнику міністра М. Д. Хохлову та в Дніпропетровськ В. Ф. Уткіну. Суть дзвінків: «Чому не включили в проект роботи МІТ? Ракета єдина, й усі повинні бути разом». В. Ф. Уткін виїхав у Москву для обговорення цього питання. Відбулася низка нарад у М. Д. Хохлова за участю Головних конструкторів КБ «Південне», МІТ, НДІ АП, керівництва Головного управління ракетного озброєння. Обговорювали й основні характеристики комплексів, і строки розроблення, і питання майбутньої бойової експлуатації. Зрештою вирішено створити єдиний проект постанови.

Особливо складно відбувалося погодження проекту в Головному управлінні ракетного озброєння, в якому не вірили у можливість створити ефективний ґрунтовий комплекс. Їхні сумніви почалися з транспортно-пускового агрегата, адже просто транспортно-перевантажувальний агрегат для ракети 15Ж44 був унікальним транспортним засобом. А коли ще розмістити на ньому пускове устаткування з усіма системами та агрегатами? Навіть якщо транспортно-пусковий агрегат і вийде, де він чергуватиме? Для шестиметрової колії агрегата потрібний тільки Казахстан. Не всі в керівництві Міністерства оборони СРСР поділяли думку про необхідність створення рухомого ґрунтового комплексу з ракетою РТ-23 УТТХ. І сам начальник Генерального штабу відмовився підписувати подання проекту постанови у ЦК.

Під час погодження проекту були розбіжності і щодо основних характеристик створюваних комплексів, зокре-

ма показників надійності, часу готовності, потужності бойових блоків тощо. З частини питань рішення було знайдено відразу, інші-домовилися вирішувати у процесі проведення льотних випробувань, а найскладніші - за результатами проведення льотних випробувань.

Постанова Уряду про створення ракетного комплексу РТ-23 УТТХ з єдиною ракетою для трьох видів базування (рухомого - залізничного і ґрунтового, стаціонарного - шахтного високої захищеності) вийшло 9 серпня 1983 р., а в листопаді цього ж року спільним рішенням Міноборони СРСР, Міністерства загального машинобудування, Мінобронпрому та Мінмашу було уточнено терміни створення єдиної ракети. Для розробників визначення розроблювальної ракети РТ-23 УТТХ як єдиної для всіх видів базування було трохи несподіваним. Тому якийсь час дебатували щодо визначення терміну «єдина ракета», який по-різному розуміли Замовник і промисловість. Різне тлумачення цього поняття здатне було спричинити неприємні наслідки для розробників ракети щодо виконання ТТВ. Річ у тому, що розбіжність із Замовником у тлумаченні поняття «єдина ракета» як вимоги ідентичності конструкції ракети для всіх розроблюваних типів базування, виявили вже під час повномасштабного розроблення ракети РТ-23 УТТХ для залізничного базування, коли основні технічні рішення щодо ракети для БЗРК уже були на стадії реалізації і для ракети шахтного базування не були придатні. Довелося серйозно попрацювати, щоб переконати представників Замовника в тому, що відмінності в особливостях експлуатації та бойового застосування комплексів різного виду базування, різні вимоги до необхідної стійкості для ракет, що стартують з рухомих і шахтного стартів, обумовлюють необхідність розробити модифікації єдиної ракети

з певними схемно-конструктивними відмінностями. Було прийнято стратегію розроблення комплексів і ракет для них, яку пропонувало КБ «Південне»: насамперед необхідно розробляти, зважаючи на стислі терміни, ракету для БЗРК 15Ж61 і ракету для ґрунтового комплексу 15Ж62. У них використовувати основні технічні рішення, відпрацьовані на ракеті 15Ж52, стійкість конструкції ракети до вражальних факторів ЯВ забезпечити на рівні, оптимальному для рухомих стартів; ракету для стаціонарного старту 15Ж60 розробляти, виходячи з початку серійного виготовлення (з 1987 р.), повинна забезпечувати верхній рівень характеристик стійкості до уражальних факторів ЯВ.

Важливим в процесі створення ракет 15Ж61 і 15Ж60 з необхідним рівнем основних характеристик було розроблення для них систем керування (СК), до яких Замовник поставив дуже жорсткі вимоги щодо рівня основних льотно-технічних характеристик - боездатності, точності влучення, стійкості до впливу уражальних факторів ядерного вибуху в умовах багаторазового впливу на позиційний район і під час його висотного блокування ядерними вибухами, підвищеного ресурсу безперервної роботи бортової апаратури. Виконання цих вимог вимагало від розробників СК створення командних гіроскопічних приладів з поліпшеними точнісними характеристиками, нового бортового обчислювального комплексу підвищеної продуктивності та стійкого до впливу уражальних факторів ЯВ («Бісер-3»), забезпечення прицілювання за рахунок реалізації автономного визначення азимуту контрольного елемента, встановленого на гіростабілізованій платформі, за допомогою наземного комплексу командних приладів, розміщеного на ТПК.

Особливо необхідно відзначити систему керування, розроблену НДІ АП

для ракети 15Ж61, що забезпечує проведення пусків ракет з будь-якої точки маршруту проходження БЗРК з урахуванням тільки обмежень щодо ділянки залізничної колії.

У квітні 1984 р. Міноборони видало розробникам комплексів на базі ракет РТ-23 УТТХ уточнені тактико-технічні вимоги, які визначили, що єдину ракету розробляють з урахуванням окремих конструктивних і схемних відмінностей, обумовлених особливостями експлуатації і бойового застосування у складі рухомого і стаціонарного комплексів. Тому ракету для залізничного базування 15Ж61 розробляли на базі відпрацьованих на ракеті 15Ж52 основних технічних рішень, забезпечивши переведення маршових двигунів верхніх ступенів на нові високоефективні палива розробки ЛНВО «Союз»: «СТАРТ»-для двигуна другого ступеня і АП-65- для третього ступеня.

До квітня 1984 р. КБ «Південне» завершило розроблення конструкторської документації, роботи з переведення маршових двигунів на нові палива вже було майже завершено з позитивними результатами наземного відпрацювання, а ВО ПМЗ розпочало складати електромaket і першу льотну ракету. У листопаді 1984 р. КБ «Південне» спільно з суміжними організаціями випустило і погодило із Замовником Підсумковий звіт про готовність комплексу 15П961 до Державних спільних льотних випробувань.

Перший пуск ракети 15Ж61, що відбувся 27 лютого 1985 р., був успішний, проте другий (25 квітня 1985 р.) — аварійним через руйнування двигуна першого ступеня 15Д289.

Для з'ясування причини відмови цього двигуна було вирішено провести додаткові стендові випробування, хоч рішення про допуск двигуна 15Д289 до льотних випробувань приймали після

восьми успішних ВСВ, що відбулися перед цим. Під час проведення додаткових випробувань відбулась серія відмов. Для усунення їх причин необхідно було провести додаткові дослідження і ВСВ в обсязі, порівняному з виконаним раніше, до початку льотних випробувань. Але на це часу вже не було: керівництво країни очікувало на цей високоефективний ракетний комплекс. Про перенесення термінів готовності комплексу не могло бути й мови. У зв'язку із цим вирішили: двигун 15Д289 замінити на відпрацьований двигун 15Д206, створений для ракети 15Ж52, але з дещо іншими енергетичними характеристиками.

Для компенсації енергетичних втрат, пов'язаних із заміною двигуна на першому ступені, КБ «Південне» й суміжні організації розробили план заходів по доведенню енергетичних характеристик ракети до необхідного рівня. У результаті енергетику ракети було відновлено. Значний обсяг робіт при цьому виконали практично всі розробники агрегатів і систем ракети, зокрема вагомий внесок зробили розробники двигунів (маршових і розведення), системи керування ракети та різних конструктивних вузлів.

Після п'ятимісячної перерви, зумовленої заміною двигуна, 26 вересня 1985 р. льотні випробування ракети 15Ж61 продовжено успішним пуском ракети 4Л. Через два тижні (10 жовтня 1985 р.) здійснено пуск ракети 3Л. До кінця 1985 р. виконано ще три пуски, усі успішні.

Слід також сказати про самий бойовий залізничний комплекс. Мабуть, це був найскладніший із комплексів, створених КБ «Південне». Створювали його в два етапи — спочатку комплекс для ракети 15Ж52, потім — для ракети 15Ж61.

Створенню БЗРК передував значний обсяг новаторських робіт у КБ «Півден-

не» і суміжних організаціях із забезпечення можливості транспортувати ракету такої маси, розмістити її у вагоні стандартних габаритів, проводити пуски без руйнування залізничного полотна.

Було вирішено завдання особливо критичні для залізничного базування, у тому числі:

надкомпактне компонування ракети (утоплені у двигуни сопла, розсувні в польоті соплові блоки другого і третього ступенів, надувний у польоті накопичувач обтічника тощо);

зниження навантажень на осі стартового вагона до прийнятних шляхом передачі частини навантажень на сусідні передній і задній вагони за допомогою спеціального розвантажувального устаткування;

виключення впливу струменя маршового двигуна ракети на вагон і транспортно-пусковий контейнер за рахунок ухилу ракети після виходу із ТПК перед запуском маршового двигуна;

забезпечення прицілювання ракети, у тому числі в момент руху зустрічних поїздів.

З урахуванням цих рішень у червні 1980 р. під керівництвом Головних конструкторів В. Ф. Уткіна, О. Ф. Уткіна, Л. Д. Новикова, Б. Р. Аксютіна та ін. розроблено ескізний проект комплексу з ракетою 15Ж52.

У липні 1982 р. на НДВП-53 створено спеціальну військову частину для проведення випробувань БЗРК. Було розгорнуто роботи з підготовки полігону. Крім обладнання стартових позицій, необхідно було прокласти 56 км залізничних колій, побудувати два мости. Для робіт з підготовки залізничного полотна, зважаючи на місцеві умови (тайга, болота), було залучено бригади будівельників з БАМу і мостобудівників Архангельська.

Перший пуск ракети 15Ж52 відбувся 18 січня 1984 р. з позитивними ре-

зультатами. Усього проведено 10 пусків. 10 лютого 1983 р. Рада Оборони СРСР вирішила прийняти БЗРК 15П952 у дослідну експлуатацію для накопичення досвіду використання у військах, але подальші роботи з цього комплексу призупинили.

Постановою від 9 серпня 1983 р. задано розробку ракетного комплексу з ракетою РТ-23 УТТХ (15Ж61). Було поставлено завдання — укомплектувати комплекс відсутніми системами й устаткуванням (каналами радіокерування і космічного зв'язку, системою навігації, засобами заколючування та відведення контактної мережі для забезпечення пусків на електрифікованих ділянках доріг тощо), а також забезпечити пуск у будь-якій дозволений точці маршруту, розрахувати польотне завдання для довільної точки пуску, приймання й передачі бойової та службової інформації різними системами зв'язку й керування в різних діапазонах і можливості розформувати БЗРК на окремі бойові одиниці.

У технічному звіті 1983 р., розглянуто варіанти бойового застосування БЗРК з одним і кількома пусковими модулями. Оптимальним за результатами звіту був варіант із трьома пусковими модулями. Саме цей варіант і було покладено в основу подальших робіт.

Одночасно розпочали роботи з підвищення схованості потяга, оцінювання електромагнітної сумісності систем комплексу, проведення метрологічної експертизи, оцінювання ергономічних характеристик, розроблення засобів охорони і пожежної безпеки, оцінювання можливості скорочення часу проведення технологічних операцій, дослідження міцності залізничного полотна та рейок і безпеки руху.

Льотні випробування ракети 15Ж61 у складі комплексу розпочалися 27 лютого 1985 р. і тривали до 22 грудня 1987 р. У процесі випробувань за спеціальною

програмою фахівці КБ вимірювали вібраційні навантаження на ракету й ПУ під час руху транспорту з різними швидкостями на ділянках залізничної колії, що мали різні характеристики (шпали залізобетонні та дерев'яні, основа-щебінь або ґрунт тощо). Результати вимірювань лягли в основу програми динамічних випробувань габаритно-вагового макета ракети в комплексі з КБ «Південне».

У 1986 р. було введено в експлуатацію стенд транспортувальних випробувань, придбаний КБ «Південне». На ньому проводили випробування пускового вагона із завантаженим у нього транспортувальним макетом ракети 15Ж61. У результаті майже двох років випробувань (а їх проводили практично цілодобово) було зімітовано транспортування ракети на 300 тис. км. Зауважень до ракети не було. В результаті було сформовано потяг для рекогносцирування районів базування комплексу. З його допомогою визначено та експериментально перевірено принципи організації руху, базування й експлуатації комплексу на шляхах, обрано позиційні райони, проведено їх рекогносцирування та розроблено вимоги до них.

У 1988 р. розпочато комплексні (транспортні, ресурсні й кліматичні) випробування БЗРК. Випробування проводили в різних кліматичних зонах і тривали вони понад три роки. Для перевірки працездатності за температури -30°C транспорт відправляли у напрямку станції Салехард, перевірку за $+38^{\circ}\text{C}$ проводили в Західному Казахстані. Усього здійснено 18 виходів на маршрути.

Для забезпечення завчасної підготовки геодезичних даних у позиційних районах маршрутів бойового патрулювання за технічним завданням КБ «Південне» було розроблено й виготовлено геодезичну залізничну лабораторію

(ГЗЛ). Випробування ГЗЛ проводили на НДВП-53.

Під час ДСЛВ проведено 16 пусків, у тому числі 10 ракет, виділених на льотні випробування, і 6 ракет з серійних, дозволених до використання рішенням ВПК для підтвердження ТТХ комплексу і якості серійного виготовлення. Стійкість комплексу до впливу уражальних факторів ЯВ було підтверджено під час великомасштабних фізичних дослідів «Сяйво» і «Зсув».

Враховуючи позитивні результати випробувань, у листопаді 1989 р. постановою Уряду БЗРК з ракетою 15Ж61 приймають на озброєння Радянської Армії. До цього часу частину угруповання вже було поставлено на бойове чергування в позиційних районах.

У створенні БЗРК брали участь понад 500 підприємств і організацій, 45 міністерств і відомств. Крім головних розробників - КБ «Південне», Південного машинобудівного заводу і Павлоградського машинобудівного заводу важливий внесок у створення БЗРК також зробили:

КБСМ (С. П. Коваліс, М. О. Трофімов, О. Ф. Уткін, Е. П. Кабанов, С. М. Сергєєв, Є. Г. Кримов) – з розроблення пускової установки й БЗСК у цілому;

НВО «Імпульс» (В. І. Мельник, В. Е. Петухов, О. Ф. Левченко) - засоби бойового керування;

НВО АП (В. Л. Лапигін, В. П. Зверков, В. О. Бистрицький, В. А. Немкевич, Б. А. Касаткін) - системи керування ракети;

ГОКБ МПЗ (В. О. Окунев, В. М. Лужков, Ф. Б. Гольдгильдєєв) -щодо системи електропостачання;

ДП НДІ «Держрадіопроект» (В. М. Соловйов, М. П. Лобжанідзе) - засоби зв'язку;

ЦКБ «Завод «Арсенал» (І. А. Коваленко, Ш. І. Буданцев) - системи прицілювання.

Стосовно ґрунтового рухомого комплексу з ракетою 15Ж62, яку розробляв МІТ, то його розробку було припинено, оскільки незабаром стало очевидно, що такий комплекс не зможе забезпечити необхідні характеристики з бойової ефективності.

Ракету для стаціонарного комплексу 15Ж60 розробляли слідом за ракетою для залізничного комплексу 15Ж61, і КБ «Південне» та суміжні організації розпочали це випуском у третьому кварталі 1984 р. додаткових проектних матеріалів, що були по суті ескізним проектом на стаціонарний шахтний комплекс з ракетою, розроблюваною відповідно до вимог, які сформулював Замовник для комплексу стаціонарного базування високої живучості.

Наприкінці 1984 р. проектні матеріали розглянули та ухвалили Міністерство загального машинобудування і Замовник. З 1985 р. кооперація, яку очолювало КБ «Південне», розпочала розгортання повномасштабної ДКР зі створення комплексу 15П060. У процесі проектно-конструкторських робіт було сформовано і надіслано для подальшого розроблення технічний вигляд ракети для шахтного базування - твердопаливна МБР легкого класу стартової маси ~ 104,3 т, що доставляє десять бойових блоків другого рівня стійкості до визначених цілей, має підвищений рівень стійкості до УФ ЯВ; і бойовий ракетний комплекс, що забезпечує пуск ракети без затримки на нормалізацію зовнішньої обстановки у разі багаторазового ядерного впливу на сусідні об'єкти БРК і під час висотного ядерного блокування позиційного району, а також з мінімальною затримкою у випадку неуразального ядерного впливу безпосередньо на пускову установку. Високих характеристик ракети 15Ж60 щодо забезпечення підвищеного рівня стійкості до УФ ЯВ було досягнуто за рахунок:

використання захисного покриття нового розроблення, нанесеного на зовнішню поверхню корпусу ракети, що забезпечує комплексний захист від УФ ЯВ;

застосування СК, розробленої на елементній базі з підвищеною стійкістю і надійністю;

нанесення на корпус герметичного приладового відсіку, у якому розміщено апаратуру СК, спеціального покриття з високим вмістом рідкісноземельних елементів;

застосування екранування та спеціальних способів укладання бортової кабельної мережі ракети;

введення спеціального програмного маневру ракети під час проходження хмари наземного ЯВ.

Проектно-конструкторські роботи із забезпечення стійкості ракети до УФ наземного ЯВ базувалися на новій уточненій математичній моделі цього виду ЯВ, що сприяло успішному вирішенню завдань із забезпечення стійкості створених ракет четвертого покоління.

Враховуючи необхідність забезпечити заданий високий рівень стійкості ракети, КБ «Південне» та інші організації-розробники за активної участі НДІ галузі і Замовника (ЦНДІмаш, НДІ ТП, НДІ-4, ЦНИКІ-12) провели великий обсяг теоретичних та експериментальних робіт із забезпечення та підтвердження заданих вимог.

Автономні випробування елементів конструкції корпусу, агрегатів і систем було проведено на експериментальних базах КБ «Південне», НДІ АП та інших суміжних організацій. Зокрема, на модельовальних установках Міжвідомчого центру радіаційних випробувань (м. Литкаріно Московської області) було проведено випробування на вплив окремих компонентів проникної радіації, ВНДІЕФ – на вплив проникної радіації та рентгенівського випромінювання,

ЦНДКІ-12, НДПКІ «Молнія» (Харків) – на вплив електромагнітного імпульсу, на спеціальному стенді ВВА ім. Жуковського й на ракетному треку НДІ «Геодезія» (м. Красноармійськ Московської області) – щодо ударного впливу великих частинок ґрунту, ЦНДІмаш- на механічний і тепловий вплив повітряної ударної хвилі та м'якого рентгенівського випромінювання.

Особливо слід відзначити організацію та проведення комплексних великомасштабних випробувань на Семипалатинському ядерному полігоні:

ступеня розведення з функціонуючою системою керування та працюючою маршовою рушійною установкою третього ступеня на вплив жорсткого рентгенівського випромінювання в дослідах типу ФО-СЖР;

системи керування, маршових твердопаливних двигунів та інших агрегатів і систем на вплив проникної радіації у досліді «Комплект-85»;

пускової установки з ракетою на вплив сейсмовибухових хвиль у досліді «Аргон-8».

Великомасштабні випробування пускової установки з ракетою на вплив електромагнітного імпульсу було проведено на полігоні Плесецьк.

Загальне керівництво проведеними роботами здійснював начальник відділення І. А. І. Шевцов, а стосовно відпрацювання впливу механічних факторів – начальник комплексу міцності П. І. Нікітін. Провідним конструктором, відповідальним за організацію робіт із забезпечення стійкості БРК був О. Е. Кашанов.

Льотні випробування ракети 15Ж60 проводили на полігоні Плесецьк. Для їх проведення на полігоні було споруджено чотири пускові установки (площадки «Южная-1», «Южная-2», «Светлая-1» і «Світла-2»).

Перший пуск ракети з площадки «Південна-1» 31 липня 1986 р. був



Запуск ракети 15Ж61 з заклоном

успішним. Пуск ракети 2Л став традиційно аварійним, як і ракет 15Ж52 і 15Ж61. Причина аварії — відмова системи керування на початковій ділянці руху. Пуск ракети 5Л був також аварійним через відмову бортової СК (на 65 с польоту).

Щоб уникнути причин, зумовлюючих відмови СК, розробник (НДІ АП) здійснив її доопрацювання, ефективність якого було повністю підтверджено додатковим наземним відпрацюванням на комплексному стенді та наступними пусками ракет.

Аварійним став і пуск 4Л: на 35,5 с польоту ракети зруйнувався вкладиш соплового блока рушійної установки першого ступеня. В результаті проведеного аналізу було виявлено причину відмови і виконано доопрацювання соплового блока.

Значна робота, яку виконали організації-розробники на чолі з КБ «Південне», принесла свої позитивні результати - більше аварій під час пусків льотних ракет 15Ж60 не було.

Всього під час державних спільних льотних випробувань було запущено 16 ракет. Останній пуск — це пуск ракети 8Л, яка пройшла транспортувальні випробування 1 листопада 1989 р. у районі «Акваторія» з позитивним результатом.

За результатами ДСЛВ було випущено звіт Державної комісії з рекомендацією прийняти комплекс на озброєння. Вперше у вітчизняній практиці розроблено високоефективний стаціонарний ракетний комплекс із твердопаливною ракетою, оснащеною 10-блоковою РГЧ індивідуального наведення, що забезпечувало гарантований зустрічний удар у відповідь в умовах безпосереднього ядерного впливу на позиційний район.

Серійне виробництво ракет 15Ж60 здійснювалося з 1988 р. і на бойове чергування поставлено 56 ракет — 46 в Україні (м. Первомайськ) і 10 — у Російській Федерації (м. Татищево). Комплекс 15П060 з ракетою 15Ж60 перебував на бойовому чергуванні з 1989 р. до 1999 р.

У 1957—1990 рр. ракетно-космічний комплекс України досяг видатних результатів. Було створено і передано на озброєння 13 бойових ракетних комплексів, розглянутих вище, і близько 20 типів бойового оснащення та засобів подолання ПРО можливого супротивника. Ці комплекси відрізнялися високим рівнем готовності та ефективності, що забезпечувалося багатьма піонерськими науковими та конструкторськими рішеннями, про які йшлося вище. Необхідно зазначити, що на всіх етапах післяангелівського періоду ключову визначальну роль в створенні нової ракетно-космічної техніки відіграв В.Ф. Уткін.

Працівники КБ

В.Ф. Уткін — друга історична постать в ракетно-космічній науці і техніці

Володимир Федорович Уткін — видатний вчений і конструктор ракетно-космічної техніки, академік АН УРСР (1976) і АН СРСР (1984), двічі Герой Соціалістичної Праці (1969, 1976), лауреат Ленінської премії (1964) та Державної премії СРСР (1980).

Він не тільки з успіхом продовжив справу М.К. Янгеля на посту генерального конструктора КБ «Південне», але і примножив її. Можна сказати, що В.Ф. Уткін не тільки ім'я, але і явище в ракетно-космічній науці й техніці, її своєрідний феномен.

Він народився 17 жовтня 1923 р. в с. Пустобор Рязанської області в Росії. Учасник війни з гітлерівською Німеччиною, воював на різних фронтах з 1942 р. і до закінчення, нагороджений бойовими орденами та медалями. В 1946 р. Володимир Федорович вступив до Ленінградського воєнно-механічного інституту, який закінчив 1952 р. і був направлений у Дніпропетровськ на ракетний завод №586.

З цього часу він повністю присвятив себе новому напрямку сучасної техніки — створенню ракетних комплексів і космічних систем.

Під його керівництвом у КБ «Південне», де він провів більшу частину творчого життя, створено кілька поколінь стратегічних ракетних комплексів, що не мають аналогів у світі. Саме вони склали основу Ракетних військ стратегічного призначення Радянського Союзу. Було створено одну із найбільш високоефективних міжконтинентальних рідинних балістичних ракет SS-18 (названа американцями «Сатаною»), твердопаливну МБР SS-24 («Скальпель») шахтного й залізничного базування, розроблено й здано в експлуатацію космічні ракетні

комплекси «Циклон» й «Зеніт», а також широку номенклатуру космічних апаратів військового, наукового й народногосподарського призначення.

Сила будь-якого керівника не тільки й не стільки в тому, що він зробив сам, але й наскільки працездатним він виховав свій колектив, яку школу залишив після себе, в умінні цього колективу висунути нових керівників, здатних не просто продовжувати почату справу, але й розвинути її далі, зміцнивши новими ідеями.

Після смерті Михайла Кузьмича Янгеля в 1971 р. КБ «Південне» очолив В.Ф. Уткін, який був першим заступником головного конструктора. Його призначили відразу, без прийнятого в таких випадках ретельного погодження з партійними органами. Але шлях головного конструктора до становлення й визнання був і тривалим, і тернистим. Йому дісталася, «неформальна» спадщина. Обидві розроблювальні в цей час стратегічні ракети — важка РЗ6М і легка МР-УР-100 — були проектним дітищем М.К. Янгеля, але в 1971 р. перебували ще не на кінцевій стадії розробки.

Особливість обстановки полягала в тому, що до 1970 р. було розроблено нову доктрину РВСП «Основні напрямки розвитку військової техніки та озброєння на 1970–1980 рр.». Головними вимогами до ракетних систем були підвищення їх живучості в умовах ядерного впливу та ефективність дій біля цілі. Це зумовлювалося тим, що американські стратегічні ракети стали оснащатися роздільними головними частинами типу «МІРВ» і точність їх стрільби було доведено до значень, які забезпечували ефективну стрільбу по шахтах з невисокою захищеністю.

До початку робіт по ракетах Р-36М (попередниця SS-18) і МР-УР-100 (SS-17) КБ «Південне» і суміжними організаціями було підготовлено низку принципово нових технічних рішень:

1. Використання «холодного старту» ракети, що забезпечувало запуск маршових двигунів у повітрі.

2. Застосування цифрових обчислювальних машин у складі системи керування давало високу точність стрільби.

3. Розміщення контрольної й наземної апаратури системи керування на транспортно-пусковому контейнері значно спрощувало конструкцію шахтної пускової установки й підвищувало її захищеність.

4. Було розроблено роздільні головні частини з наведенням блоків на індивідуальні цілі. Підвищено в декілька разів механічну міцність головних частин і їхню здатність протистояти вражаючим факторам ядерного вибуху.

5. До складу засобів радіотехнічного захисту з легкими помилковими цілями включено також «важкі» й комбіновані.

Все це вимагало проведення величезного обсягу експериментальних робіт, стримувало темпи створення ракет Р-36М і МР-УР-100. Початок всіх цих робіт було започатковано ще при М.К. Янгелі, і підтвердженням правильності обраного курсу був успішний запуск 22 жовтня 1971 р. експериментального варіанта ракети Р-36М.

Наведений екскурс необхідний, щоб об'єктивно оцінити шлях Володимира Федоровича, оскільки процес розробки ракет Р-36М і МР-УР-100 та становлення В.Ф. Уткіна як головного конструктора проходили одночасно. Думаю, що ці ракети були найважчими для нього як головного конструктора.

В 1967 р. його призначено першим заступником головного конструктора КБ «Південне». Але не завжди перший заступник стає головним конструктором.

Володимир Федорович став не просто головним конструктором, а «важким» головним конструктором — зі своїми безкомпромісністю, принциповістю, схильністю довго вибирати, але жорстко захищати обрану лінію, не завжди зрозумілим у своїх рішеннях і діях навіть найближчому оточенню. Проте, головний конструктор не може не бути «важким». Природно, це позначалося на взаєминах Володимира Федоровича з керівництвом Міністерства загального машинобудування СРСР, Міністерства оборони СРСР, з вищими партійними й радянськими керівниками, звичайно, з іншими головними конструкторами й директорами заводів. Позначалося це й на чисто людських його якостях. Ті, хто працював з М.К. Янгелем, перебували під його чарівністю. Як людина Михайло Кузьмич був більш демократичним і доступним. До того ж, людська пам'ять здатна забувати й пробачати багато недоліків людині, що пішла з життя. І чим далі минає час, тим відчутніше ідеалізується образ.

Всі ці обставини не полегшували шлях В.Ф. Уткіна як головного конструктора, хоча перед призначенням він пройшов всі щаблі службових сходів, починаючи від рядового інженера, жодну з них не перестрибуючи. Випадок вкрай рідкісний.

Володимирові Федоровичу в перші роки не вистачало не тільки демократичності й гнучкості. Його внутрішня переконаність і сила не трансформувалися у витончені зовнішні форми. Він не міг дозволити собі піти навіть на легкий блеф, як це часто робив В.М. Челомей, заявляючи такі тактико-технічні характеристики, які на практиці ніколи не реалізувалися. Він не намагався завести опонентів у туманні перспективи, до яких варто було хоча б просто дійти, чим користувався В.П. Глушко (наприклад, ланцюжок «Буран» — «Вулкан»).

Володимир Федорович не вмів і не хотів обіцяти зробити завтра, якщо бачив або відчував неможливість виконати цю обіцянку.

Мої штрихи до портрету В.Ф. Уткіна засновані на особистому досвіді спілкування з ним (в 1979 р. він став генеральним конструктором). В 1973 р. мене обрали заступником секретаря парткому КБ «Південне», а секретарем був Григорій Михайлович Піленков. Не можу пояснити причини, за яких Григорій Михайлович відправляв мене на наради головних конструкторів (вони проходили часто, тому що тематика робіт КБ «Південне» завжди була великою) або на наради під час приїздів у Дніпропетровськ відповідальних працівників відділу оборонної промисловості ЦК КПРС і Військово-промислової комісії (Б.А. Строганов, Б.А. Комісаров, К.Г. Осадчий і ін.). Для мене участь у них була не просто цікавою, а вкрай корисною, оскільки я одержував цінну інформацію, адже зміг бачити й відчувати взаємини людей, найменші нюанси й помічати, як поступово стає впевненішим у собі Володимир Федорович, як цю впевненість все частіше починають вловлювати його опоненти. Якимсь непомітно й найближче оточення в КБ «Південне», і досить шановані в ракетному світі гості перейшли при звертанні до Володимира Федоровичу на «Ви». Ознака символічна, але вкрай показова.

Таким Володимир Федорович вступив у Х п'ятирічку. На початку її, після смерті А.А. Гречко, міністром оборони СРСР став Дмитро Федорович Устинов. КБ «Південне» на чолі з головним конструктором В.Ф. Уткіним, немов набравши повні легені повітря перед ривком, запропонувало країні широку програму створення й розвитку систем РВСР і космічних носіїв. Ці пропозиції передбачали:

подальше вдосконалення сім'ї рідинних МБР під індексом SS-18 створення на базі бойової ракети Р-36 космічного носія «Циклон»;

розвиток сім'ї твердопаливних МБР штатного й залізничного базування під загальним індексом SS-24;

розробку й створення ракети-носія «Зеніт» із двигунами, що працюють на принципово нових для КБ «Південне» компонентах – кисні й гасі.

Ця програма закладалася мінімум на три п'ятирічки й підкреслювала домінуючу роль КБ «Південне» та його головного конструктора у вітчизняному ракетобудуванні.

Доля підготувала мені в середині 70-х рр. несподіваний поворот, але перш ніж перейти до цієї теми, я просто не маю права не розповісти про окремі епізоди життя головного конструктора, у яких я брав участь у різних іпостасях. Наприкінці 60-х рр. Дніпропетровська обласна філармонія, розташована на вулиці Дзержинського, поживила свою концертну діяльність. Це збіглося з активним виходом у громадське життя країни «шестидесятників», розгром яких М.С. Хрушовим тільки додав їм популярності. У залі філармонії практично щотижня влаштовувалися вечори поезії, камерної музики, романсу. І зовсім несподівано для себе я почав зустрічати на цих вечорах Володимира Федоровича. Іноді одного, іноді з дружиною, бувало він уходив після першого відділення. Несподівано — тому що напружена робота, життєві турботи й географічна віддаленість місця проживання основного колективу працівників КБ «Південне» не особливо стимулювали відвідування філармонії. Центром їх культурного життя був Палац машинобудівників. Володимир Федорович жив неподалік від вулиці Дзержинського, і я спочатку думав, що це основна причина його присутності у філармонії. Вперше

побачивши мене там, він просто подивився з великим інтересом. В подальшому жодних діалогів у мене з ним ні перед концертом, ні в антракті ніколи не виникало. Тільки перед самим моїм від'їздом у Київ, наприкінці 1976 р., я зрозумів, що це була серйозна частка його духовного життя.

Також Володимира Федоровича цікавило все, що відбувалося на фізико-технічному факультеті Дніпропетровського університету, і не тільки тому, що лекції студентам читали його найближчі помічники. Володимира Федоровича зв'язували дружні стосунки з деканом факультету Густавом Дмитровичем Макаровим, він відвідував традиційні зустрічі випускників фізтеху, де завжди було багато представників КБ «Південне».

Не можу не сказати, що Володимир Федорович був головою спеціалізованої вченої ради, на якій я захищав кандидатську дисертацію. Робота була пов'язана з деякими проблемами герметичності рідинних ракет, добре знайомими Володимирові Федоровичу. Після доповіді здобувача він хвилин п'ять стояв у плакатів, задаючи запитання (мені здалося це вічністю), і підсумував: «Молодець, продовжуй цю тему далі».

Наприкінці 1976 – початку 1977 рр. я був переведений на роботу у відділ оборонної промисловості ЦК Компартії України. Метою роботи у відділі було курирування підприємств Міністерства загального машинобудування СРСР, розташованих в Україні, у т.ч. і рідного КБ «Південне».

Перед від'їздом Володимир Федорович запросив мене до себе. Розмова вийшла неофіційною, він розумів, що я виходжу з його безпосереднього підпорядкування, і не соромився говорити й запитувати про все, але менше за все про ракетну техніку. Володимир Федорович розсміявся, не забувши мені нагадати, з якої організації я їду до Києва.

Оскільки робота у відділі оборонної промисловості припускала безпосередню взаємодію не тільки із дніпропетровським «ракетним кущем», але й з іншими підприємствами Міністерства загального машинобудування СРСР, вся перша половина 1977 р. пішла у мене на ознайомлення з ними. У цей період Володимир Федорович був у Києві двічі або тричі, але практично далі кабінету завідувача оборонним відділом ЦК КПУ Василя Дмитровича Крючкова не відлучався. І тільки один раз ми перетнулися у цьому кабінеті, коли темою розмови став перехід В'ячеслава Михайловича Ковтуненка в НВО ім. С.О. Лавочкина. Я працював у підрозділах, які очолював В.М. Ковтуненко, і пам'ятав, хто був начальником першого проектного відділу в КБ. Мої доводи, що не можна відпускати Ковтуненка, викликали посмішку і у Володимира Федоровича, і у Василя Дмитровича. Як мені тепер здається, саме тоді зародився союз цих двох чудових людей, безумовно плідний, з погляду організації ракетно-космічної галузі в Україні.

Але дозволю собі припустити, що в кадровій політиці 1977 р. для Володимира Федоровича став точкою біфуркації. В 1972 р. був змушений перейти у філію Інституту технічної механіки АН УРСР Василь Сергійович Будник. Він і В.М. Ковтуненко розглядалися в демократичному колективі КБ «Південне» як найімовірніші спадкоємці Михайла Кузьмича Янгеля. Але вийшло по-іншому... В 1977 р. Борис Іванович Губанов тільки набирив силу в КБ «Південне», а М.Ф. Герасюта, І.І. Іванов, С.М. Солонников якимось непомітно відійшли в тінь. На передній план висунулися Ю.О. Сметанін, М.І. Галась, у резерві парткому перебував Леонід Данилович Кучма, підтяглися Станіслав Миколайович Конюхов, Станіслав Іванович Ус і Микита Сергійович Цуркан.

В 1980 р. Л.Д. Кучму вдруге обирають секретарем парткому КБ «Південне» (партійна організація КБ входила до складу партійної організації «Південмаша»), а з обранням секретаря парткому «Південмаша» відбувся конфуз — у Київ на погодження прибув Володимир Сергійович Лобанов, який, на жаль, до обрання вже бачив себе секретарем. Як результат, наступного дня я за дорученням В.Д. Крючкова, вилетів у Дніпропетровськ для погодження іншої кандидатури. Перелік осіб, з якими я мав зустрітися: В.Ф. Уткін, С.П. Метлов, О.В. Мігдеєв і останній, у силу ймовірних складностей при розмові, — гендиректор «Південмаша» О.М. Макаров. Але найскладнішою у мене вийшла перша розмова — з Володимиром Федоровичем, оскільки секретарем парткому «Південмаша» пропонували Леоніда Даниловича Кучму. Я знав, що Володимир Федорович просив Леоніда Даниловича залишитися на другий строк на чолі парткому КБ «Південне» — і раптом такий поворот! Наша розмова тривала близько години. Володимир Федорович іноді зупинявся на половині фрази, думав про щось своє, але все-таки, з якоюсь гіркотою, погодився. І тільки в 1981 р. я зрозумів справжні причини сумнівів головного конструктора. З посади першого заступника головного конструктора КБ «Південне» в НВО «Енергія» до Валентина Петровича Глушка перейшов Борис Іванович Губанов. У його наступники В.Ф. Уткін запропонував кандидатуру Леоніда Даниловича. Рокіровка відбулася. І до 1986 р. колектив КБ працював як злагоджений механізм, ставши фактично основним гравцем у досягненні ракетно-ядерного паритету зі Сполученими Штатами Америки.

Поява в той період ракетних шедеврів SS-18 («Сатана») і SS-24 («Скальпель») забезпечило досягнення Радян-

ським Союзом у період холодної війни повного паритету зі США в галузі ракетних озброєнь стратегічного призначення. Дніпропетровські ракети стали найважливішим аргументом на користь серйозного переговорного процесу, вони забезпечили ефективність взаємного балістичного стримування СРСР і США. Фактично було зведено до нуля реальність виникнення ядерного конфлікту.

Наприкінці 80-х рр. Володимир Федорович Уткін стає найважчою фігурою на шахівниці вітчизняного ракетобудування, оскільки в 1984 р. пішов з життя В.М. Челомей, а за ним, в 1989 р. — В.П. Глушко.

У ці роки я зустрічався з Володимиром Федоровичем у Дніпропетровську й Києві, на колегіях Міністерства загального машинобудування в Москві. В 1985 р. він приїжджав до нас із Михайлом Кольцовим (секретар парткому «Південмаша») у готель «Росія». Кілька годин бесіди зі співрозмовником, який усім цікавився, багато в чому розбирався, а головне, не менторствував, пройшли дуже швидко.

Процес перебудови, що запропонував великій країні Михайло Сергійович Горбачов, був для Володимира Федоровича несподіваним і багато в чому непередбаченим. В.Ф. Уткін не сприймав виборність керівників, ще більше він був здивований, коли депутатом Верховної Ради СРСР разом з ним (а він ішов по «горбачовському списку») від Червоногвардійського району Дніпропетровська був обраний начальник групи КБ «Південне» Арнольд Назаренко. Але це були тільки квіточки, на які Володимир Федорович звернув увагу. Президент М.С. Горбачов позначив ще два напрямки, що стосувалися безпосередньо ракетно-космічної техніки: омолодження кадрів і конверсія виробництва.

З 1983 р. міністром загального машинобудування СРСР був Олег Дмитрович Бакланов. Він прекрасно знав «український куш», його слабкі кадрові місця, одним з перших його кроків було рішення по генеральному конструктору НВО «Хартрон» Володимирову Григоровичу Сергєєву. Я був відряджений у Харків і брав участь у розмові між старими добрими друзями — начальником п'ятого головкому Міністерства загального машинобудування СРСР Андрієм Прокоповичем Зубовим і Володимиром Григоровичем. Зрештою компроміс було знайдено, і Сергєєв погодився піти у відставку. Йому тоді було 72 роки. (Працюючи секретарем Ради національної безпеки й оборони України й виконуючи подібні кадрові доручення президента Л.Д. Кучми, я не раз використовував почуте й побачене мною тоді).

Той день у Харкові видався складним і по-серпневому спекотним. Пізно ввечері у дворі обкомівського готелю ми залишилися вдвох — Олег Дмитрович і я. Розмова зайшла про генерального директора «Південмаша» Олександра Максимовича Макарова, якому у вересні 1986 р. виповнилося 80 років. Олег Дмитрович якось дуже прискіпливо розпитував про керівний склад «Південмаша», КБ «Південне» й Павлоградського механічного заводу. До двох годин ночі в темі залишилося двоє — Володимир Олексійович Андрєєв (головний інженер «Південмаша») і Леонід Данилович Кучма (перший заступник генерального конструктора КБ «Південне»). Мої аргументи були на користь другого не тому, що в нас були з ним дружні стосунки, а тому, що в цей час кардинально змінювалася ситуація в країні. Л.Д. Кучма був, на мій погляд, більш гнучким і здатним до адаптації. Через 27 років я не змінив свою точку зору. По-моєму, Олег Дмитрович погодився з моїми аргументами.

А далі почалася «громадянська війна». Володимир Федорович зовсім не сприймав такий варіант розвитку подій, його позицію розділяв і всіляко підтримував Василь Дмитрович Крючков. У вересні 1986 р. у Дніпропетровську було вирішено провести партійно-господарський актив КБ «Південне» і «Південмаша». Склад делегації з Москви був безпрецедентним: завідувач відділом оборонної промисловості ЦК КПРС Олег Сергійович Беляков, заступник голови Ради міністрів СРСР, голова ВПК Юрій Дмитрович Маслюков, міністр загального машинобудування СРСР Олег Дмитрович Бакланов і інші високі офіційні особи.

Відбулося засідання парткому «Південмаша». Дві третини парткому проголосували за призначення директором Леоніда Даниловича Кучми. На активі заслухали також Андрєєва і Кучму. Остаточне рішення комісія в складі п'яти чоловік полетіла приймати в Київ до Володимира Васильовича Щербицького. Від трьох з них я почув вердикт Володимира Васильовича: «Олег Дмитрович — міністр, він відповідає за прийняте рішення, йому й доручимо». А Олег Дмитрович своє рішення прийняв ще в серпні, перебуваючи в Харкові.

На той момент, за ініціативи В.Ф. Уткіна й на чолі з ним, уже було створено НВО «Південне», в яке ввійшли КБ «Південне» та «Південмаш». Чимало посадових осіб «Південмаша» стали заступниками В.Ф. Уткіна. Так, головний інженер «Південмаша» одночасно був і головним інженером НВО «Південне».

Після призначення Л.Д. Кучми генеральним директором «Південмаша» загострення відносин між ним і В.Ф. Уткіним не змусило себе довго чекати. Їхнє протистояння мало часом гротескний характер. По обидва боки публікувалися критичні статті в ЗМІ, профспілкові делегації із Дніпропетров-

ська мітингували на Міуській площі в Москві (перед будівлею Міністерства загального машинобудування СРСР). Навколо Володимира Федоровича в КБ «Південне» і навколо Леоніда Даниловича на «Південмаше» з'явилися люди, вкрай вірнопіддані одному з них. Як людина, що до 1990 р. часто зустрічалася і з Володимиром Федоровичем, і з Леонідом Даниловичем, можу сказати – у цей період вони обидва виявилися не на висоті.

Що приніс цей конфлікт у вітчизняній ракетно-космічній галузі? Судити важко. У країні друга половина 80-х рр. – це насамперед глобальні зміни, зумовлені перебудовою, плюс так звана конверсія. Всі ці процеси були, на мій погляд, основною причиною переїзду Володимира Федоровича Уткіна в Москву, де він очолив Центральний науково-дослідний інститут машинобудування.

А в конфлікті генеральних, про яке я дозволив собі написати, кувався й загартовувався характер майбутнього Президента України. Згодом Леонід Данилович сам говорив про це.

Було б несправедливо, якби ці два чоловіки розійшлися назавжди. Цього й не відбулося. У середині 90-х рр. президент України Л.Кучма надіслав вітальну адресу Володимирі Федоровичу, знайшовши проникливі слова, що пояснювали його власні помилки. Трохи пізніше такі ж слова знайшов і Володимир Федорович Уткін. Слова були вистраждані розумами й серцями цих двох людей. Помилки визнавати ніколи й нікому не пізно...

Ще одна зустріч з Володимиром Федоровичем Уткіним, яка запам'яталася, відбулася влітку 1993 р. у Парижі на великому форумі, організованому Європейським космічним агентством. Російська Федерація була представлена потужною делегацією, у яку входили

В.Ф.Уткін, М.Ф. Решетньов, Д.І. Козлов, Ю.П. Семенов і багато інших. Україну представляв генеральний директор Національного космічного агентства в моїй особі. Кожній делегації було надано для виступу до 20 хвилин. Коли я вийшов на трибуну, то побачив у першому ряду російську делегацію. Навпроти сидів і дивився на мене з легкою іронією Володимир Федорович. Такого іспиту нікому не побажаш.

Ми тільки закінчили розробляти першу Національну космічну програму. У ній було все: і продовження спільних проектів з Росією й Казахстаном, і власні розробки, і міжнародне співробітництво. Я бачив, як тане іронія в очах людей, кожного з яких я знав і поважав багато років. Доповідь вийшла. Як сказав би Леонід Данилович, «мені вдалося пройти між краплями дощу». На обід ми разом з Володимиром Федоровичем відправилися через Сену по мосту Олександра III. Він тоді сказав: «Я хвилювався теж, не забувай, звідки ти вийшов».

В 1997 р. я вирішив обиратися в Національну академію наук України. Серед багатьох рекомендацій однією із значущих не тільки для мене була рекомендація академіка Володимира Федоровича Уткіна. По її змісту я зрозумів, що він ніколи не випускав мене з поля зору після мого від'їзду в Київ у грудні 1976 р. У людському плані його слова дуже багато чого перевернули в моєму світосприйманні.

15 лютого 2000 р. Володимир Федорович Уткін пішов з життя.

Мені б хотілося повернутися до перших рядків цього есе. Володимир Федорович виявився тією людиною, яка не просто прийняла естафету від Михайла Кузьмича Янгеля, але й прийшла першою до фінішної стрічки найбільшого ракетно-ядерного протистояння у світі.

Дозволю собі припустити, що неординарні й дуже талановиті особистості з'являються, як правило, у критичні періоди людської цивілізації. СРСР після-

воєнного періоду відрізнявся розсипом таких особистостей, і історія по праву визначила місце в ньому для Володимира Федоровича Уткіна.

Література

1. Генеральный конструктор. Книга о В.Ф. Уткине. / Председатель редакционного совета Н.А.Анфимов. — Издательство «РИНФО» — ЦНИИмаш, г. Королёв. 2003. — 512 с.
2. Уткін. Звезды Генерального конструктора / Под общей редакцией А.В.Дегтярева. — Днепропетровск АРТ-ПРЕСС, 2013. 672 с.
3. Дегтярев О.В., Новиков О.В. Генеральный конструктор ракетно-космической техники. До 90-річчя від дня народження академіка Володимира Федоровича Уткіна // Вісник НАН України. — 2013. №10. — С.19—27.
4. Литвинко А.С. Академик В. Ф. Уткин и его научно-техническая школа / А. С. Литвинко // Наука та наукознавство. — 2014. — № 3. — С. 117—127.
5. В. Губарев. Южный старт. Беседы с академиком Российской АН Владимиром Федоровичем Уткиным, а также воспоминания, комментарии, отступления, справки, споры и попытки восстановления истины // Наука и жизнь. — 1998. №1. — С.76—82.
6. Науковий архів Президії НАН України. — Ф. 251.— Оп.632. — Спр. 23. Особова справа академіка Володимира Федоровича Уткіна, 26 арк.
7. В.П. Горбулін. Высокие орбиты Владимира Уткина. Штрихи в портрете генерального конструктора. // Зеркало недели. — Выпуск №37, 2013.

В.П. Горбулін

Наукова біографія С.М.Конюхова

Значний внесок в ракетно-космічну галузь України зробив С.М. Конюхов - визначний вчений, конструктор, академік НАН України, Генеральний конструктор – Генеральний директор ДП «КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля». Очолити підприємство в історично переломний для України час Станіслав Миколайович спромігся зберегти традиції, закладені його вчителями М.К. Янгелем і В.Ф. Уткіним, та зміцнити авторитет України як космічної держави у світовому співтоваристві.

С.М. Конюхов народився 12 квітня 1937 р. у с. Бекренєво Лезького району Північної обл. РРФСР (нині – Грязовецького району Вологодської обл. РФ). Його батько був військовим юристом, мати - домогосподаркою. Дитинство та юність Станіслава Миколайовича припали на період війни з гітлерівською Німеччиною та повоєнної відбудови країни. Закінчивши 1954 р. середню школу із золотою медаллю, С.М. Конюхов вирішив пов'язати своє життя з ракетною технікою. У 1959 р. він закінчив фізико-технічний факультет Дніпропетровського університету за спеціальністю «інженер-механік літальних апаратів» і почав у вересні 1959 р. роботу в ОКБ-586 (нині КБ «Південне»), яке очолював М.К. Янгель.

3 липня 1961 р. Станіслав Миколайович, провідний інженер ОКБ, у лютому 1962 р. його переводять на посаду старшого інженера (по ракеті Р-14) до групи провідних конструкторів, яку очолював М.І. Галась. У квітні 1962 р. під час аварійного пуску ракети Р-14У на полігоні Капустин Яр вчений отримав важке отруєння парою азотної кислоти, проте після лікування повернувся до ракетної техніки. З 25 червня 1962 р. С.М. Ко-

нюхов - старший інженер групи провідних конструкторів.

На початку 60-х рр. ОКБ брало участь у виконанні робіт, передбачених Радянською програмою місячних пілотованих польотів. 28 травня 1963 р. М.К. Янгель призначає Станіслава Конюхова провідним конструктором надважкої ракети-носія Р-56 (8К68) з корисним навантаженням до 40 т., яка призначалась для вирішення як оборонних, так і наукових завдань. На жаль, у червні 1964 р. постановою Уряду розроблення Р-56 припинено.

Водночас на підприємстві розпочався процес структурної реорганізації, формувалися нові підрозділи. У липні 1964 р. М.К. Янгель доручає Станіславу Миколайовичу керівництво відділом науково-технічної інформації. Аналітико-інформаційні розроблення фахівців відділу, який у 1965 р. набув статусу Головного відділу науково-технічної інформації ракетно-космічної галузі країни, використовували не тільки в ОКБ-586, а й численні галузеві підприємства та суміжні організації.

Починаючи з 1960 р. кількісна оцінка надійності ракетно-космічної техніки стала одним з важливих критеріїв вітчизняної і світової практики ракетобудування. Зважаючи на це у липні 1966 р. М.К. Янгель створює в ОКБ відділ надійності, в якому науковцями на чолі із С.М. Конюховим було розроблено документи, які склали наукову базу прогнозування і забезпечення високого рівня надійності при розробленні, відпрацюванні та експлуатації нових виробів. Низку розроблених положень було використано при створенні галузевих і державних стандартів, що дозволило досягти значного підвищення показників безаварійності ракетних комплексів.

Матеріали з аналізу надійності сприяли ефективності льотно-конструкторських випробувань ракети Р-36 (8К67) та її модифікацій - 8К69 і 8К67П.

Водночас С.М. Конюхов займався і науковою роботою, підсумком якої став успішний захист у 1970 р. кандидатської дисертації.

У вересні 1969 р. для зміцнення потенціалу Ракетних військ стратегічного призначення (РВСП) СРСР постановою Уряду КБ «Південне» доручено створення бойового ракетного комплексу Р-36М з МБР 15А14 (SS-18), а у серпні 1970 р. – ракетного комплексу МР-УР100 з МБР 15А15 (SS-17) з моноблочними, роздільними й маневруючими головними частинами та бойовими блоками різної потужності ядерного оснащення. 10 березня 1970 р. С.М. Конюхова призначено керівником відділу 101 з розроблення ракетних комплексів і забезпечення їх надійності, де розробляли спеціальні транспортно-пускові контейнери (ТПК), встановлені у шахтній пусковій установці із застосуванням мінометної схеми старту важких рідинних МБР. При її відпрацюванні було проведено нові широкомасштабні наземні випробування - «кидкові». Фахівці відділу 101 на чолі із С.М. Конюховим вирішили питання щодо поетапного відпрацювання нового виду старту з послідовно зростаючою складністю випробувань. Вчений був технічним керівником їх проведення і головним інженером шахтних випробувань, які підтвердили працездатність мінометної схеми старту з ТПК.

Після смерті у жовтні 1971 р. М.К. Янгеля, Головним конструктором і керівником КБ «Південне» призначено В.Ф. Уткіна. Враховуючи значну завантаженість підприємства роботами з оснащення ракетної техніки засобами подолання ПРО супротивника, підвищення її стійкості під час впливу вра-

жальних факторів ядерного вибуху, а також багатоваріантності наземного і льотно-експериментальних відпрацювань, у січні 1974 р. В.Ф. Уткін призначає Станіслава Миколайовича заступником Головного конструктора КБ-2 - керівником спеціалізованого відділення 21 з конструкторського розроблення і відпрацювання бойового оснащення ракет. У підсумку, весь запланований обсяг робіт з модернізації Р-36М і МР-УР100 було виконано у встановлені строки.

На початку 70-х рр. Станіслав Миколайович брав участь у створенні в КБ «Південне» аерокосмічних комплексів з твердопаливними стратегічними ракетами та літаками-носіями - Ту-144, Ту-160К та Ан-124. Досвід їх розроблень було використано підприємством у 90-х рр. у межах довгострокової міждержавної програми співробітництва по створенню декількох видів авіаційних ракетних комплексів (АРК) за темами «Грач», «Талісман», «Світязь», «Оріль», «Space Clipper» та ін.

Наприкінці 70-х рр. – початку 80-х рр. колектив КБ «Південне» розробляв бойові ракетні комплекси четвертого покоління та РН «Зеніт» з використанням її першого ступеня у ракетній системі «Енергія-Буран». У липні 1978 р. С.М. Конюхова призначено заступником керівника проектного комплексу. З Ю.О. Сметаніним, водночас він очолив сформоване в його структурі відділення 10, де науковці КБ «Південне» розробляли ескізні проекти для новітніх РК Р-36М2 «Воевода» з рідинною МБР 15А18М і РТ-23 ПТТХ «Молодець» з твердопаливними МБР 15Ж60 (шахтного базування) і МБР 15Ж61 (на залізничній пусковій установці), які створювалися як основа стратегічних ядерних сил СРСР.

У грудні 1984 р., зважаючи на розширення тематики і збільшення обсягу за-

мовлень від АН СРСР, МО СРСР, різних НДІ та організацій з використання космічних апаратів і супутникових систем, В. Ф. Уткін призначає С. М. Конюхова головним конструктором і керівником проектно-конструкторського підрозділу КБ-3. Під керівництвом і за участі вченого фахівцями КБ «Південне» було створено низку оборонних ракетно-космічних комплексів і систем, а також КА наукового і народногосподарського призначення серії «Інтеркосмос», «АУОС», «Тайфун», «Цілина» й «Океан». Вперше у вітчизняній і світовій практиці вдалося реалізувати режим комплексного спостереження, який забезпечував одночасне одержання радіолокаційних, радіотеплових та оптичних вимірювань у суміщеній ділянці огляду, а також оперативну передачу їх з борту космічного апарата в центр приймання та безпосередньо споживачам.

У жовтні 1986 р. утворено НВО «Південне», до складу якого увійшли КБ «Південне», ВО «Південмаш» і ДФ НДІ технології машинобудування. У 1986-1990 рр. С.М. Конюхов працював на посаді першого заступника Генерального конструктора НВО «Південне» — першого заступника керівника КБ «Південне». Водночас він був технічним керівником льотно-конструкторських випробувань РК РТ-23 ПТТХ «Молодець» на полігоні у Плесецьку.

У 1987 р. Станіслав Миколайович захистив докторську дисертацію, в якій він вирішив проблеми використання мінометного старту як стартової системи РКТ.

Участь та керівництво вченого у 60-80-х рр. в багатьох наукових та експериментальних дослідженнях у галузі динаміки складних систем, аеродинаміки, міцності, термодинаміки й оптимізації енергетичних параметрів систем надійності конструкцій сприяли створенню РН: «Космос», «Циклон» і «Зе-

ніт», зокрема КРК «Зеніт». З їх використанням здійснено запуски понад 400 КА серії «Космос» та «Інтеркосмос».

Після переведення у листопаді 1990 р. В.Ф.Уткіна в Москву, Станіслав Миколайович очолив КБ «Південне». На початку 90-х рр. після розпаду СРСР одним із пріоритетних напрямів промислової політики України стала конверсія і реструктуризація оборонного сектору економіки. Проте в нових складних умовах політичних та економічних реформ, майже всі галузеві підприємства оборонного комплексу нашої держави опинилися без вітчизняних і закордонних замовлень на розроблення бойових ракетних комплексів військового призначення, РН та їх складових і КА, а також без державного фінансування своєї основної діяльності. С.М. Конюхову як Генеральному конструктору і керівнику підприємства необхідно було розробити ефективну стратегію стабілізації і розвитку КБ «Південне», орієнтовану насамперед на створення за можливості нових і модернізацію наявних зразків ракетно-космічної техніки в межах власних національних проєктів, а також міжнародне співробітництво. У грудні 1991 р. для комерціалізації внутрішньої та зовнішньоекономічної діяльності, забезпечення конкурентоспроможності продукції, а також підвищення інтенсивності соціально-економічного розвитку підприємства в КБ «Південне» було утворено службу маркетингу і комерційної діяльності.

Одночасно з розпочатими КБ «Південне» наприкінці 80-х рр. роботами з масложирової тематики вчений очолив розроблення конверсійних проєктів високотехнологічної наукомісткої продукції народно-господарського призначення - зернозбиральних комбайнів КЗС-9-1 «Славутич» і КЗС-1580 «Лан» та відповідно до світового рівня дослідних зразків пасажирського транспорту,

зокрема тролейбусів ЮМЗТ1, ЮМЗТ2, ЮМЗТ2.09, Е186, Е186-01 й автобусу А186-01, а також устаткування для теплоенергетики та вітряноенергетичних установок тощо.

Для підвищення технічної оснащеності Збройних сил України під керівництвом вченого на початку 90-х рр. науковим колективом КБ «Південне» було проведено ревізію наявного потенціалу вітчизняного оборонного комплексу. Проведені дослідження сприяли визначенню пропозицій КБ «Південне» щодо створення сучасних зразків ракетно-реактивного озброєння і боєприпасів, зокрема мобільних стратегічних ракетних комплексів з неядерним оснащенням, оперативно-тактичних ракетних комплексів для Сухопутних військ, зенітних ракетних комплексів, а також реактивних систем залпового вогню різної дальності. В подальшому розроблено низку проєктів космічних систем військового призначення, проведено роботи зі створення мобільних засобів геодезичного забезпечення для Сухопутних військ і підвищення живучості гарматних стволів для танків і артилерії, а також інформаційно-розвідувальних систем і систем зв'язку.

Після ратифікації у листопаді 1992 р. Лісабонського протоколу Україна приєдналась до Договору про скорочення і обмеження стратегічних наступальних озброєнь (СНО-1), підписаного СРСР і США у липні 1991 р. та Будапештського меморандуму, підписаного у 1994 р. У період 1993-2001 рр. очолюване Станіславом Миколайовичем КБ «Південне» було одним із ключових підприємств з ліквідації та утилізації бойових ракетних комплексів з рідинними та твердопаливними МБР, зокрема 15А35 (SS-19) і 15Ж60 (SS-24).

Було налагоджено співпрацю КБ «Південне» з провідними світовими фірмами - Boeing, Lockheed-Martin,

Space Systems/Loral, Fiat Avio, Alenia Spazio, DASA, Astrium, РКК «Енергія», Державним космічним науково-виробничим центром (ДКНВЦ) ім. М.В. Хрунічева, ДРЦ ім. В.П. Макеєва, НВО ім. С.О. Лавочкина, з космічними агентствами США, РФ, Бразилії, Китаю, ЄКА, а також Ракетних військ стратегічного призначення і Міністерства оборони РФ. Було налагоджено ділові зв'язки з вченими ЄС, США, Китаю, Японії, Індії й інших країн, КБ «Південне» прийняли в Міжнародну федерацію астронавтики.

У 1995 р. підприємство підписало перший міжнародний контракт з компанією «SS/Loral» (США) на запуск КА «Globalstar» РН «Зеніт-2» та угоду між фірмами «Boeing» (США), «Kvaerner» (Норвегія), РКК «Енергія» (РФ), КБ «Південне» і ВО «Південмаш» на створення принципово нового КРК «Морський старт» для запусків КА комерційного використання РКП «Зеніт-3SL». Під технічним керівництвом вченого у 1999-2010 рр. здійснено 30 пусків РН «Зеніт-3SL», на задані орбіти виведено 27 космічних апаратів великих зарубіжних компаній провідних країн світу. Фахівцями КБ «Південне» втілено проєкт «Наземний старт» щодо комерційних пусків КА з космодрому Байконур РН «Зеніт-2SLB» і РН «Зеніт-3SLB». До середини 2011 р. відбулося 7 успішних пусків РН за цією програмою, на задані орбіти виведено КА з Ізраїлю, Канади, Малайзії і США.

У 1997 р. С.М. Конюхов очолив роботи з конверсії МБР 15А18, яка мала високі енергетичні можливості, точність виведення і надійність, в КРК «Дніпро». Під його технічним керівництвом у 1999-2010 рр. проведено 15 успішних пусків РН «Дніпро», на задані орбіти виведено 57 космічних апаратів фірм-замовників з 17 країн світу.

Починаючи з середини 90-х рр. науковцями КБ «Південне» було вирішено багато проектно-конструкторських й організаційно-технічних питань зі збереження, експлуатації і виходу на міжнародний ринок РН «Циклон», як одних з найдосконаліших у світі з автоматизації передстартових операцій і польотної надійності. Насамперед, це реалізація проекту «Циклон-4» на базі існуючих РН «Циклон-2» (11К69) і «Циклон-3» (11К68), а також проекту «Циклон-2К», розпочатою з РФ у 2003 р.

начним досягненням у розвитку міжнародного співробітництва України в галузі двигунобудування стало підписання у 2003 р. контракту з «FiatAvio» на розроблення фахівцями КБ «Південне» блоку маршового двигуна для керуючого модуля рідинної рушійної установки четвертого ступеня ЄРН «Вега». У 2003 р. підприємство отримало комерційні пропозиції на експериментальні роботи щодо двигунів другого ступеня 11Д123 і 11Д513 для РН «Зеніт-3SL» і розроблення орбітального ступеня з рухомою установкою для РН «Дніпро-1».

Використовуючи творчий доробок вчених підприємства у міжнародних космічних проектах щодо РН «Зеніт», у травні 2007 р. КБ «Південне» і корпорація «Orbital Sciences» підписали контракт на розроблення основної конструкції першого ступеня РН «Таурус-2» (перейменованої в «Антарес»), а також окремих бортових систем, контрольно-перевірної і наземної апаратури.

Під керівництвом С.М. Конюхова у 1993-2010 рр. науковцями КБ «Південне» розроблено і надано пропозиції у чотири Національні космічні програми України, що сприяло розвитку вітчизняної космічної галузі, встановленню міжнародних контактів і виходу галузевих підприємств на світовий ринок космічних послуг. У межах реалізації цих програм у серпні 1995 р. здійснено за-

пуск першого супутника дистанційного зондування Землі і світового океану під юрисдикцією України «Січ-1». Згодом на основі мікротехнологій науковцями підприємства створено і запущено КА «Січ-1М», «МС-1-ТК» і «Січ-2» (МС-2-8). У 1994-2001 рр. з використанням РН «Циклон-3» реалізовано російсько-українські проекти сонячних орбітальних станцій «Коронас-І» і «Коронас-Ф», а також КА «Океан-О». У 2007 р. РН «Дніпро» успішно виведено на розрахункову орбіту єгипетський супутник «EgyptSat-1».

У 1991-1996 рр. вчені КБ «Південне» працювали над розробленням систем дистанційного зондування Землі і систем зв'язку та космічних систем оборонного призначення - «Січ-3», «Либідь», «Аріадна», «Онікс», «Тензор», «Космічний патруль», «Гранат» та інших.

С.М. Конюхов особливу увагу надавав творчим контактам КБ «Південне» з фундаментальною наукою. Науковці підприємства плідно співпрацювали з НАН України та її академічними інститутами з проблем міцності, створення нових матеріалів і технологічних процесів, високоточної виміральної техніки тощо. 25 листопада 1992 р. С.М. Конюхова його обрано академіком АН України.

С.М. Конюхов багато зусиль приділяв науково-педагогічній діяльності та всебічно підтримував тісну співпрацю науковців КБ «Південне» з багатьма вищими і середніми навчальними закладами України щодо підготовки висококваліфікованих фахівців для ракетно-космічної галузі. У 1987-1992 рр. він очолював кафедру системного проектування виробів машинобудування Інституту підвищення кваліфікації Міністерства загального машинобудування СРСР, у липні 1991 р. йому було присвоєно вчене звання професора. З 1995 р. вчений очолював кафедру проектування

літальних апаратів Харківського Авіаційного університету. На базі КБ «Південне» у 1998 р. за сприяння Станіслава Миколайовича було створено Ракетно-космічний навчально-дослідний центр, до якого увійшли філії кафедр Дніпровського національного університету ім. О. Гончара (ДНУ), Національного аерокосмічного університету ім. М. Є Жуковського «Харківський авіаційний інститут» (НАУ «ХАІ») й аспірантура.

Помер Станіслав Миколайович 3 квітня 2011 р. у Дніпропетровську.

С.М. Конюхов - автор 735 наукових праць, серед яких низка фундаментальних монографій.

Вченим створено наукову школу сучасних методів проектування і конструювання ракетно-космічних систем, під його керівництвом захищено 5 докторських і 6 кандидатських дисертацій.

З 1991 р. він був головним редактором

науково-технічного збірника «Космічна техніка. Ракетне озброєння», входив до складу редакційної колегії журналів «Наука та інновації» (з 2005 р.) і «Космічна наука і технологія» (з 2009 р.). У червні 1996 р. за підтримки С.М. Конюхова створено Центр інформаційних зв'язків КБ «Південне».

Станіслав Миколайович здобув вітчизняне та світове наукове визнання - був академіком Міжнародної академії астронавтики (1997) й її віце-президентом (2005-2011) та ін. Вченому присвоєно звання лауреата Державної премії СРСР (1977), премії ім. М.К. Янгеля (1991), Державної премії України (2001), Героя України з врученням ордена Держави (2004). Він нагороджений відзнакою Президента України (1994), орденом «За заслуги» І ст. (2007), орденом князя Ярослава Мудрого V ст. (2009), відзначений низкою іменних премій.

Література

1. Призваны временем. Т. 1. От противостояния к международному сотрудничеству / под общ. ред. С.Н. Конюхова. Днепропетровск : АРТ-ПРЕСС, 2004. 768 с.
2. Yuzhnoye, the Lot of Mine : A Photobiography of Stanislav Koniukhov / ed. by A. V. Degtyarev. K. : Space-Inform, 2018. 216 pp.
3. Конюхов. К 75-летию со дня рождения / Под общей редакцией А. В. Дегтярева. – Д.: АРТ – ПРЕСС, 2012. – 256 с.
4. Судьба моя - КБ «Южное» : фотоальбом к 80-летию со дня рождения академика НАН Украины, Генерального конструктора С. Н. Конюхова ; под общ. ред. А. В. Дегтярева. Киев : Спейс-Информ, 2017. 352 с.
5. Відзначення 75-річчя від дня народження академика НАН України С.М. Конюхова: спільне засідання Президії Національної академії наук України та Колегії Державного космічного агентства України. *Вісник НАН України*. 2012/1. № 5. С. 74-79.
6. Конюхову Станіславу Николаевичу 60 лет. *Космічна наука і технологія*. 1997. Т. 3. № 3 С. 103-104.
7. Горбулін В. П., Шевцов А. І. Генеральний конструктор ракетно-космічної техніки України (до 80-річчя від дня народження академика НАН України С. М. Конюхова). *Вісник НАН України*. 2017. № 4. С. 83-87.
8. Личное дело. Конюхов Станислав Николаевич. *Поточний архів Президії НАН України*, ф. 251, оп. 655, спр. 20, 40 арк.
9. 70-річчя академика НАН України С. М. Конюхова. *Вісник НАН України*. 2007. № 4. С. 58-60.
10. Відділення механіки НАН України : Історико-біографічний довідник. Київ : Академпериодика, 2015. 343 с., с. 58-60.
11. Пам'яті С. М. Конюхова, академика НАН України, Генерального конструктора ДКБ «Південне». *Космічна наука і технологія*. 2011. Т. 17. № 2. С. 90.
12. Памяти Станислава Николаевича Конюхова. *Конструктор*. 2011. № 6. С. 1-8
13. Памяти Станислава Николаевича Конюхова. *Конструктор*. 2017. № 8. С. 1-10.
14. Конструкторское бюро «Южное». Люди и ракеты: фотоальбом / под общ. ред. А. В. Дегтярева. Днепропетровск: ГП «КБ «Южное» им. М.К. Янгеля», 2014. 448 с.

О.С. Войтюк

У 1991 р в КБ «Південне» було розроблено аванпроекти ракетних комплексів п'ятого покоління Р-36МЗ і РТ-23М, але розпад СРСР зупинив їх подальшу розробку. Розроблені бойові ракети також дали можливість створювати на їх основі ракети-носії, що виводять на навколоземні орбіти і космічні траєкторії штучні супутники Землі і орбітальні станції, пілотовані космічні кораблі, міжпланетні автоматичні станції і різноманітні космічні апарати для дослідження ближнього і далекого космосу.

З кінця 50-х років в тісній зв'язці з КБ «Південне» працювало багато підприємств і організацій України (також Росії), забезпечуючи випуск ракет високого науково-технічного та виробничого рівня. Це перш за все: Південний машинобудівний завод (головне підприємство по виготовленню ракетно-космічної техніки), що діє з КБ як єдине ціле, Харківське ВО «Хартрон» (розробка та виготовлення систем керування ракетами і космічних апаратів), Київські заводи «Арсенал» (розробка і виготовлення апаратури прицілювання ракет) і радіозавод (виробництво складної електронної техніки), Павлоградський механічний завод (виробництво ракетних твердопаливних двигунів); Павлоградський хімічний завод (розробка твердого палива для ракетних двигунів); інститути Академії наук УРСР – Харківський фізико-технічний (розробка покриттів головних частин і відсіків ракет перевірка ракети на вплив ядерного вибуху); електрозварювання (розробка технічних процесів і обладнання для зварювання паливних баків і коридорів

ракет і їх елементів), проблем міцності (міцність конструкційних матеріалів і виробів з них), проблем матеріалознавства (створення радіопоглинаючих покриттів бойових блоків); технічної механіки (міцність і надійність механічних систем ракет і космічних апаратів), механіки, проблем міцності та ін.

З моменту створення КБ «Південне» в кооперації з ним по розробці ракет, їх систем та вузлів брало участь також багато організацій-суміжників РРФСР, які раніше вже згадувалася. Перш за все це ОКБ-456 (маршові РРД), НДІ-885 (автономна система управління), НДІ-944 (командні гіроскопічні прилади системи управління), КБ-11 (ядерні боєприпаси), ДСКБ Спецмаш (стартова позиція), НДІ-229 (вогневий стендовий випробування ракети), ряд інститутів АН СРСР та ін.

З розробкою і виготовленням нових поколінь бойових ракет, «вбираючих» у себе передові досягнення наукової і інженерної думки, удосконалювався ракетно-ядерний потенціал України в рамках єдиного військово-промислового комплексу СРСР, підвищувався професійний рівень вчених, інженерів, конструкторів, виробничників, які працюють в ракетно-космічній галузі, її колективи працювали з високою відповідальністю та ентузіазмом, в швидкому темпі, в них формувалися організатори ракетобудування, наукові лідери і очолювані ними науково-технічні школи. І ракетно-космічна галузь України стала показником високого рівня її інтелектуального, виробничого і промислового потенціалів.

Література

1. Колтачихіна О.Ю., Храмов Ю.О. Основні періоди та етапи розвитку ракетно-космічної техніки України (до 60-річчя КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля). // Наука та наукознавство. — 2014. — № 1. — С. 85–100. — Ч. 1.
2. Белый А.Ф. Призваны временем. От противостояния к международному сотрудничеству / А.В. Белый, В.Г. Васильев, В.В. Зуев и др. / Под ред. С.Н. Конюхова. — Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2004. — 765 с.
3. Ракеты и космические аппараты Конструкторского бюро «Южное» / Под ред. С.Н. Конюхова. — Днепропетровск: ГКБ «Южное» им. М.К. Янгеля, 2000. — 240 с.
4. Шестьдесят лет в ракетостроении и космонавтике / Под общей ред. А.В. Дегтярева. — Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2014. — 540 с.
5. Задача особой государственной важности. Из истории создания ракетно-ядерного оружия и Ракетных войск стратегического назначения (1945–1959 гг.): сборник документов. — М.: Российская политическая энциклопедия, 2010. — 1207 с.
6. Михаил Янгель. Воспоминания о первом Главном конструкторе КБ «Южное» — Днепропетровск: ГКБ «Южное», 2006. — 275 с.
8. Личное дело академика Будника В.С. — Архів Президії НАН України. — Оп. 646. — 46 л.
9. Будник. Дело всей жизни / В.Д. Ткаченко, А.Я. Стеценко, А.Э. Кашанов, З.Д. Будник. — Днепропетровск: АРТ-Пресс, 2013. — 586 с.
11. Гончар А.С. Звездные часы ракетной техники. Воспоминания / А.С. Гончар. — Харьков: Факт, 2008. — 400 с.
12. Василенко Б.О. Дмитро Гаврилович Топчий. Розповідь про Генерального директора / Борис Омелянович Василенко. — Д.: Верба, 2008.
14. Межконтинентальные баллистические ракеты СССР (РФ) и США. История создания, развития и сокращения / Е.Б. Волков, А.А. Филимонов, В.Н. Бобырев, В.А. Кобяков. — М.: Ракетные войска стратегического назначения, 1996. — 376 с.
15. Грачев Виктор Васильевич — Главный испытатель ракет КБ «Южное» / Под ред. А.В. Агаркова. — Днепропетровск: КБ «Южное», 2013. — 160 с.
16. Задонцев В.А. Герой Социалистического Труда Иван Иванович Иванов (1918–1999) — главный конструктор двигателя КБ-4 ОКБ-586/КБ «Южное» / В.А. Задонцев // Авиационнокосмическая техника и технология. — 2013. — № 9 (106). — С. 14–24.
18. Вячеслав Михайлович Ковтуненко. — НПО им. С.А. Лавочкина, 2011. — 160 с.
19. Герасюта Николай Федорович / [А.В. Новиков, В.Т. Гиленко, А.Ф. Белый и др.]. — Д.: АРТПРЕСС, 2005. — 264 с.
21. Сергеев Владимир Григорьевич — Главный конструктор систем управления. К 100-летию со дня рождения / Под общей ред. Н.И. Вахно. — Харьков: ПАО «Харьтон», 2014. — 448 с.
22. Горбулин В.П. Главный конструктор систем управления ракетно-космической техники (к 100-летию со дня рождения В.Г. Сергеева) / В.П. Горбулин, Б.Е. Василенко, Н.А. Митрахов // Вісник НАН України. — 2014. — № 4. — С. 89–96.
23. Конструкторское бюро «Южное» 1954–2014. 60 лет в ракетостроении и космонавтике. — Днепропетровск, 2014. — 30 с.
24. Советская космическая инициатива в государственных документах. 1946–1964 гг. / Под ред. Ю.М. Батурина. — М.: РТ-Софт, 2008. — 416 с.
26. Владимир Федорович Уткин. Жизнь во славу Отечества. — М.: ЦНИИмаш, 2013. — 216 с.
27. Генеральный конструктор. Книга о В.Ф. Уткине. — М.: ЦНИИмаш, 2003.
28. Уткин. Звезды Генерального конструктора. — Днепропетровск: КБ «Южное», 2013.
29. Платонов В.П. Макаров. Художественно-документальная биография. К 100-летию со дня рождения А. М. Макарова / В.П. Платонов. — Днепропетровск: Проспект, 2006. — 272 с.

В.П. Горбулін, Ю.О. Храмов

Ракетно-космічна наука і техніка України для дослідження космосу (1962—1991)

Початок космічної ери (1957—1969). Створення бойових балістичних ракет інтенсифікувало розвиток космонавтики — комплексного науково-технічного напрямку, що стосується польотів літальних апаратів у космосі, а також сукупності засобів, що забезпечують його вивчення та освоєння. Завдання космонавтики — побудова теорії космічних польотів, розробка та створення ракет-носіїв (багатоступінчастих ракет для виведення в космос штучних супутників Землі, міжпланетних автоматичних станцій, орбітальних станцій тощо), космічних апаратів, бортових і наземних систем керування польотом, систем космічного зв'язку, наукових приладів, систем життєзабезпечення та ін. Космонавтика тісно пов'язана з багатьма природними та технічними науками [1]. Її розвиток проходив на тлі складних суспільно-політичних процесів у світі, в умовах «холодної війни», протистояння двох суспільних систем, в основному між СРСР і США, в якому ракетно-ядерна зброя була фактором залякування й одночасно стримування.

З другої половини 40-х років у США запускають ракети для дослідження космосу, зокрема з метою збору наукової та військової інформації, а також для дослідження верхніх шарів земної атмосфери (до вересня 1952 р. здійснено 64 запуски).

З 1947 р. функції дослідних ракет почали виконувати геофізичні ракети серії «Аеробі». Цю ракету було розроблено в Лабораторії прикладної фізики університету Дж. Гопкінса. Її перший пуск відбувся 24 листопада 1947 р. Маса становила 7560 кг, вага корисного вантажу — 68 кг, максимальна висота польоту — 111 км. Ракета мала кілька модифі-

кацій, використовувалася для вивчення параметрів верхньої атмосфери, космічних променів, земного магнітного поля, медико-біологічних досліджень з мавпами та мишами.

В СРСР незабаром після створення перших бойових балістичних ракет з 1949 р. також стали регулярно запускати геофізичні та метеорологічні ракети для вивчення верхніх шарів земної атмосфери, процесів в іоносфері, випромінювання Сонця, а з 1951 р. на них проводилися серії медико-біологічних експериментів на собаках як об'єктах з добре вивченою фізіологією. Було одержано дані, що дозволили обґрунтувати можливість польоту в космос людини.

21 серпня 1957 р. проведено перший пуск ракети Р-7 — першої в світі МБР, яка могла використовуватися як бойова, так і ракета-носіїв. Створення її та успішний пуск було видатним досягненням радянської ракетної науки і техніки, який мав також велике військово-політичне значення. В подальшому вона виводила на навколосеземні орбіти перші штучні супутники Землі, пілотовані космічні кораблі, до чого СРСР готувався вже кілька років, і в цьому вирішальну роль зіграла ракета Р-7, про що свідчить наведена нижче Записка на ім'я М.С. Хрущова і Н.А. Булганіна [3, с. 64-64].

Записка М.В. Хрунічева, В.М. Рябікова і С.П. Корольова

Н.С. Хрущову і Н.А. Булганіну про роботу зі створення штучного супутника Землі № К-3/0194 5 серпня 1955 р.

Цілком таємно. (Особлива папка). екз.№2

Товаришу Хрущову М.С.

Товаришу Булганіну Н.А.

У зв'язку з появою в американській пресі повідомленнями про те, що в 1957—1958 рр. буде здійснено створення штучного супутника Землі невеликих розмірів, доповідаємо.

Сучасний стан ракетної техніки та її суміжних галузей дозволяє в найближчі роки створити штучний супутник Землі. Супутник Землі представляє з себе снаряд, який має горизонтальну швидкість польоту не менше 7,9 км / с. При такій швидкості снаряд буде обертатися навколо Землі по замкненій траєкторії — орбіті, тобто перетвориться в штучний супутник Землі. За допомогою супутника, обладнаного відповідною апаратурою, можна отримати важливі дані, необхідні для подальшого розвитку науки і військової техніки, про іоносферу, космічне випромінювання, дуже високі шари атмосфери, з геофізики, механіки, радіофізики, можна проводити фоторозвідку території для одержання точних карт, пов'язаних у єдину систему координат.

Проблемі створення штучного супутника особлива увага приділяється в США. Є кілька проектів супутника Землі, з яких заслуговують на увагу проект міжпланетної станції Брауна ... і проект супутника з вагою близько 45 кг. Проект Брауна передбачає створення ракети вагою 7000 тонн (в 25 разів більше ваги ракети Р-7). Для створення міжпланетної станції на орбіті буде потрібно запуснути 12—14 таких ракет. Другий проект пропонує на базі існуючих ракет створити супутник вагою 45 кг, призначений для наукових цілей. Термін здійснення цього проекту — 2—3 роки. За останніми повідомленнями преси, Уряд США прийняв рішення про створення такого супутника та здійснення пусків в період проведення Міжнародного геофізичного року (липень 1957 р — грудень 1958 р.).

У Радянському Союзі групою вчених і конструкторів проведено попередні дослідження з цієї проблеми і встановлена технічна можливість створення найпростішого супутника Землі на базі ракети Р-7 вагою 1,5—2 тонни. Загальна стартова вага заправленої паливом ракети з штучним супутником становитиме близько 270 тонн. Супутник буде обертатися навколо Землі за 1 годину 40 хвилин. Висота польоту супутника над поверхнею Землі буде лежати в межах від 200 до 700 км. Так як, за сучасними даними, на таких висотах все ж існує атмосфера, хоча й дуже розріджена, то супутник буде поступово втрачати швидкість і час його перебування на цих висотах складе 10—50 діб. При входженні в щільні шари атмосфери супутник згорає. Вирішення цієї проблеми потребує напруженої роботи багатьох залучених знову наукових і конструкторських організацій країни. Буде потрібно створити нову конструкцію головної частини (супутник), а в самій ракеті Р-7 повинні бути зроблені порівняно незначні зміни. Серйозні ж труднощі у створенні супутника полягатимуть в розробці наукової апаратури для різних досліджень і передачі одержаних даних зі супутника на Землю. Запуск супутника буде можливий після відпрацювання ракети Р-7 і головної частини супутника, тобто орієнтовно в 1957—1958 рр. Приблизна вартість всіх робіт, пов'язаних зі створенням штучного супутника (без урахування вартості ракети Р-7), становитиме до 250 млн рублів ...

З огляду на те, що створення штучного супутника Землі відкриває нові перспективи в розвитку науки і військової техніки, вважали б за доцільне найближчим часом приступити до робіт по його створенню. У разі схвалення нашої пропозиції необхідні заходи будуть протягом 1,5—2 місяців підготовлені і представлені на Ваш розгляд.

М.Хрунічев, В.Рябіков, С. Корольов

В результаті було прийнято відповідну постанову [3, с. 66].

Постанова Президії ЦК КПРС
«Про створення штучного супутника Землі»
№ П139 / XXXVI 8 серпня 1955 р
Цілком таємно.

Схвалити ідею про створення штучного супутника Землі. Доручити тт. Хрунічеву і Рябікову приступити до робіт зі створення штучного супутника Землі і в півторамісячний термін подати ЦК КПРС проект необхідних заходів з цього питання, а також представити в ЦК КПРС текст повідомлення для друку про проведені роботи зі створення штучного супутника Землі.

Секретар ЦК

Слід зазначити, що ідеї штучного супутника Землі (ШСЗ) і першої космічної швидкості, що забезпечує його рух по орбіті, висловив І. Ньютон в своїй основоположній праці «Математичні початки натуральної філософії» (1687) [5, с. 513].

4 жовтня 1957 р. на навколосемну орбіту ракетою-носієм Р-7 виведено перший в світі штучний супутник Землі, якому була надана перша космічна швидкість, що зробило можливим його обертання по навколосемній орбіті. Ця дата вважається початком нового етапу в дослідженні космосу — початком космічної ери. Радянський Союз вийшов в лідери в ракетно-космічній техніці, на якийсь час випередивши тут США [6, 7].

Перший ШСЗ являв собою кулю діаметром 58 см і вагою 83,6 кг, який обертався по орбіті з перигеєм 228 км, апогеєм 947 км і періодом обертання 96,17 хв, час його існування становив 92 доби. Він виконав низку наукових досліджень. 3 листопада 1957 р. у СРСР запуснено другий ШСЗ вагою 508,3 кг з першим космічним пасажиром на борту — собакою Лайкою, що довело можливість живих істот переносити умови космічного польоту. Супутник передав низку наукових результатів, зокрема існування у Землі радіаційного поясу

(зовнішнього, апогей орбіти супутника дорівнював 1881 км). 1 лютого 1958 р. на орбіту виведено перший американський ШСЗ вагою 14 кг, який відкрив внутрішній радіаційний пояс Землі. Запущений 15 травня 1958 р. третій радянський ШСЗ вагою 1327 кг, який являв науково-дослідну лабораторію, остаточно встановив, що Земля оточена зоною радіації. У 1960-1961 рр. в СРСР запуснено п'ять важких ШСЗ (вагою до 5 т) — космічних кораблів з метою відпрацювання систем, що забезпечують виведення корабля на орбіту ШСЗ, політ людини в космос і повернення його на Землю. Було одержано великий матеріал для керованого польоту людини в космос, перевірено системи життєзабезпечення на піддослідних тваринах, зокрема собаках, проведено першу телепередачу з космосу, одержано дані для подальшого відпрацювання конструкції корабля та його систем тощо [7, 8]. Ці запуски підготували етап проникнення в космос людини на пілотованому кораблі-супутнику. Викладене конкретизує наступний документ [3, с.120-122].

Записка Д.Ф. Устинова, К.М. Руднева та ін. в ЦК КПРС про підготовку до запуску космічного корабля з космонавтом на борту №ВП-13/534 30 березня 1961 р.

Цілком таємно. Особлива папка.

Прим. №1.

Відповідно до постанови Центрального Комітету КПРС і Ради Міністрів Союзу РСР від 11 жовтня 1960 р. щодо підготовки та запуску космічного корабля з людиною на сьогодні закінчено всі необхідні роботи щодо забезпечення польоту людини в космічний простір. З цією метою було проведено великий обсяг науково-дослідних, дослідно-конструкторських і випробувальних робіт як в наземних, так і в льотних умовах. Результатом робіт є створення космічного корабля-супутника «Восток-3А», призначеного для польоту людини. Корабель, його системи, апаратура та агрегати пройшли всі стадії наземного та льотного відпрацювання як автономно, так і в комплексі з ракетою-носієм. У льотних умовах були перевірені система виведення на орбіту, системи,

що забезпечують життєдіяльність людини в герметичній кабіні корабля, системи орієнтації та гальмування, спуску з орбіти і повернення на Землю апарату та космонавта, відпрацювання пошуково-рятувальних засобів. Всього було проведено сім пусків кораблів-супутників «Восток»: п'ять пусків об'єктів «Восток-1» і два пуски об'єктів «Восток-3А». З п'яти пусків кораблів-супутників «Восток-1» три були задовільними та дали великий матеріал для забезпечення в подальшому нормальних польотів космічних кораблів. Два наступних пуски кораблів-супутників «Восток-3А», конструкція яких повністю відповідає конструкції кораблів, призначених для польоту людини, пройшли успішно. Відпрацьовано взаємодію технічних засобів Ракетних військ, Військово-Повітряних Сил, Військово-Морського і Морського флотів, Комітету державної безпеки при Раді Міністрів СРСР і Протиповітряної оборони країни для забезпечення системи виявлення та пошуку космонавта. Одночасно велася підготовка космонавтів. Для цього за спеціальною програмою в умовах, що максимально імітують умови польоту, проводилися всебічні тренування космонавтів. Результати проведених робіт з відпрацювання конструкції корабля-супутника, засобів спуску на Землю, тренування космонавтів дозволяють в даний час здійснити перший політ людини в космічний простір. Для цього підготовлені два корабля-супутника «Восток-3А». Перший корабель знаходиться на полігоні, а другий готується до відправки. До польоту підготовлені шість космонавтів. Запуск корабля-супутника з людиною буде проведено на один оборот навколо Землі з посадкою на території Радянського Союзу на лінії Ростов — Куйбишев — Перм.

У герметичній кабіні корабля-супутника будуть знаходитися засоби забезпечення життєдіяльності космонавта (система регенерації повітря, десятиденний запас їжі, води та ін.), пульт пілота, засоби ручного керування посадкою корабля, реєстрації та інша апаратура, а також засоби двосторонньої радіотелефонного зв'язку космонавта з Землею в ультракороткохвильовому і короткохвильовому діапазонах. Крім того, в кабіні корабля-супутника встановлено телевізійну апаратуру для спостереження за космонавтом в межах прямої видимості з території Радянського Союзу. При обраній орбіті корабля-супутника, в разі відмови системи посадки корабля на Землю, забезпечується спуск корабля за рахунок природного гальмування в атмосфері протягом 2—7 діб, з приземленням між північною та південною широтами 65. У разі вимушеної посадки на іноземній території або порятунку космонавта іноземним судном космонавт має відповідні інструкції. Крім десятидобового запасу їжі та води в кабіні, кос-

монавт забезпечується аварійним запасом їжі та води, розрахованим на 3 доби, а також засобами радіозв'язку і передавачем системи «Пеленг», за сигналами якого буде визначатися місце приземлення космонавта. На кораблі-супутнику не передбачено встановлення системи аварійного підриву апарату, що спускається. Запуск першого радянського корабля-супутника з людиною намічено здійснити між 10 та 20 квітня цього року ...

Д.Устинов, К.Руднев, В.Калмиков, П.Демет'єв, Б.Бутома, М.Келдиш, К.Москаленка, К.Вершинін, М.Каманін, І.Івашутін, С. Корольов.

12 квітня 1961 р. у СРСР з космодрому Байконур на орбіту ШСЗ ракетою-носієм «Восток» виведено перший у світі космічний корабель-супутник «Восток-1» з космонавтом Ю.О. Гагаріним. Зробивши один виток навколо Землі та виконавши програму польоту, корабель і космонавт успішно приземлилися, політ тривав 108 хв. Було доведено можливість перебування людини в космосі на спеціально обладнаному кораблі. Вага корабля становила 4725 кг, перигей орбіти — 181 км, апогей — 327 км, період обертання — 89,1 хв.

Космічний корабель «Восток-1», як і 5 наступних кораблів серії виводилися на орбіти в 1961—1963 рр. триступінчатою ракетою-носієм «Восток», створеною в 1959—1960 рр. в ОКБ-1 під керівництвом С.П. Корольова на базі МБР Р-7 з додаванням до неї третього ступеня — РН, що запускала до Місяця перші космічні апарати (КА). Ця «місячна» допрацьована ракета і виводила на орбіту кораблі «Восток». 6 серпня 1961 р. на орбіту виведено космічний корабель «Восток-2» з космонавтом Г.С. Титовим. Тривалість його польоту склала 25,3 години, після чого корабель і космонавт повернулися на Землю. Політ Титова довів можливість перебування людини в космічному кораблі понад доби та збереження при цьому його працездатності на порівняно високому рівні. Крім завдань з керування кораблем і медико-біологічних, Г.С. Титов

провів чимало астрономічних і географічних спостережень. 11 серпня 1962 р. запущений «Восток-3» з космонавтом А.Г. Ніколаєвим, а 12 серпня на близьку до нього орбіту — «Восток-4» з космонавтом П.Р. Поповичем (відстань між кораблями в момент виведення на орбіту «Восток-4» дорівнювало 1,5 км). Під час такого групового польоту космонавти активно працювали, зокрема, вперше вийшли з крісел і «вільно плавали» в кабіні, ведучи при цьому спостереження, контролюючи свою орієнтацію, підтримуючи зв'язок із Землею. Було здійснено передачу зображень з космічних кораблів в широку наземну мережу. Виконавши програму польоту, космонавти 15 серпня успішно приземлилися. Було доведено можливість тривалого перебування космонавтів у пілотованому космічному кораблі, нормальній життєдіяльності та збереження працездатності в умовах невагомості для фізично здорової людини, що пройшла спеціальну підготовку [6].

Розглянутим епохальним досягненням радянської пілотованої космонавтики передувала низка одержаних пріоритетних результатів фундаментального значення. Маються на увазі дані від космічних апаратів серій «Луна» і «Венера». КА «Луна-1» виведений на місячну трасу 2 січня 1959 р., 4 січня пройшов на відстані близько 6000 км від Місяця, вперше отримавши від РН другу космічну швидкість (11,2 км/с), вийшов зі сфери земного тяжіння та став першим штучним супутником Сонця — першою штучною планетою. Маса контейнера з апаратурою становила 361,3 кг. Було одержано відомості про радіаційний пояс Землі та космічний простір.

12 вересня 1959 р. до Місяця стартував КА «Луна-2», який на третій день досяг її поверхні, «жорстко» здійснив посадку при швидкості 3,3 км/с, вперше здійснивши переліт на інше небесне ті-

ло. Дослідження, проведені «Луною-2», показали, що наша найближча космічна сусідка не має магнітного поля й поясів радіації. 4 жовтня 1959 р. запущено КА «Луна-3» з метою продовження досліджень навколосемного і міжпланетного простору, а також фотографування поверхні Місяця, в тому числі її зворотної, невидимої із Землі, сторони. Після проявлення плівки на борту КА одержані зображення за допомогою фототелевізійної системи було передано на Землю, в результаті земляни вперше «побачили» зворотний бік нашої сусідки. Зробивши 11 обертів навколо Землі по дуже витягнутій еліптичній орбіті, «Луна-3» увійшла в щільні шари земної атмосфери і згоріла. 12 лютого 1961 р. запущений перший КА в бік Венери («Венера-1») з метою перевірки методів виведення КА на міжпланетну трасу, з'ясування можливості здійснення наддалекого радіозв'язку та управління апаратом, проведення досліджень в космічному просторі. Інформація від «Венери-1» надходила до 27 лютого, останній сеанс радіозв'язку було проведено, коли вона була на відстані 7 млн. км від Землі [7, 8]. Більш пощастило в дослідженні Венери американському КА «Марінер-2», запущеного до планети 27 серпня 1962 р. з метою дослідження її з пролітної траєкторії, 14 грудня він «пройшов» на відстані 35 тисяч км від Венери. Було одержано інформацію про температуру і склад венеріанської атмосфери, які, зокрема, показали, що поверхня Венери суха й нерівна, планета не має магнітного поля, іоносфери та радіаційного поясу, уточнено її масу [8].

Незважаючи на цей американський успіх, СРСР продовжував утримувати ще кілька років лідерство в ракетно-космічній техніці. Відставання тут США можна пояснити відсутністю у них важких РН, хоч американські МБР було створено не набагато пізніше ра-

дянських. Розглянуті радянські бойові балістичні ракети і ракети-носії на їх основі, космічні апарати та міжпланетні автоматичні станції, що запускалися для дослідження космосу, створювалися під керівництвом С.П. Корольова з його командою головних конструкторів за напрямками: двигуни (В.П. Глушко, А.М. Ісаєв, С.А. Косберг), системи керування (М.О. Пілюгін, М.С. Рязанський), наземне обладнання (В.П. Бармін), гіроскопічні командні прилади (В.Є. Кузнецов), а також багатьма іншими вченими і конструкторами в галузі космонавтики — М.В. Келдишем, Г.Н. Бабакіним, А.А. Благонравовим, В.С. Будником, К.Д. Бушуєвим, В.М. Ковтуненком, В.А. Котельниковим, Б.Н. Петровим, Б.В. Раушенбахом, М.К. Тихонравовим, М.К. Янгелем та ін. [1]. В умовах підвищеної секретності часів холодної війни ці прізвища були закриті, і тільки в офіційних повідомленнях для друку називалися Головний конструктор і Теоретик космонавтики (тепер відомо, що перший — це С.П. Корольов, другий — М.В. Келдиш). Вони і були організаторами радянської ракетно-космічної техніки.

Створені в розглянутий період бойові ракетні комплекси Р-9А ОКБ-1 С.П. Корольова і Р-12, Р-14 і Р-16 ОКБ-586 М.К. Янгеля, забезпечені термоядерними боеголовками, являли собою грізну зброю величезної руйнівної сили і водночас були потужним стримуючим фактором ракетно-ядерному протистоянню з США.

Активно розвивалася в 50-х роках і американська ракетно-космічна техніка. Восени 1948 р. В. фон Брауном розпочато розробку бойової балістичної ракети оперативного-тактичного призначення PGM-11 «Редстоун» з ядерним боезарядом. Вона була прямим розвитком його «Фау-2» і стала базовою для наступних модифікацій сім'ї ракет

«Редстоун». Перший пуск її відбувся 20 серпня 1953 р. з мобільного комплексу, що включав до 10 вантажних автомобілів. Надійшла на озброєння в 1956 р., знята в 1962 р.

Основні тактико-технічні характеристики:

Довжина — 19,2 м

Діаметр корпусу — 1,78 м

Стартова маса — 18,1 т

Маса головної частини — 1 т

Максимальна дальність польоту ~ 500 км

Точність стрільби — 1 км

Потужність ядерного заряду — 1 Мт

Ракета PGM-11 була одноступінчаста, рідинна, з автономною інерційною системою управління. Поступалася за дальністю стрільби радянській ракеті Р-5М, але перевершувала за точністю.

Влітку 1958 р. дві ракети «Редстоун» підняли на висоту 80 км в районі острова Джонстон в Тихому океані атомні боеголовки, які підірвали. Ракети «Редстоун» було також використано в двох суборбітальних польотах (по балістичній траєкторії) корабля-капсули «Меркурій» 5 травня 1961 р. з астронавтом А. Шепардом і 21 липня 1961 р. з астронавтом В.Гріссомом. Тривалість польотів відповідно становила 0,25 години і 0,27 годин, висота підйому — 187 км і 190 км.

Подальшою розбудовою ракети PGM-11 малого радіусу дії (500-600 км) була ракета PGM-19 «Юпітер» — балістична ракета середньої дальності (БРСД), одноступенева, друга БРСД після ракети «Тор». Розроблялася з початку 1954 р. В. фон Брауном, виробник — корпорація «Крайслер», пуски почалися в жовтні 1957 р., прийнята на озброєння в 1958 р. Але першою американською БРСД була ракета PGM-17 «Тор», розроблена і виготовлена корпорацією «Дуглас Ейркрафт», перший успішний пуск її відбувся у вересні 1957 р., прийнята на озброєння в серпні 1958 г. «Тор» і «Юпітер», а також Р-5М були першими бойовими балістичними ракетами середнього радіусу дії.

Основні тактико-технічні характеристики ракет «Тор» і «Юпітер»:

Довжина — 19,8 м 18,3 м
 Діаметр корпусу — 2,44 м 2,67 м
 Стартова маса — 45,4 т 49,9 т
 Маса головної частини — 1 т 0,75 т
 Максимальна дальність — 2400 км 3200 км
 Точність стрільби ~ 3 км 1,5 км
 Потужність термоядерного заряду — 1,44 Мт 1,44 Мт
 Паливо — гас,
 Окислювач — рідкий кисень.

Незабаром ракети «Тор» було поставлено на бойове чергування в Великій Британії, в 1960 р. їх тут розгорнуто 60 з термоядерними боєголовками. На основі «Торів» розроблено американську протисупутникову систему, прийняту на озброєння в 1964 р. Вона могла перехоплювати будь-який орбітальний об'єкт на висоті до 1400 км і на відстані 2400 км. Стояли на бойовому чергуванні в 1958—1963 рр. ракети «Юпітер», які були розгорнуті в Італії і Туреччині (45 ракет). Базування їх в Туреччині викликало занепокоєння радянської сторони, в зв'язку з чим СРСР розмістив свої ракети на Кубі. Це загострило міжнародну обстановку і поставило світ на грань війни («карибська криза»). На початку 1963 р. ракети «Юпітер» було знято з озброєння, оскільки СРСР демонтував свої ракети на Кубі. В результаті США втратили можливість використовувати ракети середньої дальності як стратегічні.

На основі вже згадуваної ракети РГМ «Редстоун» було розроблено триступінчасту ракету «Юпітер-С» для випробування теплозахисту боєголовок. Використовувалася в 1956-1957 рр. в трьох суборбітальних пусках. Її модифікований варіант («Юнона-1») — чотириступінчаста ракета, що виводила на орбіти ШСЗ перші чотири супутники «Експлорер».

Стартова маса «Юнони-1» — 25,4 т
 Маса палива (спирт як пальне і рідкий кисень як окислювач) — 18,1 т

Довжина — 19,2 м

Система керування — інерційна. Три наступні її ступені запускалися в дію

твердопаливними ракетними двигунами і не мали систем керування.

Маса четвертого ступеня — 27 кг.

Корпорацією «Крайслер» було виготовлено «Юнону-2», також чотириступінчасту, перший пуск якої здійснено 6 грудня 1958 р.

Довжина — 23,16 м,
 діаметр корпусу — 2,6 м.

Стартова маса — 54 т,
 корисний вантаж — 45 кг.

У 1958—1961 рр. запущено десять РН «Юнона-2», чотири запуски успішні.

Знову-таки, на базі ракети «Редстоун» під керівництвом В. фон Брауна розроблені ранні представники РН «Сатурн» — «Сатурн-1», «Сатурн-1Б» і «Сатурн-5», перші американські важкі РН для програми «Аполлон» (масами 502 т, 590 т, 2950 т), перший пуск відбувся в 1961 р. Як відомо, РН «Сатурн-5», стартувавши 16 липня 1969 р до Місяця вивела 20 липня на навколomisячну орбіту КК «Аполлон-11» з трьома астронавтами на борту, від якого незабаром відокремилася місячна кабіна з Н.А. Армстронгом і Е.Олдріном і примісячилася, вранці наступного дня астронавти вийшли з спускового апарата і ступили на поверхню Місяця. В результаті цієї події лідерство в освоєнні космосу перейшло до США. Після створення ракет середньої дальності «Тор» і «Юпітер» в США активно почали розроблятися МБР, ними стали перші представники сім'ї ракет «Атлас» і «Титан» — «Атлас А» (SM-65) і «Титан-1». Перший успішний пуск «Атласа-1» проведено 17 грудня 1957 р. Невдовзі ракета стала на бойове чергування, використовувалася як бойова ракета і РН.

Основні тактико-технічні характеристики «Атласа-1»:

Довжина з головною частиною — 26 м

Діаметр корпусу — 3,05 м

Стартова маса — 118 т

Маса головної частини — 1,5—2,8 т

Дальність польоту — 11 000 км
Точність стрільби — 3 км
Потужність термоядерного заряду — 3 Мт

Ракета виконана за полутораступінчастою схемою, її РРД працював на газі і рідкому кисні. Система наведення — радіоінерційна (у перших «Атласів»), у наступних («Атлас-Е» і «Атлас-Ф») — інерційна). З озброєння «Атласи» знято в 1965 р. і в подальшому використовувалися як РН для запуску ШСЗ і КА. 18 грудня 1958 р. РН «Атлас В» вивела на навколосемну орбіту перший супутник зв'язку. РН «Атлас Д» використовувалися в першій американській пілотованій космічній програмі «Меркурій», забезпечивши в 1962—1963 рр. виведення на орбіту ШСЗ чотирьох космічних кораблів «Меркурій» з астронавтами на борту, зокрема, 20 лютого 1962 р. на КК «Френдшип-7» астронавт Дж. Glenn вперше здійснив орбітальний політ тривалістю близько 5 годин, зробивши три витка навколо Землі, і успішно приводнився в океані, де був підібраний есмінцем. Вага корабля становила 1355 кг. Корабель цієї серії «Фейт-7» з космонавтом Г Купером, виведений на орбіту 15 травня 1963 р. здійснив вже 22 витка загальною тривалістю понад 34 годин (вага корабля дорівнювала 1360 кг).

Починаючи з 1960 р. РН «Атлас» стала запускатися в зв'язці з ракетою «Аджена» в якості другого ступеня (двоступенева ракета «Атлас-Аджена»). Корисний вантаж становив близько 4 т. Ця зв'язка використовувалася для запуску супутників радіоелектронної розвідки, а також в програмі «рейджерів» з запуску КА до Місяця (1961—1963) і для запуску «Марінер-2» до Венери тощо.

З 1955 р. розроблялася й друга МБР «Титан-1» — перший представник великої сім'ї ракет як підстраховка у випадку невдачі з реалізацією «Атласа».

Основні тактико-технічні характеристики «Титана-1»:

Довжина — 31 м
Діаметр корпусу — 3,1 м
Стартова маса — 105,14 т
Маса головної частини — 1,5—2,7 т
Максимальна дальність польоту — 10 200 км
Точність стрільби — 2,2 км
Тип головної частини — моноблочна
Кількість бойових блоків — 1
Потужність ядерного заряду — 1,45 Мт

На відміну від «Атласа-1» ракета «Титан-1» була двоступінчастою. Система керування — інерційна. Паливо — газ, окислювач — рідкий кисень. Для МБР «Атлас-1» і «Титан-1» вперше застосовано шахтний спосіб базування. Вони розміщувалися в шахтних колодязях у вертикальному положенні з попередньо заправленим паливом (до 1962 р. близько 90% американських ракет розміщувалися в шахтних сховищах). Перший запуск «Титана-1» відбувся в лютому 1959 р., ракета стала на озброєння в 1960 р., знята в 1965 р. Наступною МБР була «Титан-2», значно модернізована, зокрема, мала максимальну дальність польоту — 15000 км, стартову масу — 154 т, вагу що закидається — 3,7 т, потужність ядерного заряду — 9 Мт. Перша американська МБР на висококипячому паливі, що скорочувало час підготовки запуску до 60 с. Перший запуск проведено 12 березня 1962 р., в 1963 р. прийнята на озброєння, відразу ж близько 50 ракет були розгорнуті та склали основу наземних стратегічних ядерних сил США (з 1982 р. стали зніматися з бойового чергування, остання ракета «Титан-2» виведена з шахти в 1987 р.). Як РН «Титан-2» використовувався в 1965—1966 рр. для виведення на навколосемну орбіту двомісного космічного корабля «Джеміні».

«Титан-3» являв собою триступінчасту ракету, вперше запущена в лютому 1959 р., прийнята на озброєння в 1960 р. Останнім з сім'ї «Титанів» був «Титан-4», запущений в 1989 р. Вартість проекту з його створення становила 32,6 млрд. доларів США (в нинішніх цінах),

вартість останнього запуску в 2005 р. — 1,3 млрд доларів, кожна РН «Титан-4» коштувала близько 400 млн. доларів.

Розроблялися також крилаті ракети «Снарк» і «Навахо» міжконтинентальної дальності. Досягнуті успіхи в ракетно-космічній техніці США в основному пов'язують з іменами В. фон Брауна, У. Пікерінга і Дж. Ван Аллена, хоча «за кадром» залишилося ще багато вчених і конструкторів цієї галузі, які працювали у фірмах і інститутах, а також в закритих організаціях.

Космічна програма США здійснювалася Національним управлінням з аеронавтики й дослідження космічного простору (НАСА), створено в 1958 р., Міністерством оборони США, низкою університетів і інститутів, а також компаній, з якими НАСА укладає договори на виконання дослідних та проектно-конструкторських розробок. У 1962 р. НАСА уклала угоду з космосу з АН СРСР.

У 1962 р. американською РН «Тор-Дельта» виведено на навколосезні орбіти перший англійський ШСЗ

«Аріель-1» і перший канадський «Алует-1».

В результаті в кінці розглянутого періоду СРСР відставав від США в ракетно-ядерному балансі сил, що проявлялося як в загальній кількості МБР, за якими США в 1962 р. мали семиразову перевагу, так і в тактико-технічних характеристиках своїх важких ракет порівняно з «Титаном-2». Тому для СРСР необхідно було не тільки наростити кількість МБР, а й створити важку ракету, здатну нести надпотужний термоядерний заряд. У зв'язку з цим в основних ракетних центрах СРСР почалися розробки важких МБР, які можна було б використовувати також в якості ракет-носіїв для запуску ШСЗ, орбітальних станцій, космічних кораблів і апаратів, що вимагало величезних фінансових витрат, але водночас зумовлювало й прогрес багатьох напрямів науки і техніки. Почала в цьому брати участь і Україна — її флагман ракетно-космічної техніки КБ «Південне» із суміжниками [12, 14].

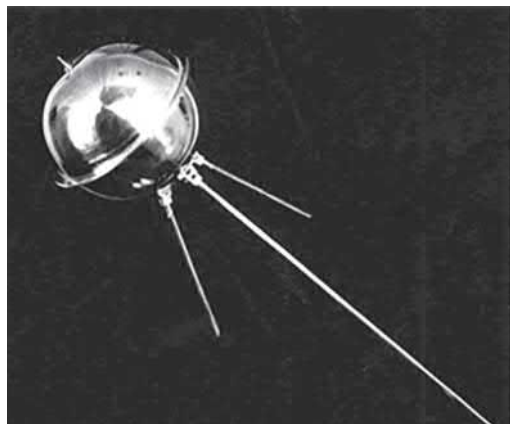
Ю.О. Храмов

Розробки ракет-носіїв і космічних апаратів в Україні в 1962—1991 рр.

Перші розробки ракет-носіїв в КБ «Південне» розпочато в 1956 р., коли йому доручили підстрахувати ОКБ-1 С.П. Корольова при створенні штучного супутника Землі [12-14]. Для його запуску передбачалося використовувати космічну РН, яка могла бути створена на базі вже існуючої бойової балістичної ракети Р-12, що істотно скоротило б терміни і вартість створення самого космічного ракетного комплексу, а також спростило його експлуатацію.

Після запуску 4 жовтня 1957 р. першого ШСЗ це питання відпало. Однак в КБ під керівництвом В.М. Ковтуненка тривали розробки двоступінчастого носія на базі бойової ракети Р-12 з новим двигуном В.П. Глушка — РД-119, а також власного супутника [15].

Ескізний проект першого космічного ракетного комплексу було завершено в квітні 1960 р., РН якого отримала назву «Космос». У його створенні взяли участь також конструктори відділу 10. Особливостями «Космосу» були простота в конструкції і дешевизна виготовлення. Цією РН можна було виводити космічні апарати вагою до 450 кг на



Космічний апарат ДС-2 («Космос-1»)

полярну орбіту, стартова маса самої РН становила 109 т.

З початком проектних робіт над РН виникло питання про створення для нього «корисного навантаження», тобто космічних апаратів, які будуть виводитися на орбіту ШСЗ. Перші роботи почалися в кінці 50-х рр. в проектному відділі 3 (начальник відділу В.М. Ковтуненко [15]), в секторах головних частин Ю.О. Сметаніна і перспективних розробок М.І. Кормильцева. Трохи пізніше до цих робіт залучено відділи 11 (М.Б. Двінін), 14 (А.І. Скворцов), а також випробувальні підрозділи [12, 13]. При цьому необхідно було вирішити низку нових завдань, пов'язаних з невагомістю, впливом вакууму та радіації, тривалими термінами активного існування в автоматичному режимі, сполученням різнорідних апаратурних комплексів, взаємодією з наземними пунктами та центрами керування й контролю, прийомом і обробкою інформації та ін. До кінця 1960 р. в КБ створено спеціалізовані підрозділи для космічних розробок: проектний відділ 32 з космічної техніки під керівництвом Ю.О. Сметаніна, відділ 27 з комплексної електричної ув'язки космічних апаратів (начальник відділу В.І. Данельській).

Безпосереднє керівництво новим напрямом робіт здійснював В.М. Ковтуненко, призначений заступником Головного конструктора КБ. Активну участь в роботах по створенню перших супутників, крім названих вище керівників, брали В.І. Талан, В.А. Пашенко, В.А. Величкін, П.А. Латайко, А.М. Попель, П.П. Плешаков, Г.П. Ліванов, І.Л. Лось, В.Ф. Руденко, С.С. Кавелін, А.С. Петренко, Г.А. Шаповалова, В.Ф. Зубенко, В.М. Харламов, В.І. Руцький та ін. [12, 13].

8 серпня 1960 р. вийшла Постанова ЦК КПРС і Ради Міністрів СРСР «Про створення ракети-носія 63С1 на базі бойової ракети Р-12, розробку і запуск 10 малих штучних супутників Землі». Відповідно до неї було розпочато розробку і виготовлення малих ШСЗ військового призначення. Зокрема, постановою передбачалося створення 10 космічних апаратів, що запускаються за допомогою РН 63С1, з них чотири мали розроблятися ОКБ-1. Супутники розробки КБ «Південне» мали індекс «ДС» («дніпропетровський супутник»). Перший супутник ДС-1 оснащувався цільовою апаратурою наукового призначення, решта (ДС-А1, ДС-К8, ДС-П1) були подвійного призначення, поряд із завданнями для Міністерства оборони СРСР здійснювали також дослідження для інститутів АН СРСР. У НДІ-4 Міністерства оборони СРСР в 1961 р. створено ескізний проект «Розробка та створення комплексу засобів вимірювання та управління для забезпечення льотно-конструкторських випробувань комплексу 63С1, запуску малих штучних супутників Землі та комплексу 65С3 на базі виробу 8К65». Розробка РН доручалася КБ «Південне». Для неї на полігоні Капустин Яр було побудовано експериментальну шахтну пускову установку «Маяк-2».

Перший космічний апарат ДС-1, створений в Дніпропетровську, важив 160 кг. Він грав роль своєрідного «першого супутника» для нового носія і призначався в основному для підтвердження заданих тактико-технічних характеристик РН, а також перевірки працездатності нової бортової апаратури в умовах космічного простору. Його пуск конкурс відбувся 27 жовтня 1961 р. і виявився аварійним — через збої в роботі датчика регулятора швидкості система керування функціонувала нестійко. Супутник на орбіту не вийшов.

21 грудня того ж року стартувала друга ракета з другим супутником ДС-1. Перший ступінь відпрацював нормально, але РРД другого ступеня вимкнувся за 5 с до програмного часу. Було прийнято рішення продовжити льотно-конструкторські випробування на третьому носії, терміново виготовивши для цього новий супутник, якому ставилося мінімальне завдання — констатувати факт виходу на орбіту й проведення, по можливості, зондування іоносфери та атмосфери радіовипромінювання на фіксованих частотах. Такий супутник під назвою ДС-2 було спроектовано і виготовлено протягом двох місяців. Він мав масу 47 кг, являв собою сферичний контейнер зі стержневими антенами, зовні нагадував перший радянський ШСЗ, був забезпечений передавачем системи «Маяк» з живленням від акумуляторних батарей. Пуск РН 63С1 16 березня 1962 р. (третій) пройшов успішно і супутник ДС-2 — перший діючий космічний апарат розробки КБ «Південне» вийшов на орбіту.

Космічний апарат ДС-2 під назвою «Космос-1» став родоначальником величезної сім'ї різноманітних космічних апаратів. З 16 березня 1962 р. в КБ проводився відлік усіх запусків ШСЗ власної розробки [12-15]. Наприкінці 1962 р. носієм 63С1 було виведено на орбіту ще три космічні апарати розробки КБ «Південне»: ДС-П1 («Космос-6», 30 червня), ДС-К8 («Космос-8», 18 серпня), ДС-А1 («Космос-11», 20 жовтня), а також три малих супутника розробки ОКБ-1. Пуски РН зі стартової позиції «Маяк-2» тривали до кінця 1964 р. Наукові дослідження навколоземного простору продовжили інші апарати, які мали спеціальну апаратуру.

Так, «Космос-8» (ДС-К8 №1) став першим спеціалізованим апаратом для дослідження метеорної речовини в навколоземному просторі. У 1962—1963

рр. розроблено ще два наукових ШСЗ ДС-МР і ДС-МТ відповідно для дослідження магнітного поля Землі та варіацій інтенсивності космічних променів.

У 1960 р. конструктори КБ приступили до розробок потужнішого космічного ракетного комплексу — «Інтеркосмос». Тут як перший ступінь використано бойову балістичну ракету Р-14. Ракета «Інтеркосмос» могла вивести на полярну орбіту близько 1,5 т корисного вантажу. У 1962 р. розробки по програмі «Інтеркосмос» передано філії КБ у Красноярську (головний конструктор М.Ф. Решетньов). Перший пуск РН «Інтеркосмос» відбувся 28 серпня 1964 р. з космодрому Байконур.

У 1963 р. в КБ «Південне» представлено проект уніфікованих ШСЗ, що дозволяло для різних супутників використовувати однакові корпуси, один і той же набір службових систем — схему керування бортовою апаратурою, систему енергозабезпечення та ін. Таким чином, можна було налагодити серійне виробництво супутників та їх комплектуючих елементів, а також використовувати єдину випробувальну базу. При цьому здешевлювалося й виготовлення космічних апаратів. В кооперації з низкою інститутів в КБ було створено космічні системи з супутниками для оборонних цілей (ДС-К8, ДС-К40, 11Ф619, 11Ф616М). У 1963 р. на Південмаші створено відділ космічного виробництва (начальник В.С. Соколов). За допомогою космічних апаратів модифікацій ДС-У1 і ДС-У2 проведено значний обсяг різних наукових досліджень — вивчення параметрів атмосфери та їхнього зв'язку з сонячною активністю (супутники ДС-У1-А, ДС-У1-Г, ДС-У2-ГК, ДС-У2-ДКА), іоносфери та її впливу на проходження радіохвиль (ДС-У1-ІК, ДСУ2-І, ДСУ2-ІК, ДСУ2-ІП), потоків заряджених частинок різних енергій і сплесків космічного випромінювання

в різних спектральних діапазонах (ДС-У1-Р, ДС-У1-Я, ДС-У2-Д, ДС-У2-К), магнітного поля Землі (ДС-У2-МГ), геліофізичні дослідження (ДС-У2-ГФ) тощо. Вага космічних апаратів серій ДС-У1 і ДС-У2 становила від 230 до 310 кг, термін активного існування — від півтора-двох місяців (У1-А, У1-Г, У1-ІК, У1-Р, В2-ГК, У2-МГ, У2-МТ) до чотирьох-шести (У2-ДКА, У2-ГФ, У2-Д, В2-І, В2-ІП, У2-МП). До середини 1964 р. КБ розроблено ескізний проект нового уніфікованого космічного апарата ДС-У3, який став базовим при створенні ДСУ3-ІК і ДСУ3-С для дослідження Сонця. З запуском 14 жовтня 1969 р. ШСЗ ДС-У3-ІК №1, відомого як «Інтеркосмос-1», радянська космонавтика увійшла в еру міжнародної співпраці в дослідженні космосу [13]. На багатьох вітчизняних космічних апаратах почали встановлювати апаратуру з інших країн. Було розроблено спеціалізовані космічні апарати за програмами міжнародного співробітництва. Серед дніпропетровських це був ДС-У2-ДКА («Ореол-1» і «Ореол-2»), створений в межах спільної радянсько-французької програми «Аркад» при безпосередній участі як радянських фахівців, так і співробітників французького Центру з вивчення космічного випромінювання в м. Тулуза (згодом в CNES).

24 серпня 1965 р. вийшла постанова Уряду про створення ракети Р-36, яка б забезпечила вивід на необхідну орбіту космічного апарата масою до трьох тонн з високою готовністю до пуску. Бойова ракета Р-36 орбітального варіанта, по суті, вже була космічним носієм, але в той період її льотні випробування тільки починалися. Тому, зважаючи на терміновість завдання, ескізний проект ракети-носія було розроблено на базі обох варіантів ракети Р-36 (балістичного й орбітального), які отримали позначення 11К67 і 11К69. Це дозволило

розпочати льотно-конструкторські випробування ракети Р-36 — проміжного варіанта з супутниками систем розвідки і протикосмічної оборони — майже на два роки раніше.

У 1965 р. почалася доробка ракети 8К67 під космічний носій — встановлення нових елементів конструктивного, електричного та пневмогідралічного стикування ракети з космічними апаратами, а також заміна частини бортових приладів системи керування на прилади, взяті з системи керування ракети 8К69. Крім того, проводилося доопрацювання агрегатів наземного стартового комплексу. До 1967 р. весь обсяг доробок по ракеті та стартовому комплексу завершено, і ракета-носій з індексом 11К67 («Циклон») вийшла на льотні випробування. Для проведення випробувань ракети-носія й запусків космічних апаратів на Байконурі було створено п'ять випробувальне управління на чолі з полковником П.С. Батурином. Технічним керівником випробувань був провідний конструктор комплексу Л.Д. Кучма, його помічником — провідний конструктор В.Н. Дівляш. Протягом 1967—1968 рр. на розрахункові орбіти виведено п'ять космічних апаратів «системи винищувач супутників» — три апарати мішені та два прототипи космічних апаратів винищувач супутників.

В 1965—1967 рр. у КБ «Південне» створено супутник, який отримав згодом назву «Космічна стріла». З його допомогою можна було проводити оптичне зондування атмосфери Землі з космосу з метою визначення її будови та стану. З серпня 1969 р. почалися пуски ракети-носія 11К69, що отримала згодом назву «Циклон-2», з космічним апаратом-винищувачем супутників вітчизняної системи протиракетної оборони. Для цієї ракети було створено автоматизований стартовий комплекс під керівництвом Головного конструктора

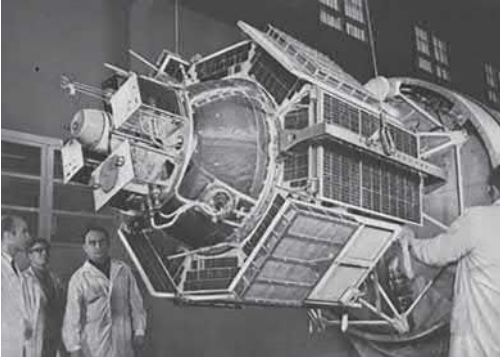


Космічний апарат «Ореол» (ДС-У2-ДКА)

КБ транспортного машинобудування В.Н. Соловійова. Для відпрацювання системи винищувача супутників використовувалися найпростіші супутники комплексу «Ліра» (також розробки КБ «Південне»), які запускалися носіями 11К65М з космодрому Плесецьк.

У 1971 р. серією з трьох випробувань продемонстровано можливість перехоплення орбітальних об'єктів на висотах до 1000 км. Успішне їх завершення дозволило в 1973 р. прийняти в експлуатацію комплекс-винищувач супутників і допоміжний комплекс «Ліра». Всього в період з 1969 по 1982 рр., з метою протидії космічним об'єктам, ракетами-носіями 11К69 було виведено три космічних апарати-мішені і 18 космічних апаратів-перехоплювачів. Космічний комплекс з ракетою 11К69 був прийнятий у дослідну експлуатацію та на озброєння. Ракета-носій 11К69 («Циклон-2») є одним з найнадійніших космічних носіїв легкого класу в світі — понад сотні польотів без єдиної аварії.

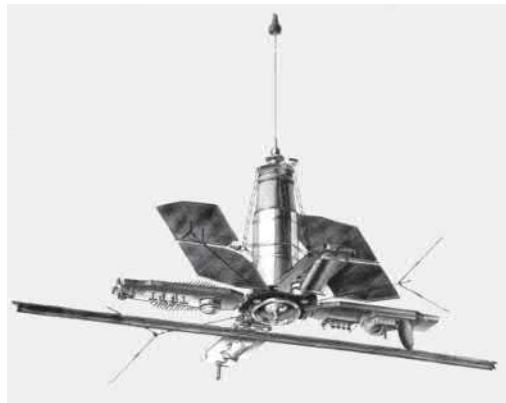
У 1966 р. в КБ «Південне» вирішили створити РН з більш високими енергетичними можливостями для запуску космічних апаратів УСК-МО систе-



Космічний апарат «Інтеркосмос»

ми раннього виявлення запуску балістичних ракет. Так РН незабаром було створено на базі орбітального варіанта ракети Р-36 із застосуванням розгінного ступеня, яка отримала індекс С5М, а сама РН — індекс 11К68 («Циклон-3»). У якості першого та другого ступеня використовувалася (з незначними доробками) ракета 8К69, а розгінний ступень виконано на базі серійної орбітальної головної частини 8Ф021 [12]. Після розробки ракетного комплексу настала майже десятирічна вимушена «пауза», пов'язана з тим, що космічний апарат УСК-МО, для якого РН в першу чергу призначалася, перейшов на потужніший носій. Знадобився тривалий час, щоб перевести космічний апарат радіотехнічного спостереження «Цілина-Д» з носія 8А92М на РН «Циклон-3». Перший пуск РН з цим космічним апаратом відбувся 28 червня 1978 р., після чого запуски «Цілини-Д» йшли паралельно на обох носіях, і тільки з 23 квітня 1983 р. «Цілина-Д» повністю «утвердилася» на РН «Циклон-3». У 1980 р. космічний ракетний комплекс «Циклон-3» прийнято на озброєння з космічним апаратом «Ціліна-Д», а його творці удостоїлися високих урядових нагород. Лауреатами Ленінської премії стали Б.І. Губанов та В.Г. Команов, Державної премії СРСР — В.Ф. Ут-

кін і А.А. Михалець. Надалі космічний ракетний комплекс «Циклон-3» приймався в експлуатацію в складі систем «Метеор» (1982), «Муссон» (1985) і «Стріла» (1991). У зв'язку з необхідністю запуску шести супутників системи «Стріла-3» однією РН, розробником системи управління розгінного ступеня проведено її модернізацію. Всього було вироблено 122 пуски «Циклона-3», з них успішних — 117. У 1969 р. розпочато розробки досконалішого космічного комплексу, який отримав назву «Зеніт». Спочатку його основою були бойові ракети Р-36, пізніше досліджувалася можливість використання на ракетах нетоксичних компонентів палива. РН «Зеніт» сконструйована за двоступінчастою схемою. Стартова маса ракети 450 т. Для виведення космічного апарата на високі кругові орбіти передбачено тривалий час роботи двигуна керування. Космічний комплекс «Зеніт» базувався на космодромі «Байконур». Перший успішний пуск РН «Зеніт» відбувся 13 квітня 1985 р., призначалася для виведення комерційних і дослідницьких космічних апаратів на орбіти ШСЗ і відлітні траєкторії до планет Сонячної системи. Розробки було розпочато під керівництвом В.Ф. Уткіна [16, 17] і успішно продовжено після його перехо-



Космічний апарат «Океан-О1»

ду в Москву в 1991 р. С.Н. Конюховим [12-14].

У 1976 р. розпочато розробки РН «Енергія» космічного комплексу «Енергія-Буран». У ній було застосовано нову модифікацію алюмінієвого сплаву, який міг витримувати значні навантаження, що виникають при польоті ракети. Перший старт ракети-носія з вантажним відсіком відбувся з космодрому Байконур 15 травня 1987 р. а з орбітальним кораблем — в 1988 р. Виготовлення та

серійний випуск названих вище ракет, ракетних комплексів, РН і космічних апаратів різного призначення проводилися на Південному машинобудівному заводі (О.М. Макаров, Л.Д. Кучма, Ю.С.Алексєєв), в їх розробці брали участь також значне кількість суміжних організацій і академічних інститутів.

Працівники КБ

Література.

1. Космонавтика. Энциклопедия. — М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1985.
2. Волков Е.Б., Филимонов А.А., Бобырев В.Н., Кобяков В.А. Межконтинентальные баллистические ракеты СССР (РФ) и США. История создания, развития и сокращения. — М., 1996.
3. Советская космическая инициатива в государственных документах. 1946 — 1964 гг.. — М: РТСофт, 2008.
4. Задача особой государственной важности. Из истории создания ракетно-ядерного оружия и Ракетных войск стратегического назначения (1945–1959). Сборных документов. — М.: Российская политическая энциклопедия, 2010; Российская космонавтика в архивных документах. — М.: Родина МЕДИА, 2011. — 2 кн.
5. Ньютон И. Математические начала натуральной философии. — М.: Наука, 1989.
6. Мировая пилотируемая космонавтика. История. Техника. Люди. — М.: Изд-во «РТ Софт», 2005.
7. Освоение космического пространства в СССР (1957–1967). — М.: Наука, 1971.
8. Храмов Ю.О. Путівник по космосу. — 2-е вид. — К.: Вид-во «Радянська школа», 1972.
9. Творческое наследие академика С.П. Королёва. — Избранные труды и документы. — М.: Наука, 1980.
10. Келдыш М.В. Избранные труды. Ракетная техника и космонавтика. — М.: Наука, 1985. — Т. 4.
11. Scienziati e Techologi contemporanei. — Milano: Arnoldo Mondadori Editore, 1974. — 3 vol.
12. Ракеты и космические аппараты Конструкторского бюро «Южное». — Днепропетровск: ГKB «Южное», 2000.
13. Призваны временем. От противостояния к международному сотрудничеству. — Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2004.
14. Шестьдесят лет в ракетостроении и космонавтике. — Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2014.
15. Вячеслав Михайлович Ковтуненко. — НПО им. С.А. Лавочкина, 2011.
16. Владимир Федорович Уткин. Жизнь во славу Отечества. — М.: ЦНИИмаш, 2013.
17. Генеральный конструктор. Книга о В.Ф. Уткине. — М.: ЦНИИмаш, 2003; Уткин. Звезды Генерального конструктора. — Днепропетровск: КБ «Южное», 2013.
18. Україна космічна. Фотоальбом. — К.: Спейс-Інформ, 2008.
19. Конструкторское бюро «Южное». Люди и ракеты. Фотоальбом. — Днепропетровск: КБ «Южное», 2014.
20. Космический лидер. — К.: Изд-во «Феникс», 2014.

Власне двигунобудування

У 1958 р., у складі КБ «Південне» створено спеціалізоване двигунне конструкторське бюро КБ-4. Перед колективом двигунобудівників було поставлено завдання — у найкоротші терміни створити рульові двигуни для нової МБР 8К64, яку розробляло тоді КБ. Крім цього, до завдання було залучено також конструкторський супровід виготовлення, випробувань та експлуатації всіх маршових двигунів, які виготовляли на Південмаші, а розробляли інші КБ.

Після успішного вирішення завдання з розроблення рульових двигунів були розробки нових не тільки рульових, але й маршових двигунів для верхніх ступенів МБР. Усі МБР і РН, які створило КБ «Південне», були обладнані РРД власної розробки.

На початку 60-х років двигунобудівники КБ з науковою підтримкою науково-дослідних інститутів почали впроваджувати в практику створення РРД, що працюють за замкненою схемою з допалюванням генераторного газу в камері згоряння. Застосування цієї схеми дало можливість підвищити енергетичні характеристики двигуна на 10-12 %. Спеціалісти КБ «Південне» активно освоїли нову схему та створили низку РРД, які працювали за цією схемою. Зокрема, розроблено маршові двигуни РД857 (1970 р.) і РД862 (1975 р.) для других ступенів МБР, що працювали на самозаймистих компонентах палива за замкненою схемою, а також киснево-гасовий рульовий двигун РД-8 (1985 р.) для другого ступеня РН «Зеніт».

Рідинні ракетні двигуни

Рульові двигуни. Розроблення рульових двигунів для керування польотом першого та другого ступенів МБР Р16

(8К64) по всіх каналах стабілізації було першою і постійною (але не єдиною) тематикою створеного в структурі КБ «Південне» спеціалізованого конструкторського бюро рідинних ракетних двигунів КБ-4. Первістками його стали рульові двигуни РД851 (8Д63) першого ступеня і РД852 (8Д64) другого ступеня МБР Р16 (8К64). В подальшому спеціалісти КБ-4 розробили рульові двигуни РД855 (8Д68) і РД856 (8Д69) для керування польотом першого і другого ступенів МБР Р36 (8К67, 8К68) і РН «Циклон» (11К68, 11К69), рульовий двигун РД863 (15Д167) для керування польотом першого ступеня МБР УР 100 (15А15) і рульовий двигун РД8 (11Д513) для керування польотом другого ступеня РН «Зеніт» (11К77).

Для забезпечення керування польотом по всіх каналах стабілізації рульові двигуни було укомплектовано чотирма камерами, установленими в площинах стабілізації з можливістю хитання кожної в одній площині.

Усі рульові двигуни виконано з турбонасосною системою подачі компонентів палива. Робоче тіло турбіни турбонасосного агрегата (ТНА) — газ, утворюваний в газогенераторі під час згоряння основних компонентів палива. Усі рульові двигуни, крім РД8, працюють на висококиплячих самозаймистих компонентах палива. Двигун РД8 працює на криогенному несамозаймистому паливі (гас — рідкий кисень), тому він поряд з багатьма принципово однаковими схемними та конструктивними рішеннями, має ряд наведених нижче відмінностей від інших рульових двигунів:

для займання компонентів палива в газогенераторі й камері двигуна РД8 застосовують хімічне запалювання з

використанням при запуску третього компонента палива – пускового палива ПП-2;

двигун РД8 вперше в практиці двигунобудування для цього класу двигунів виконано за схемою з допалюванням окиснювального (кислого) генераторного газу в камері двигуна, чим досягнуто підвищення економічності двигуна й стійкості робочого процесу в камері двигуна, інші рульові двигуни працюють за схемою без допалювання генераторного газу;

у двигуні РД8 розкручування ротора ТНА під час запуску здійснює пневмостартер, що працює на пускову турбінку. Як робоче тіло пускової турбіни використовують гелій. В інших двигунах розкручування ротора ТНА під час запуску здійснює піростартер на твердому паливі, що працює на основну турбінку.

Всі рульові двигуни обладнано опорами і вузлами підведення компонентів палива до поворотних камер двигунів. При цьому камера двигуна РД8, що працює на рідкому паливі й окиснювальному генераторному газі, обладнана вузлами підведення пального і генераторного газу, камери інших двигунів – двокомпонентними вузлами підведення рідких компонентів палива. Рульові двигуни збирають на силовому кільці ступеня РН, при цьому реалізовано три типи конструвань двигунів у ступені:

камери двигунів РД851, РД852, РД855, РД856 МБР Р16, Р36, РН «Циклон» встановлено в карманах хвостових відсіків ступенів ракети, розташованих із зовнішньої сторони;

вузли й агрегати двигуна РД863 МБР УР100, включаючи камери двигуна, кріпляться на хвостовому відсіку першого ступеня всередині відсіку так, щоб забезпечити автономне, незалежне від маршового двигуна, збирання рульового двигуна;

камери двигуна РД8 установлені в карманах хвостового відсіку другого ступеня РН «Зеніт» із внутрішньої сторони відсіку, інші агрегати двигуна монтують на хвостовому відсіку із внутрішньої сторони.

Усі рульові двигуни одноразового ввімкнення, модифікований варіант двигуна РД8 дозволяє здійснювати дворазовий запуск. Двигуни, однорежимні, крім двигуна РД851, який перед вимиканням протягом 5 с працює в дросельовальному режимі для зменшення імпульсу післядії тяги.

Зупинення усіх двигунів здійснюється командою від системи керування. У модифікованому варіанті двигуна РД8 вимкнення двигуна можна проводити після витрачення палива з баків ракети, що підвищує енергетичні можливості РН. Усі рульові двигуни, крім двигуна РД8, мають у своєму складі агрегати системи наддування баків окиснювача і палива РН, що містять газогенератори наддування баків окиснювача і змішувачі для одержання газу наддування баків палива. Двигуни РД8 і РД863 обладнано системами підтримання тиску (СПТ), двигун РД8 – системою регулювання секундних витрат компонентів палива. В двигуні РД8 установлено сигналізатор тиску системи безпеки носія, який видає команду на аварійне вимикання двигуна під час зниження тиску в камері двигуна нижче заданої межі.

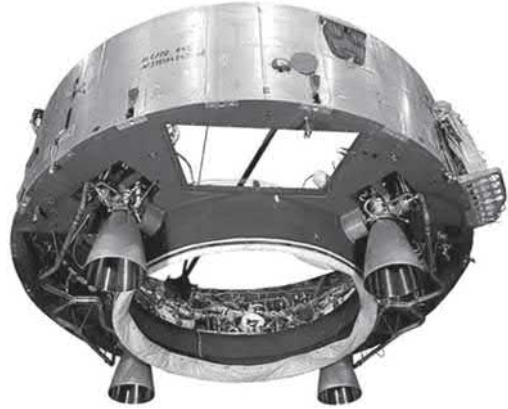
На збирання РН кожний двигун РД8 надходить після проведення вогневого контрольно-технологічного випробування без подальшого розбирання. Для видалення залишків палива з трактів двигуна і його агрегатів спеціалісти КБ «Південне» і ПМЗ розробили термовакуумний метод обробки двигуна після вогневих випробувань. Камери двигунів РД851, РД852, РД855, РД856 конструктивно подібні, являють собою паяно-зварні конструкції циліндрично-

го типу з плоскою змішувальною головою. Компоненти палива впорскуються в камеру через однокомпонентні відцентрові форсунки. Розташування форсунок змішане: у центрі – шахове, на периферії – по концентричних колах. У периферійному останньому ряді розташовано форсунки палива для організації внутрішнього охолодження корпусу камери. Корпуси камер виконано у вигляді двох оболонок – зовнішньої оболонки і внутрішньої стінки, з'єднаних гофрованими проставками за допомогою паяння. Зовнішнє охолодження камер здійснює паливо.

Турбонасосні агрегати складаються з двоступінчастої турбіни і відцентрових насосів палива й окиснювача. Упорний підшипник насоса палива і шарикопідшипник, який сприймає тільки радіальні зусилля, охолоджуються і змазуються компонентами палива, це ще було новим у ракетній техніці.

Газогенератор ТНА двигунів являє собою нероз'ємну конструкцію, основними елементами якої є змішувальна головка і камера згоряння. Усі форсунки – відцентрові, шнекові. Корпуси газогенераторів двигунів РД851, РД852 – охолоджені, газогенераторів двигунів РД855, РД856 – неохолоджені. Камера рульового двигуна РД863 ракети УР 100 є модифікованою камерою двигуна РД861 РН11К68 («Циклон»).

На відміну від камер згоряння двигунів РД854 і РД861, блок сопла камери двигуна РД863 являє собою паяну трубчасту конструкцію, складену з однієї секції профільованих сталевих трубок прямокутного змінного по довжині прохідного перерізу з сталю товщиною стінки (0,3 мм). У камері ефективні регенеративне і внутрішнє охолодження. Високу ефективність регенеративного охолодження досягнуто застосуванням біметалевої внутрішньої стінки (сталь + бронза) і спірального оребрення вну-



Установка рульового двигуна РД8 на кишенях хвостового відсіку другої ступені РН «Зеніт» з внутрішньої сторони відсіку

трішньої стінки в гідравлічному тракті. Змішувальну головку укомплектовано двокомпонентними відцентровими форсунками та антипульсаційною перегородкою.

Газогенератор ТНА двигуна РД863 являє собою паяно-зварну конструкцію, складену зі змішувальної головки з відцентровими форсунками та охолоджуваної камери згоряння. Особливістю конструкції газогенератора є застосування в ньому проточного демпфера,



Установка рульового двигуна РД863 на кишені відсіку першої ступені МБР МР-УР100

встановлюваного вздовж внутрішньої стінки камери згоряння для забезпечення стійкості робочого процесу щодо високочастотних коливань тиску. Турбонасосний агрегат двигуна РД863 конструктивно подібний ТНА двигунів РД853 і РД855.

Окиснювальний газогенератор двигуна РД8 також має високу стійкість робочого процесу та надійність. Робочий процес у газогенераторі організовано за двозонною схемою. ТНА двигуна РД8 складається з відцентрових насосів палива першого і другого ступенів, відцентрового насоса окиснювача та газової турбіни.

Розроблені КБ перші двигуни РД851 РД852 МБР Р16 та їх агрегати були настільки досконалі й надійні, що їх з мінімальною модифікацією було використано в рульових двигунах РД855 і РД856 для МБР Р36 і РН серії «Циклон». Завдяки високій науково-технічній досконалості та надійності, двигун РД8 було застосовано в різних міжнародних проєктах, при цьому в ряді випадків було проведено його модернізацію.

Основний і резервний двигуни посадково-зльотного блока. Основний двигун РД858 і резервний РД859 блока Е РН 11А52 (Н1) призначено для здійснення м'якої посадки на поверхню Місяця, й виведення місячного корабля на еліптичну орбіту штучного супутника Місяця. Двигун РД858 – автономний, однокамерний, дворежимний, дворазового вмикання з глибоким дроселюванням по тязі, з турбонасосною системою подачі самозаймистих компонентів палива, виконаний за схемою без допалювання генераторного газу.

При першому вмиканні, під час посадки на Місяць, двигун працює в основному режимі (ОР) і режимі глибокого дроселювання (ДР), за другого вмикання, під час зльоту з Місяця, тільки на основному режимі.

Робоче тіло турбіни ТНА – газ, утворений в газогенераторі під час згоряння основних компонентів палива. Розкручування ротора ТНА під час запуску здійснюють порохові стартери, які працюють на основну турбіну.

Вимикання двигуна забезпечує система керування спрацюванням нормально відкритих піроклапанів. Двигун оснащено системами регулювання тяги й підтримання співвідношення секундних витрат компонентів палива. Має датчики контролювання роботи двигуна, які здійснюють обмеження за діапазоном зміни тиску в камері згоряння на кожному з режимів роботи.

Основний двигун РД858 і резервний РД859 монтують на загальній силовій рамі, за допомогою якої блок двигунів прикріплюють до нижнього шпангоута бака. Двигун РД858 складається з камери двигуна, турбонасосного агрегату, рідинного газогенератора, блока стартерів, блока порохових акумуляторів тиску, рами кріплення двигуна до бака, агрегатів автоматики, трубопроводів. Його вузли та агрегати двигуна монтують на камері двигуна і силовій рамі блока. У середній частині сопла камери двигуна є силовий пояс, до якого приварюють раму блока двигунів.



Блок двигунів РД858 і РД859

Для підвищення жорсткості п'яти рами з'єднано горизонтальними стержнями з головкою камери двигуна і разом з основними стержнями утворюють тверду зварну ферму. Вихлопні сопла, що відводять відпрацьовані гази після турбіни, розташовані симетрично щодо осі установки. Камера двигуна працює в двох режимах, забезпечуючи вперше в галузі дроселювання тяги у 4,2 рази в штатних умовах роботи двигуна. У процесі відпрацювання працездатність камери підтверджена під час восьмиразового дроселювання тяги. Для забезпечення широкого діапазону зміни тяги камери, високої економічності і стійкості робочого процесу та надійного охолодження в ній реалізовано ряд схемних та конструктивних заходів:

застосовано змішувальну головку з двокомпонентними відцентровими форсунками, дефлектором та антипульсаційною перегородкою;

для зовнішнього регенеративного охолодження корпусу камери використовують обидва компоненти палива;

для внутрішнього охолодження середньої частини корпусу камери застосовано пояс завіси палива;

всі внутрішні стінки корпусу камери являють собою оболонки з виконаними на їхній зовнішній поверхні канавками для регенеративного охолодження, на внутрішній стінці циліндра канавки гвинтові сталої геометрії. На внутрішній стінці середньої частини вперше виконано канавки зі змінною геометрією та змінним кутом підйому гвинтової лінії. Канавки на внутрішній стінці надзвукового сопла поздовжні, змінної ширини.

Застосовано оригінальний розподільник витрати палива між змішувальною головкою і поясом завіси, що забезпечує відносно збільшення витрати пального на пояс завіси і зменшення співвідношення компонентів палива по камері

під час переходу двигуна з основного режиму в режим дроселювання тяги.

Завдяки прийнятим у камері двигуна оригінальним новаторським схемним та конструктивним рішенням, створено одну з найдосконаліших у вітчизняній і світовій практиці камеру РРД із великим ступенем дроселювання тяги. Технічні досягнення, реалізовані в цій камері, стали базовими для камер під час подальших розробок.

Двигун РД859 – автономний, двокамерний, однорежимний, дворазового вмикнення з регулюванням по тязі, з турбонасосною системою подачі самозаймистих компонентів палива, виконаний за схемою без допалювання генераторного газу. Робоче тіло турбіни ТНА – газ, вироблюваний у газогенераторі під час згоряння основних компонентів палива. Розкручування ротора ТНА під час запуску здійснюють порохові стартери, які працюють на основну турбіну. Вимикання двигуна забезпечує система керування за допомогою піроклапанів. Двигун має системи регулювання тяги й підтримання співвідношення секундних витрат компонентів палива. Він складається з камери, турбонасосного агрегату, рідинного газогенератора, блока порохових акумуляторів тиску, агрегатів автоматики, трубопроводів. Осі камер двигуна розташовано паралельно осі установки і в одній площині з камерою основного двигуна. Камери двигуна монтують на силовій рамі блока. Вихлопні сопла розташовано симетрично осі установки. Камера двигуна однорежимна, з високими енергомасовими характеристиками та надійністю.

Розроблення й відпрацювання камер двигуна РД859 і РД858 проводили паралельно, тому камери ці схемно й конструктивно подібні, у них реалізовані аналогічні заходи щодо забезпечення високої економічності й стійкості робочого процесу та надійного охолодження.

У зв'язку з тим, що до камери двигуна РД859 не ставилися вимоги широкого діапазону регулювання тяги, в ній на відміну від камери двигуна РД858 відсутній розподільник витрати палива: воно надходить у змішувальну головку безпосередньо із тракту регенеративного охолодження корпусу камери.

Турбонасосний агрегат складається з двоступінчастою газової турбіни й відцентрових насосів палива та окиснювача. Подача робочого тіла від пускової камери до турбіни під час запуску здійснюється через автономний підвідний колектор і окремі сопла. Завдяки прийнятим у камерах двигунів оригінальним новаторським схемним і конструктивним рішенням створено найдосконаліші у вітчизняній і світовій практиці камери РРД.

Технічні досягнення, реалізовані в цих камерах, стали базовими для багатьох наступних камер. Зокрема, камера двигуна РД858 стала базовою під час створення камери двигуна РД868, а камеру двигуна РД859 було модифіковано для двигунів РД864, РД866, РД869, VG143, PY802.

Двигун РД868 (17Д40) апогейного ступеня РН 11К77В призначено для створення тяги і керування апогейним ступенем по всіх каналах стабілізації. Він складається з рідинного ракетного двигуна великої тяги, автономного централізованого джерела живлення і системи малої тяги, містить у собі РРД МТ. Керування апогейним ступенем у польоті і під час роботи РРД БТ здійснюється відхиленням камери двигуна, керування за креном – РРД МТ.

Гідравлічні приводи, робочим тілом яких є паливо, що відбирають після насоса РРД БТ, хитають камеру в карданному підвісі. Система малої тяги керує по всіх каналах стабілізації під час вимкненого РРД БТ і створює перевантаження перед запуском двигуна вели-

кої тяги. Він – однокамерний, багаторазового увімкнення, з турбонасосною подачею палива, виконаний за схемою без допалювання генераторного газу.

Робоче тіло турбіни ТНА – відновлювальний газ, вироблюваний в газогенераторі. Розкручування ротора ТНА під час запуску здійснює пусковий газогенератор, що працює на основну турбіну. Агрегатами автоматики керують електропневмоклапани. Двигун має системи регулювання тяги і підтримання співвідношення секундних витрат компонентів палива. Централізоване джерело живлення забезпечує багаторазовий запуск двигуна великої тяги і живлення системи малої тяги з основних паливних баків. Централізоване джерело живлення виконано за турбонасосно-витіснювальною схемою.

Двигун складається з таких конструктивно відокремлених блоків, з'єднаних між собою паливними трубопроводами: вузла підвісу (з камерою двигуна), блока подачі палива, централізованого джерела живлення, блоків РРД малої тяги. Блоки двигуна збирають автономно і закріплюють за допомогою рам і кронштейнів до силових шпангоутів паливних баків. Блок подачі палива складається з турбонасосного агрегату з пусковим і основним газогенераторами. Систему малої тяги конструктивно виконано у вигляді чотирьох блоків РРД МТ і двох колекторів з фільтрами і змонтовано на шпангоуті РБ. Камера двигуна РД868 є модифікованою камерою двигуна РД858. Вона однорежимна, багаторазового увімкнення з великою тривалістю роботи (1600 с).

В ній застосовано низку нових схемних та конструктивних рішень:

внутрішнє охолодження корпусу камери організовано за допомогою двох різнокомпонентних поясів завіс: завіси окиснювача, розташованої поблизу змішувальної головки, і завіси пально-

го, розташованої на початковій ділянці дозвукового сопла;

частину надзвукової регенеративно охолоджуваної ділянки сопла замінено сопловим насадком радіаційного охолодження. Камера двигуна РД868 стала найдосконалішою для свого класу у вітчизняній і світовій практиці.

Відновлювальний рідинний газогенератор являє собою нероз'ємну паяно-зварну конструкцію, основними елементами якої є змішувальна головка комірчастого типу та неохолоджуваний корпус. Усі форсунки відцентрові, тангенціальні. Пусковий відновлювальний рідинний газогенератор низького тиску призначено для газифікації частини основних паливних компонентів двигуна, необхідної для розкручування ротора турбіни ТНА у початковий період запуску двигуна. У процесі польоту газогенератор вмикається багаторазово.

Відновлювальні рідинні маловитратні газогенератори багаторазового увімкнення призначено для газифікації частини основних компонентів палива для використання як робочого тіла турбін турбонасосних агрегатів окиснювача і палива централізованого джерела живлення. Розробку двигуна розпочато у 1983 році.

Висотні маршові і багатофункціональні двигуни, розроблені для МР, МБР і РН КБ «ПІВДЕННЕ». Через два роки після створення КБ паралельно з розробленням рульових двигунів розпочато також розробку маршового двигуна РД853 для другого ступеня ракети 8К66. З цього часу розробка висотних маршових і багатофункціональних рідинних ракетних двигунів для ракет КБ стала другою незмінною тематикою КБ-4.

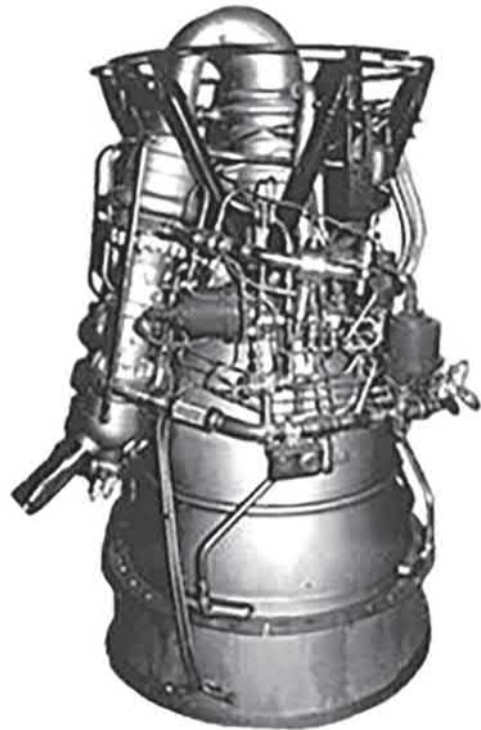
Висотні маршові й багатофункціональні двигуни, розроблені в радянський період, можна поділити на три групи:

висотні маршові двигуни других ступенів МР 8К66 (Р26), 8К99 (РТ-20П), 15А15 (МР УР 100);

двигуни орбітального ступеня МР 11К67 і третього ступеня РН 11К68;

двигуни ступенів розведення МБР 15А18, 15А18М, 15Ж60, 15Ж61.

Висотні маршові двигуни других ступенів МР 8К66 (Р-26), 8К99(РТ-20П), 15А15 (МР УР 100) – двигуни РД853 (8Д722), РД857 (15Д12), РД862 (15Д169). Маршовий двигун РД853 другого ступеня МР 8К66 – перший маршовий двигун КБ. Камеру двигуна розроблено разом з КБ енергетичного машинобудування, виготовлення й експериментальне відпрацювання камери автономно та в складі двигуна проводили КБ «Південне» і Південний машинобудівний завод.



Типова компоновка двигунів РД857 і РД862

Двигун однокамерний, дворежимний, одноразового увімкнення, з турбонасосною системою подачі самозаймистих компонентів палива, виконаний за схемою без допалювання генераторного газу. Забезпечує регулювання тяги й співвідношення витрат компонентів палива. Двигун забезпечує задану тягу й керівні зусилля по всіх каналах стабілізації. Керування польотом ступеня здійснюють поворотом рульових сопел.

Необхідну тягу рульових сопел на режимі головного ступеня забезпечують вихлопні гази ТНА і газ, вироблюваний додатковим газогенератором, що працює на основних компонентах палива. При переході двигуна з режиму головного в режим кінцевого ступеня камера двигуна і додатковий газогенератор припиняють роботу. У двигуні здійснюється відбирання у змішувач газу (після основного газогенератора) і палива (після насоса) для одержання газу наддування бака палива. Зупинення двигуна виконується з режиму кінцевого ступеня вимиканням основного газогенератора та команді від СК.

Камера двигуна – паяно-зварна конструкція, складається зі змішувальної головки й корпусу камери. Змішувальну головку укомплектовано однокомпонентними форсунками, розміщеними по концентричних колах, взаємне розташування форсунок близьке до стільникового.

Двигун РД853 був першим маршовим двигуном, розробленим КБ-4 і обладнаним системою регулювання. Вона забезпечувала компенсацію всередині рухових збурень і регулювання двигуна як виконавчого органу системи регулювання уявної швидкості (РУШ) і системи спорожнення баків.

Маршові двигуни РД857 другого ступеня МР 8К99 (РТ-20П) і РД862 другого ступеня МР 15А15 (МР УР 100) забез-

печують задану тягу і керування польотом других ступенів РН по всіх каналах стабілізації. Двигун РД862 є модифікованим варіантом двигуна РД857.

Двигуни однокамерні, однорежимні, одноразового увімкнення, з турбонасосною системою подачі самозаймистих компонентів палива, уперше в практиці ракетного двигунобудування виконані за схемою з допалюванням відновлювального генераторного газу. Крім того, двигун РД862 забезпечує наддування бака окиснювача другого ступеня газом, вироблюваним у газогенераторі наддування, і бака пального – відновлювальним газом, що відбирають після турбіни ТНА.

Для керування вектором тяги каналами «тангажа» і «рискання» у двигунах РД857 і РД862 застосовано газодинамічний спосіб, заснований на вдуванні відновлювального генераторного газу в надзвукову частину сопла камери двигуна. По каналу крену встановлено реактивні сопла. Двигуни РД857 і РД862 мають системи підтримання тиску в камері згоряння і регулювання масового співвідношення компонентів палива з використанням стабілізатора його витрат.

Двигун РД857 дворежимний, тягу на кінцевому ступені створює газогенератор, що працює, з подачею окиснювача в камеру тільки через центральну форсунку.

Двигун РД862 однорежимний. Вузли та агрегати двигунів монтують на камерах двигуна. Компонування двигуна РД862 несуттєво відрізняється від комплектування РД857. Відмінності пов'язані з тим, що відсутні вузли, які забезпечують роботу на кінцевому ступені, для підвищення «щільності» комплектування РН двигун установлюють усередині торового бака.

Турбонасосний агрегат складається з газової турбіни й відцентрових насосів

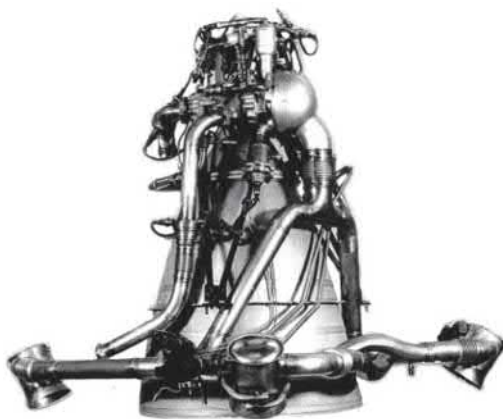
палива та окиснювача, і пускової турбіни. Як робоче тіло основної турбіни використовують відновлювальний газ, який одержують в основному газогенераторі. Розкручування ротора турбонасосного агрегата під час запуску здійснюється за допомогою пускової турбіни.

Газорозподільник системи керування вектором тяги оригінальний, не має аналогів, конструкція містить у собі два клапани газу і слідкувальний гідропідсилювач, що працює на гептилі, що відбирають за насосом ТНА.

Розроблення двигуна РД862 розпочато 1969 р., відпрацювання завершено 1972 р. Двигун виготовляли серійно. Двигуни РД857 і РД862 завдяки прийнятим оригінальним схемним та конструктивним рішенням, зокрема, схемі двигуна з допалюванням відновлювального генераторного газу і керуванню вектором тяги вдуванням генераторного газу в надзвукову частину сопла мають високі енергомасові характеристики.

Двигуни орбітального ступеня МР 11К67 і третього ступеня РН 11К68, РД854 (8Д612) і РД861 (11Д25). Двигун РД854 орбітального ступеня виробу 11К67 призначений для гальмування і керування по всіх каналах стабілізації орбітальної головної частини під час спуску її з орбіти. Його модифікація – двигун РД861, призначений для створення тяги і керування третім ступенем РН «Циклон-3» на активній ділянці польоту по всіх каналах стабілізації. Керування польотом здійснює система перерозподілу вихлопних газів турбіни між рульовими соплами.

Двигуни однокамерні, з турбонасосною системою подачі самозаймистих компонентів палива, виконані за схемою без допалювання генераторного газу. Двигун РД854 одноразового



Компоновка двигунів РД854 і РД861

увімкнення, двигун РД861 – дворазового. Робоче тіло турбіни – газ, вироблюваний в газогенераторі під час згоряння основних компонентів палива. Розкручування ротора ТНА під час запусків здійснюють порохові стартери.

У двигуні РД861 для запобігання перегріву і пошкодження розташованого біля турбіни підшипника за рахунок розтікання тепла після першого вимикання двигуна турбіна охолоджується паливом.

Елементи автоматики двигуна РД854 спрацьовують від піроприводів, у двигуні РД861 – під час подачі в їх керувальні порожнини гелію після спрацювання піроклапанів. Двигун РД854 забезпечує подачу в баки окиснювача і палива, наддування, вироблюваних газів у газогенераторі і спеціальному змішувачі, відбір палива для керування автоматикою ракети. Двигуни забезпечують регулювання тяги. На них встановлено систему керування вектором тяги каналами тангажа «Т», ристання «Р» і крену «Кр». Виконавчим органом кожного з каналів керування є газорозподільник із приводом, які працюють по команді системи керування.

Вперше розроблено і впроваджено в конструкцію корпусу камери двигуна

РД854, а потім і двигуна РД861 надзвучковий блок сопла трубчастої конструкції, що забезпечив значне (10–11 кг) зниження маси камери. Крім того, у камерах двигунів реалізовано ряд конструктивних заходів для забезпечення високої економічності, стійкості робочого процесу та надійного охолодження.

Розробку двигуна РД854 розпочато 1962 р., відпрацювання завершено у 1967 р.; двигуна РД861 1968 р., завершено 1972 р. Обидва двигуни здано до серійного виробництва. Завдяки високим енергомасовим характеристикам двигун РД861 тривалий час використовували в РН «Циклон-3», і він став базовим у модифікованому варіанті двигуна РД861К для РН «Циклон-4» за програмою міжнародного співробітництва.

Двигуни ступенів розведення МБР 15А18, 15А18М, 15Ж60, 15Ж61 – двигуни РД864, РД869 і РД866. Двигун РД864 ступеня розведення МБР 15А18 і його модифікація, двигун РД869 ступеня розведення МБР 15А18М, призначено для створення двох режимів тяги і керування по всіх каналах стабілізації на активній ділянці польоту ступенів. Двигуни чотирикамерні, дворезимні, одноразового увімкнення, з турбонасосною системою подачі самозаймистих компонентів палива, виконані за схемою без допалювання генераторного газу. Керування польотом ступеня здійснює система керування хитанням кожної камери двигунів в одній площині.

Одна з конструктивних особливостей двигунів полягає в тому, що під час транспортування і польоту ракети камери двигунів перебувають усередині силового відсіку та утримуються пірофіксаторами, а після відокремлення ступеня спеціальними механізмами камери виводяться у робоче положення

і жорстко закріплюються пневмофіксаторами.

До двигуна РД869 ставлять низку підвищених вимог порівняно з двигуном РД864, у тому числі забезпечення вищих енергомасових характеристик, збільшення часу роботи і кількості перемикань з режиму на режим. Виконання цих вимог досягалося удосконаленням камери двигуна і не призвело до зміни схемно-конструктивних рішень, закладених у двигуні РД864.

Відповідно до вимог, які ставляться до двигуна, камера працює на двох режимах – основному і дроселювальному з багаторазовими перемиканнями з одного режиму на інший. Робота камери на двох режимах із дроселюванням тяги \sim у 2,5 рази накладає певні особливості на конструкцію і вибір основних параметрів. Під час вибору основних параметрів, схемних та конструктивних рішень у камері двигунів РД864 і РД869 використано досвід створення камер двигунів РД858 і РД859, прийнято ряд нових схемних та конструктивних рішень.

Підвищення енергомасових характеристик камери двигуна РД869 досягнуто за рахунок оптимізації параметрів зовнішнього регенеративного і внутрішнього зависного охолодження, а також зменшення товщини стінки соплової насадки.

В результаті цих заходів зменшено масу камери двигуна на 1 кг (11 %) і збільшено питомий імпульс тяги камери в порожнечі на ОР на 5,5 кгсЧс/кг і на ДР на 7 кгсЧс/кг.

Газогенератори двигунів РД864 і РД869 повністю запозичено з двигуна РД858. Конструктивне виконання ТНА аналогічне конструктивному виконанню цього агрегата в двигунах РД858 і РД859.

Завдяки оригінальним новаторським схемним та конструктивним рішенням,

реалізованим у камерах двигунів РД864 і РД869, їх високій досконалості і характеристикам, ці камери стали найдосконалішими для свого класу. Двигун РД864 успішно використовували в міжнародній програмі «Дніпро».

Багатофункціональний двигун РД866 ступеня розведення МБР 15Ж60.

Особливістю його функціонування є періодичне вмикання турбонасосних агрегатів під час спорожнення відповідного живильника для заповнення його до заданого рівня. Запуск двигуна забезпечується подачею гелію в попередньо заправлені живильники. Компонування двигуна передбачає можливість хитання камери в карданному підвісі з відхиленням осі камери у двох взаємно перпендикулярних площинах на кут ± 20 кут. град. На двигуні встановлено гідропривід хитання камери. Двигун установлюють в рушійному відсіку між двома сферичними баками. Камера двигуна РД866 є модифікованою камерою двигуна РД864. Вона багаторазового вмикання працює на одному режимі. Модифікація її стосувалася, насамперед, місць кріплення в зв'язку з відмінностями в установці цих камер у двигунах.

Для насосно-витіснювальної системи паливоподачі двигуна РД866 було розроблено два агрегати багаторазової дії – живильники окиснювача і палива, які дозволяли здійснювати багаторазове вмикання блока великої тяги, живлення компонентами палива двигунів малої тяги та одночасно здійснювати живлення об'ємних гідроприводів системи керування ракети каналами тангажа і рискання. Ці агрегати здійснювали автоматичне вмикання роздільних турбонасосних агрегатів окиснювача і палива. Турбонасоси здійснювали дозаправку робочих порожнин живильників компонентами палива, коли поршні живильників досягали спорожненого стану і вимикалися, коли були заправлені.

Відновлювальний газогенератор являє собою нероз'ємну паяно-зварну конструкцію, що складається з комірчастої змішувальної головки й охолоджуваного корпусу. Усі форсунки тангенціально-відцентрові.

Турбонасосний агрегат складається з відцентрових насосів окиснювача і палива, газової турбіни. Запуск ТНА здійснюється за допомогою гелію. Подача гелію до турбіни здійснюється через автономний підвідний колектор й окремі сопла.

Рушійний блок рушійної установки РУ802. Маршовий рушійний блок рушійної установки РУ802 автономного космічного буксира РН «Дніпро-1» призначено для створення тяги на активних ділянках траєкторії космічного буксира. Він – однокамерний, двокомпонентний, багаторазового вмикання, з пневмонасосною системою подачі самозаймистих компонентів палива. У конструкції двигуна вперше застосовано принципово нову систему подачі з використанням пневмонасосного агрегату. Під час запуску рушійного блока гелій приводить у рух поршневі насоси пневмонасосного агрегату (ПНА), які подають компоненти палива в камеру згоряння двигуна.

Двигуни нової розробки

Двигун РД860 розроблено на базі рушійного блока рушійної установки РУ 802. На відміну від однорежимного рушійного блока РУ 802 тягою 450 кгс при тиску в камері 36,5 кгс/см² двигун РД860 працює в двох режимах, створюючи тягу в основному режимі 500 кгс і в режимі дроселювання 250 кгс при тисках у камерах двигуна відповідно 41,5 кгс/см² і 20,4 кгс/см².

Двигун РД860 можна використовувати самостійно або як центральний двигун в складі рушійного блока РД860L і

виконувати зі стаціонарною установкою камери двигуна або з хитанням камери в карданному підвісі. Складається з трьох блоків: центрального ДБ-2 і двох симетрично розміщених блоків ДБ-1. Як центральний блок ДБ-2 використовують двигун РД860, як блоки ДБ-1 — модифіковані двигуни VG 143 європейської РН «Вега». Двигун виконано у двох варіантах: зі стаціонарною установкою всіх камер згоряння або з хитанням камери центрального блока ДБ-2 у карданному підвісі і стаціонарною установкою камер рушійних блоків ДБ-1.

Двигун РД 805 — однокамерний, розроблений на базі камери рульового двигуна другого ступеня РН «Зеніт», виконано з турбонасосною подачею компонентів несамозаймистого палива рідкий кисень і гас за схемою з допалюванням окиснювального генераторного газу. Камеру двигуна РД805 встановлено в карданному підвісі на відміну від камери двигуна РД-8, що хитається в одній площині. Двигун багаторазового вмикання. Зупинення двигуна можна проводити після вироблення кожного з компонентів палива, що підвищує енергетичні можливості РН.

Двигун РД809М розроблено на базі відпрацьованих агрегатів чотирикамерного рульового двигуна РД8, призначений для верхніх ступенів і розгінних блоків РН. На відміну від двигуна РД8, у якому камери розміщено в карманах хвостового відсіку другого ступеня РН «Зеніт» з можливістю хитання кожної камери в одній площині, у двигуні РД809М камери компактно змонтовані на єдиній силовій рамі стаціонарно. Двигун однорежимний багаторазового вмикання, з турбонасосною системою подачі компонентів палива, виконаний за схемою з допалюванням компонентів палива. Зупинення двигуна можна проводити після вироблення будь-якого з компонентів палива.

Двигун РД809К теж розроблено на базі чотирикамерного двигуна РД8, але на відміну від нього є однокамерним. Багаторазового вмикання, з турбонасосною системою подачі компонентів палива, виконаний за схемою з допалюванням генераторного газу. Камеру двигуна встановлено в карданному підвісі. Зупинення двигуна можна проводити після вироблення будь-якого з компонентів палива.

Двигун РД840 призначений для використання в складі апогейної рушійної установки геостаціонарних космічних апаратів. Містить два електрогідроклапани і власне камеру двигуна. Основними принципами при його розробці були — використання сучасних недорогих конструкційних матеріалів. За базовий варіант камери двигуна РД840 прийнято конструкцію, складену з:

змішувальної головки з однією двокомпонентною відцентровою форсункою та організацією зависного плівкового охолодження стінки подачею частини охолоджувача у зазор між корпусом камери і спеціальним екраном. Корпус камери згоряння виконується у двох варіантах — з жароміцного ніобієвого сплаву Н65В2МЦ із жаростійким діоксидмолібденовим покриттям, або з вуглець-вуглецевого композиційного матеріалу (ВВКМ), сопловий насадок виконаний із хромонікелевого сплаву ХН60ВТ.

У базовій комплектації двигуна орбітальної РУ передбачалися наявність пневмонасосного агрегата, який дозволяє мінімізувати відхилення настроювального значення співвідношення компонентів палива від номінального, а також зменшити тиск у баках РУ. Це дає можливість суттєво підвищити енергомасові характеристики орбітальної РУ.

Маршові двигуни першого і другого ступенів РН

Двигуни РД801 і РД810 призначено для використання на першому ступені РН, двигуни РД801В і РД835 на другому ступені РН. Двигуни однокамерні, дворезимні, одноразового вмикання, з турбонасосною системою подачі компонентів палива (гас і рідкий кисень), виконано за схемою з допалюванням окиснювального генераторного газу, двигуни дозволяють регулювання як за тягою, так і за співвідношенням компонентів палива.

До їх складу входять: насосні агрегати окиснювача і палива, регулятор витрати палива через газогенератор для регулювання тяги, дросель регулювання витрати палива в камеру двигуна для регулювання співвідношення компо-

нентів, агрегати автоматики, пневмоблок, що містить гелій, і який забезпечує керування агрегатами автоматики і продування порожнин двигуна, ампулу з пусковим паливом, теплообмінник підігріву гелію для наддування бака окиснювача, вузол хитання, що забезпечує хитання камери згоряння у двох площинах.

Маршові двигуни першого ступеня можна використовувати також у в'язці з чотирьох двигунів з хитанням кожного двигуна в одній площині для керування вектором тяги. Двигуни розробляли на базі відпрацьованих технологій під час виготовлення двигунів для РН «Зеніт».

Ракетні двигуни та установки на твердому паливі

Маршові ракетні двигуни на твердому паливі

Роботи з твердопаливних ракетних двигунів КБ «Південне» разом з кооперацією розгорнуло з 1962 р. у рамках завдань, які висунуло керівництво країни, зі створення нових стратегічних твердопаливних МБР із доведенням їх характеристик до рівня кращих світових зразків.

У 1964 р. створено перший твердопаливний двигун 15Д15 тягою 62 тс

для першого ступеня МБР РТ-20П з гібридною енергетикою (другий ступінь – рідинна). Двигун був повністю відпрацьований і пройшов льотно-конструкторські випробування в складі ракети.

Подальші зусилля розробників було спрямовано на створення маршових двигунів для нових міжконтинентальних повністю твердопаливних триступінчастих ракет. Протягом 1966-1974 рр. випущено 7 проектних документів на



Перший твердопаливний двигун 15Д15 для першого ступеня МБР РТ-20П

РДТП для перших ракет легкого класу РТ-21 (15Ж41) масою 36 т і РТ-22 (15Ж43) масою 70 т, які розробляли в умовах конкурсу з Московським інститутом теплотехніки. Роботи супроводжувалися НІР та експериментальними дослідженнями на дослідних двигунах та їх моделях. Було відпрацьовано й застосовано оптимальні варіанти твердих палив, способів їх захисту від впливів ядерного вибуху, керування вектором тяги двигунів тощо. Для першого ступеня ракети РТ-22 було розроблено маршовий двигун 15Д122 з масою заряду 40 т. Проте в зв'язку зі зміною вимог Замовника до ракет і їх оснащення кооперації було доручено перейти до повномасштабної розробки нових стратегічних твердопаливних ракет зі збільшеною до 100 т масою - РТ -23 (вони ж 15Ж44 стаціонарного базування й 15Ж52 залізничного).

Для цих ракет було створено перші штатні маршові двигуни – 15Д206 для першого і 15Д207 для другого ступенів ракет.

У процесі робіт 1973 р. створено на принципах уніфікації та увійшов у серію найбільший для того часу маршовий двигун 15Д65 масою 48 т і тягою 182,7 тс для першого ступеня балістичної ракети морського базування 3М65 розробки КБ В.П. Макеєва.

Вершиною творчої діяльності КБ «Південне» і кооперації стали маршові двигуни світового рівня для першого і другого ступенів удосконалених МБР РТ-23ПТТХ, створених у 1987 р. і які перебували на озброєнні в складі шахтного і рушійного залізничного ракетного комплексів, протягом 1987-2005 рр.

Подальший розвиток твердопаливної тематики було спрямовано на створення перспективних РДТП малогабаритних ракет:

– випущено ескізний проект ракети авіаційного базування «Кречет» із твердопаливними двигунами;

– створено і пройшов наземне відпрацювання двигун першого ступеня МБР легкого класу РТ-2ПМ («Універсал»), який створювали разом з Московським інститутом теплотехніки.

Значний досвід у створенні твердопаливних маршових двигунів, зокрема для малогабаритних ракет, набутий КБ у 60-90 рр., став базою для збереження життєдіяльності твердопаливного напрямку в Україні і підтримання її авторитету у закордонних замовників.

Двигун 15Д15 для МБР РТ-20П

Рушійна установка 15Д15, створена для першого ступеня ракети РТ-20П, містила в собі сталевий рознімний корпус із високоміцної сталі, вкладний твердопаливний заряд (розробник палив зарядів – ЛНВО «Союз»), блок із чотирьох поворотних сопел маршового двигуна та установлений на його передньому днищі пороховий ракетний двигун кінцевого режиму малої тяги.

Запуск маршового двигуна проводили за допомогою піропатронів і порохового запальника. Керування польотом ракети каналами тангажа, рискання і крену здійснювали поворотом сопел (в одній площині).

Тривалий кінцевий режим малої тяги було застосовано для забезпечення розділення ступенів ракети, оскільки на той час ще не було створено твердопаливних зарядів із програмованим спадом тяги. Двигун малої тяги запускався після завершення горіння основного заряду. Його продукти згорання надходили в основну камеру і потім витікали через основні сопла.

Ущільнення зазору між рухомою і стаціонарною частинами поворотного керівного сопла було виконано у вигляді блока з двох гумотканинних діафрагм із застосуванням для теплозахисту вольфрамової сітки і вугільної тканини.

Для запобігання прогарів розтрубів сопел через периферійний вплив теплового потоку сусідніх сопел їхні деталі виготовлено не симетричними за товщиною з використанням вуглеметалопластику, розробленого в ІПМ АН УРСР (Інститут проблем матеріалознавства). Водночас вирішення низки конструкторських проблем твердопаливних двигунів було віднесено на найближчу перспективу, зокрема розробка композиційних матеріалів для корпусів РДТП, створення міцно скріплених з корпусом зарядів, центральних керівних сопел на карданному або еластично-опорному шарнірі, розробка способів керування ракетою за креном.

Двигун 15Д122 першого ступеня для проекту ракети РТ-22

Двигун 15Д122 розробляли для першого ступеня ракети РТ-22 (15Ж43) у кооперації з НВО «Алтай» (розробник заряду твердого палива) і ЛНВО «Союз» (розробник склопластикової труби корпусу). Після припинення розробки ракети РТ-22 роботи по двигуну 15Д122 переведено у розряд експериментальних. У плані відпрацювання технічних рішень щодо конструкції двигуна і накопичення конструкторського доробку для перспективних розробок проведено на горизонтальному стенді НВО «Алтай» широкі експериментальні дослідження дослідних конструкцій, створених на базі двигуна 15Д15, і модельних установок з різними варіантами компонування сопел, керування вектором тяги двигуна, форми заряду і з різними конструкційними, теплозахисними та ерозійностійкими матеріалами.

Найважливіші результати були одержано під час експериментальних досліджень конструкції двигуна з керівним поворотним соплом, закріпленим на карданному підвісі. Було виявлено істотну осьову деформованість конструкції

підвісу сопла і як наслідок зниження до неприпустимого рівня резонансної частоти системи «рульовий привід – центральне ПУС». Було зроблено висновки, що механічні підвіси центральних поворотних сопел із зосередженими опорами (карданний підвіс) неприйнятні для великогабаритних маршових РДТП через їхню неусувну низьку жорсткість. Тому на двигуні 15Д122 було обрано для керування вектором тяги метод безгазохідного вдування. Було застосовано центральне стаціонарне сопло, частково втоплене в камеру згоряння. Воно мало вісім клапанів обертального типу, попарно розташованих у площинах стабілізації, які забезпечували керування польотом ракети каналами тангажа, ризання і крену.

На перспективу було визначено, що поворотний підвіс двигуна повинен мати рівномірний коловий розподіл осьового навантаження, і згодом було створено відповідну конструкцію центрального поворотного сопла з еластичним опорним шарніром, яка знайшла застосування на маршовому РДТП ракети 15Ж60.

На двигуні було відпрацьовано такі прогресивні рішення:

корпус у вигляді склопластикової циліндричної частини (труба поздовжньо-поперечного намотування – діаметром понад 2 м);

моноблоковий міцно скріплений з корпусом заряд з палива на основі бутилового каучуку масою ~ 40 тонн;

центральний односопловий блок із системою керування вектором тяги на основі безгазохідного вдування гарячого камерного газу в утоплену надзвукову частину сопла;

заряд зіркоподібної форми з програнованою ділянкою спаду тяги.

Експерименти на двигуні 15Д122 і дослідних конструкціях заклали передумови для створення наступного по-

коління маршових РДТП, хоч корпус двигуна і клапанна група обертального типу системи вдування не стали повними прототипами для майбутніх розробок — корпуси великогабаритних маршових РУ ЗД65 і 15Д206 виготовляли за технологією суцільного намотування (типу «кокон»), а клапани вдування були штокового типу.

Двигун ЗД65 для МБР ЗМ65 морського базування

У 1973 році після припинення робіт по комплексу РТ-22 КБ «Південне» було доручено розробку маршового двигуна ЗД65 для першого ступеня ракети ЗМ65, яку розташовано в шахті підводного човна, і який стартує як з надводного, так і з підводного положення. Розробником корпусу двигуна було визначено КТБ (м. Хотьково Московської області; пізніше ЦНДІСМ), а заряду твердого палива — НВО «Алтай».

Велике значення для успішного створення РДТП ЗД65 мав досвід експериментального відпрацювання двигуна 15Д122, зокрема щодо застосування високоенергетичних сумішевих твердих палив на основі бутилового каучуку із зарядами зіркоподібної форми з програмованою ділянкою зміни тяги наприкінці роботи двигуна, напрацювання на вибір центрального стаціонарного сопла, типу органів керування і т. ін. Для вдосконалення конструкції двигуна ЗД65 вирішено застосувати суцільно намотані корпуси типу «кокон» замість корпусів із пластикової труби поздовжньо-поперечного намотування з металевими днищами. Щоб реалізувати це у 70-х роках створено вітчизняні намотувальні верстати з програмним керуванням. Силу оболонку корпусу спочатку виготовляли з скловолокна, а потім з високоміцного органоволокна.

На двигуні ЗД65 було прийнято втоплене в корпус центральне стаціонарне

сопло із системою керування вектором тяги шляхом регульованого безгазохідного вдування гарячого камерного газу в надзвукову частину сопла через вісім клапанів штокового типу, що забезпечувало керування польотом ракети по трьох каналах. Вибір такого типу органів керування зумовлювався такими міркуваннями:

відсутністю на той час реальної конструкції поворотного керівного сопла з рівномірним коловим розподілом навантаження на опорний вузол;

неможливістю компоновання у хвостовому відсіку автономного порохового ракетного двигуна для керування каналом «крену» через жорсткі габаритні обмеження;

складним і швидкоплинним характером руху ракети ЗМ65 на початковій підводній і надводній ділянках траєкторії, що вимагало застосування органів керування вектором тяги з високими динамічними характеристиками.

У рушійній установці ЗД65 було використано конструкторські рішення, зумовлені специфікою її застосування в складі ракети морського базування, а саме:

передстартове наддування повітрям внутрішньої порожнини двигуна і міжступінчастих відсіків для компенсації діючих на них зовнішніх гідродинамічних навантажень під час мінометного старту ракети з підводного положення;

застосування пластикової соплової заглушки, що руйнується, це забезпечувало надійне закриття люка шахтної пускової установки після старту ракети;

повна герметизація рушійної установки для запобігання потрапляння в неї морської води.

Після відпрацювання двигуна ЗД65 проведено 96 випробувань, у тому числі 61 вогневе стендове випробування в Павлограді і 35 спільних льотних випробувань у складі ракети ЗМ65.

Відпрацювання процесів підводного старту ракети ЗМ65 проведено шляхом кидкових випробувань на підводному стенді макета ракети, обладнаного імітатором ЗД65Б маршового двигуна який по суті був справжнім двигуном на твердому паливі, що забезпечував штатні витратно-тягові характеристики на початковій ділянці роботи, оснащувався штатним сопловим блоком, але мав заряд за масою $\sim 0,14$ маси заряду РДТП ЗД65. У конструкції імітатора ЗД65Б застосовано металевий корпус, запозичений з дослідного двигуна ОК5-349, штатний сопловий блок двигуна ЗД65 і міцно скріплений з корпусом заряд зі штатного твердого палива, що мав витратно-тягові характеристики початкової ділянки роботи, ідентичні двигуну ЗД65. Двигун ЗД65Б пройшов наземні вогневі стендові і кидкові випробування в складі макета ракети ЗМ65 з підводного стенда. Під час кидкових випробувань виконували передстартове наддування внутрішньої порожнини двигуна ЗД65Б за штатною схемою.

Маршові двигуни ракет РТ-23 і РТ-23 ПТТХ

У середині 70-х років КБ «Південне» створило твердопаливні двигуни 15Д206 і 15Д207 для першого і другого ступенів дослідних МБР РТ-23 шахтного (ракета 15Ж44) і рухомого залізничного (ракета 15Ж52) варіантів базування. Після переходу робіт КБ до етапу розроблення штатних ракет з поліпшеними тактико-технічними характеристиками РТ-23 ПТТХ було створено модернізовані варіанти двигунів – двигуни 15Д289 і 15Д290 для ракети рухомого залізничного базування (15Ж61) та 15Д305 і 15Д339 для стійких до ядерного вибуху ракет шахтного базування (15Ж60).

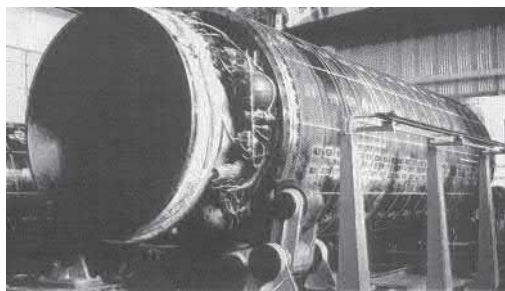
Маршові двигуни для перших ступенів ракет

Двигун 15Д206 тягою 212,45 тс спроектовано практично як повний аналог двигуна ЗД65, створеного для першого ступеня морської ракети. Зміни полягали у підвищенні рівня витратно-тягових характеристик, збільшенні діаметра критичного перерізу і величини тиску в камері згоряння.

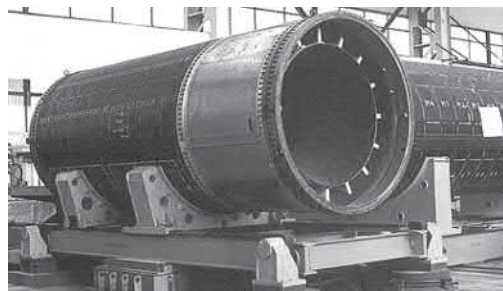
Завдяки досягнутій стабілізації виробничих процесів уперше на основі результатів робіт, проведених з ЦНДІ-маш, знижено коефіцієнт безпеки під час розрахунків міцності на внутрішній тиск від 1,3 до 1,2, що дозволило поліпшити масові характеристики РДТП. У період 1979-1989 років проведено 79 випробувань двигуна 15Д206, з них 48 вогневих стендових і 31 спільне льотне випробування.

На знову розроблюваному двигуні 15Д289 для першого ступеня ракети 15Ж61 було підвищено витратно-тягові характеристики за рахунок зміни форми заряду. Проте під час стендових і льотних випробувань було виявлено незадовільну роботу нового двигуна з руйнуванням заднього днища. Для встановлення причин аварійного результату випробувань були потрібні додаткові дослідження протягом часу, що перевищував строки, встановлені для відпрацювання ракети 15Ж61. Тому на ракеті використали раніше відпрацьований двигун 15Д206.

Основні зусилля щодо маршових РДТП ракети 15Ж60 зосереджувалися на розробленні двигуна першого ступеня 15Д305 тягою 283,46 тс. На ньому застосовано паливо з підвищеними енергетичними характеристиками на основі октогену (розробник НВО «Алтай») під час збереження форми заряду з каналом удосконаленої зіркоподібної форми, міцно скріпленого з органістичним корпусом типу «кокон», і



Двигун РДТТ 15Д305



Двигун РДТТ 15Д290

центральне поворотне сопло на еластичному опорному шарнірі. Також форсовано витратно-тягові характеристики за рахунок істотного збільшення внутрішньокамерного тиску до величини порядку 100 кг/см^2 . У складі рушійної установки уперше застосовано корпус, створений КБ «Південне».

Використання на 15Д305 центрального поворотного керівного сопла на еластичному опорному шарнірі задовольняло підвищені вимоги до величини керівних зусиль, необхідних для відбивання дії на ракету в польоті ударної хвилі ядерного вибуху – не менше 10 % осьової тяги.

ЕОШ являє собою пакет зі сферичних шарів, що чергуються, еластомера (низькомодульної гуми) і сталевих армувальних тарелей, склеєних між собою, і двох приєднувальних фланців. Для виготовлення вкладиша критичного перерізу сопла спочатку було застосовано існуючий пластинчастий вуглець-вуглецевий композиційний матеріал УПА-3, який не забезпечив його надійну роботу. В результаті було створено й успішно застосовано ерозійно-стійкий вуглець-вуглецевий матеріал об'ємного плетіння (КІМФ-МБ).

Відпрацювання двигуна проведено у процесі 35 вогневих стендових випробувань і 16 спільних льотних випробувань у складі ракети 15Ж60. Ефективний, найпотужніший у вітчизняному твердопаливному ракетобудуванні двигун

15Д305 став значним досягненням КБ «Південне» і кооперації, який забезпечив успішну розробку МБР 15Ж60.

Маршові двигуни для других ступенів ракет

На розроблення конструкції двигунів других ступенів ракет РТ-23 і РТ-23 ПТТХ суттєво вплинули обрані для ракет спосіб керування польотом на ділянках роботи другого і третього ступенів шляхом відхилення головного відсіку та обмеження на габарити ракет у пусковій установці. Маршові двигуни було виконано зі стаціонарним соплом без органів керування з розсувним насадком. Першим створено двигун 15Д207 для ракет 15Ж44 і 15Ж52. Розробником палива, заряду й пластикового корпусу двигуна було НВО «Союз». Чимало ключових технічних рішень прийнято за аналогією із двигуном 3Д65 морської ракети – органопластиковий корпус типу «кокон», міцно скріплений з корпусом заряду твердого палива, ефективні теплозахисні й ерозійностійкі матеріали.

Новизна конструкції двигуна 15Д207 полягала, зокрема, у використанні вуглець-вуглецевого композиційного матеріалу марки УПА для вкладиша критичного перерізу. Іншою була і рецептура сумішевого твердого палива з октогеном, що забезпечували підвищення енергетичних характеристик двигуна. Прийнята форма заряду твер-

дого палива типу «парасолька» (рівний циліндроконічний канал з похилим кільцевим проточуванням) забезпечила високий коефіцієнт об'ємного заповнення камери згоряння паливом і прийнятні тягові характеристики двигуна.

У процесі розроблення рушійної установки 15Д207 проаналізовано дві можливі схеми розкладення. Був застосований «холодний» спосіб розкладення сопла за допомогою спеціальних газогідравлічних пристроїв, оскільки під час «гарячої» схеми не забезпечувалася стабільність зовнішніх сил, діючих на насадок під час його висування.

Всього з двигуном 15Д207 проведено 51 випробування (31 вогневе стендове й 17 льотних у складі ракети).

У 1983 р. ухвалене рішення про припинення робіт по ракетах 15Ж44 і 15Ж52 і про перехід до створення МБР 15Ж61 рухомого базування у складі бойового залізничного комплексу і МБР 15Ж60 стаціонарного базування з поліпшеними тактико-технічними характеристиками і підвищеним рівнем стійкості до уражальних чинників ядерного вибуху шахтного базування.

Для ракети 15Ж61 створено двигун 15Д290 з використанням основних технічних рішень по двигуну 15Д207 (форма заряду, схема корпусу і соплового блока). Істотною відмінністю було застосування на двигуні 15Д290 нового високоенергетичного сумішевого твердого палива «Старт» на основі окиснювача АДНА (амонійна сіль дінитроазотної кислоти) розробки ЛНВО «Союз», яке дало збільшення питомого імпульсу РДТП на 3-4 %. Проведено 28 випробувань двигуна – 14 стендових і 14 льотних у складі ракети 15Ж61.

Маршовий РДТП 15Д339 ракети шахтного базування конструктивно аналогічний двигуну 15Д290. На відміну від двигуна 15Д290 двигун 15Д339 мав захист від впливів пилових утворень

наземного ядерного вибуху і випромінювань висотного ядерного вибуху у вигляді багатофункціонального покриття на основі двоскладного матеріалу (ТТП-БС і ЕПТ), яке створило КБП на основі результатів досліджень, виконаних ЦНДІмаш і ЦНДІМВ.

Телескопічний насадок сопла двигуна 15Д339 мав підвищену ерозійну стійкість за рахунок застосування вуглець-вуглецевого композиційного матеріалу марки КУП-ВМ-ПУ спільної розробки КБ «Південне», НДІграфіт і ДНДІТМ.

Відпрацювання двигунів других ступенів було успішно проведено в процесі 72 вогневих і 44 льотних випробувань загалом. З 1988 р. розпочато серійне виготовлення маршових двигунів I і II ступенів ракет 15Ж61 і 15Ж60.

Маршовий двигун 15Д365 для першого ступеня ракети РТ-2ПМ2

У 80-ті рр. КБ разом з Московським інститутом теплотехніки (МІТ) здійснювало розроблення універсальної міжконтинентальної балістичної твердопаливної ракети РТ-2ПМ2. У рамках робіт КБ «Південне» у кооперації з ЛНВО «Союз» створило у 1989 році твердопаливний двигун 15Д365 для її першого ступеня. (Маршові двигуни верхніх ступенів розробляли у МІТ).

Його було виконано з органопластиковим корпусом типу «кокон», міцно скріпленим із зарядом твердого палива на основі октогену і поворотним керівним соплом на еластичному опорному шарнірі для керування каналами тангажа і рискання. Твердопаливний заряд мав форму моноблока з циліндроконічним каналом і 10 щілинами в районі переднього днища. Конструкцію двигуна було створено стійкою до впливу уражальних чинників ядерного вибуху і чинників, заснованих на нових фізичних принципах.

Результати діяльності КБ «Південне» в галузі твердопаливного ракетобудування характеризують такі досягнення у нарощуванні характеристик створених маршових ракетних двигунів порівняно з першими розробками:

запас палива збільшено \sim у три рази;
секундну витрату підвищено \sim у чотири рази;

внутрішньокамерний тиск зріс у 2-3 рази;

коефіцієнт енергомасової досконало-сті збільшено у 1,2-1,3 рази (незважаючи на підвищення камерного тиску);

питомий імпульс тяги підвищено на $\sim 10\%$.

Рушійні установки на твердому паливі для розділюваних головних частин

Перші ракетні двигуни для розділюваних головних частин КБ створило до десятиблокових РГЧ МБР Р-36М і МР УР100. Двигуни забезпечували керований політ і просторове маневрування РГЧ протягом 150-300 с для побудови бойових порядків на траєкторіях.

Для перших двигунів було обрано тверде ракетне паливо і штотхвальна схема роботи. Корпуси їх були виготовлялися з високоміцної сталі СП-28, а їх теплозахисні покриття – з еластичної гуми РД-18 і рідинної заливної композиції типу РФТЕ-А. Було застосовано заряди з низькотемпературного сумішевого твердого палива у формі моноблоків торцевого горіння (розробник НВО «Алтай»), які забезпечували необхідні тривалість роботи і витратно-тягові характеристики двигунів. Було вирішено принципово нові питання скріплення зарядів з корпусом з урахуванням підвищення швидкості горіння палива в зоні, що прилягає до корпусу.

Збереження працездатності заряду у всьому діапазоні експлуатаційних умов було забезпечено застосуванням поздовжніх і кільцевих розкріплювальних

манжет. Проблему забезпечення необхідних витратно-тягових характеристик з урахуванням підвищеної швидкості горіння палива на межі «заряд-корпус» було вирішено введенням конічної поверхні на торці заряду. Керування вектором тяги двигуна забезпечувалося системою з чотирьох маломоментних обертальних сопел з кутом повороту до ± 700 і їх малогабаритних приводів. Ущільнення зони газового тракту сопел сформовано з тугоплавких матеріалів. Вибір оптимальних характеристик двигунів розведення забезпечував результатами спеціальних експериментів проведених на моделях РДТП із дрежувальними соплами за такими напрямками:

аналіз взаємодії елементів системи «корпус – торцевий заряд»;

забезпечення стабілізації процесу займання торцевого заряду під час виходу його на режим роботи;

оцінка реального рівня енергетичних характеристик рушійних установок із зарядами з низькотемпературних твердих палив.

Двигуни 15Д171 і 15Д171-02 за своїми характеристиками і конструктивними особливостями аналогічні. Єдиною відмінністю було використання у двигуні 15Д171-02 змінних вкладишів критичного перерізу, які підбирали для кожного зразка залежно від швидкості горіння палива. Це забезпечило зменшення розкидів тяги і втрат на керування бойовою частиною.

Було також пророблено разом із ЛН-ВО «Союз» варіант двигуна 15Д171-01 із вкладним зарядом з низькотемпературного палива ЛТС-2КФ. За своїми характеристиками він був аналогом РДТП 15Д171 і відрізнявся від нього тільки наявністю вузлів для кріплення вкладного заряду. Проведено 14 вогневих стендових випробувань двигуна 15Д171-01, за результатами яких його було допущено

до льотних випробувань. Проте оскільки КБ змогло відпрацювати до початку льотних випробувань перспективніший варіант двигуна із міцно скріпленим зарядом, роботи з двигуна 15Д171-01 було припинено.

Основні характеристики двигунів РГЧ підтверджено результатами вогневих стендових і льотних випробувань, проведених відповідно у таких обсягах:

двигун 15Д171 – 100 і 25;

двигун 15Д171-02 – 30 і 20;

двигун 15Д161 – 108 і 40;

двигун 15Д221 – 83 і 4.

Двигуни розведення 15Д171, 15Д171-02, 15Д161, 15Д221 перебували в експлуатації в складі ракет у період часу 1975-1994 рр.

Малогабаритні двигуни на твердому паливі, порохові акумулятори тиску і піротехнічні пристрої

Створення стратегічних ракетних комплексів вимагало поряд з маршовими великогабаритними РДТП використання значної кількості малогабаритних твердопаливних двигунів різного призначення, порохових акумуляторів тиску (ПАТ), численних піротехнічних пристроїв.

З вдосконаленням й ускладненням конструкції ракет, потреба у малогабаритних РДТП різного застосування постійно зростала. Крім двигунів розділення ступенів для нових ракет 15А14, 15А15 та інших виникла необхідність у порохових акумуляторах тиску для мінометного старту, РДТП для викиду і розгону хибних цілей, відокремлення й відведення обтічника та стартового піддона, закручення бойових блоків, а також у різних піротехнічних пристроях. Для вирішення цих завдань було розроблено і здано до серійного виробництва понад 80 найменувань різних малогабаритних РДТП і ПАТ.

Особливе значення серед розробок мали порохові акумулятори тиску,

створення яких дозволило реалізувати принципово нове рішення – мінометний старт важких рідинних і твердопаливних ракет. Складність створення ПАТ для мінометного старту полягала в одержанні витратної характеристики значної прогресивності, що вимагало, насамперед, впровадження нових конструкторських і технологічних рішень як заряду твердого палива, так і корпусу ПАТ.

Високопрогресивна витратна характеристика забезпечувалася новою формою заряду, який являв собою циліндричний броньований багатоканальний моноблок із сумішевого палива. В процесі горіння такого заряду реалізовано високий рівень максимального робочого тиску до 400 кг/см², що вимагало застосування для корпусу ПАТ високоміцної сталі СП = 28 і розробки технології його виготовлення.

У тісному співробітництві конструкторського бюро «Південне» із суміжними організаціями – ЛНВО «Союз», ДФ НДІТМ, а також з постійними партнерами Південмашем і Павлоградським механічним заводом вдалося вирішити всі конструкторські й технологічні проблеми, які виникли. Було створено сім'ю ПАТів, з шести типорозмірів, що характеризуються широким діапазоном параметрів.

Крім стартових ПАТ для ракет 15Ж60 і 15Ж61 були розроблені ПАТ для мінометного розділення ступенів 15Д213, 15Д243 і для наддування наконечника обтічника головної частини – ПАТ 15Д307. Для двигунів «викиду» спеціалісти КБ разом з НВО «Алтай» розробили оригінальні форми зарядів, здатних працювати в умовах великих перевантажень (до 150 g) і давати дозований імпульс тяги протягом мінімального часу (не більше 0,17 с) з розкидом не більше 2 %. Звичайні багатошахові заряди з баліститного палива наприкінці горіння

шашки руйнувалися нестабільно, тому було запропоновано і реалізовано конструкцію шашки зі спеціальним тримальним каркасом з негорючої пластмаси, що дозволило виконати вимоги, поставлені до двигунів «викиду».

Сім'я двигунів «викиду» складалася з 25 одиниць. Двигуни виконано за однією конструктивною схемою, мали одне посадкове місце і за діаметром об'єднувались в чотири групи. Усі запалювалися з боку сопла. Сім'я двигунів шляхом зміни співвідношення інертних і паливних шашок могла забезпечити практично будь-яке значення імпульсу тяги в межах 5-300 кгс·с під час розкидів 1-2 %

Для двигунів «розгону» важкої хибної цілі також було розроблено спеціальну конструкцію заряду, яка забезпечувала зростання тяги в процесі роботи втричі.

Оригінальні конструкції двигунів у вигляді сегнерового колеса створено для закручення бойових блоків. До них ставили особливо жорсткі вимоги щодо маси (оскільки вони входили до складу корисного навантаження), різнотяговості і різночасності спрацювання сопел. Завдяки застосуванню легких і високоміцних алюмінієвих сплавів, захищених у теплонапружених місцях негорючими пластмасовими вставками, а також вдало обраній газодинамічній схемі витікання продуктів згоряння, вдалося створити сім'ю РДТП «закручення», що відповідають усім поставленим вимогам і значною мірою забезпечили високу точність наведення бойових блоків на ціль.

Крім зазначених виробів, створено низку малогабаритних РДТП різного

призначення, зокрема для відокремлення й відведення елементів ракет (стартовий піддон, обтічник головної частини), двигуни гальмування ступенів, заклону ракети під час старту, а також ПАТ для наддування накопичника обтічника головної частини і подачі газу в гідроциліндри, що розсовують сопла маршових РУ і т. ін. Характерним представником цього класу є двигун 15Д271, виготовлений з високоміцного титанового сплаву для відокремлення обтічника, який мав косозрізане сопло.

Особливо необхідно зазначити двигун відокремлення й відведення обтічника головної частини ракети 15А18М, який мав оригінальну, нетрадиційну двокамерну конструкцію з 5 соплами і створював тягу, спрямовану послідовно у двох взаємно перпендикулярних напрямках – уздовж і впоперек ракети.

Крім малогабаритних РДТП, ПАТ і газогенераторів організовано й забезпечено створення на спеціалізованих підприємствах цілої сім'ї нових високотехнологічних і безвідмовних піротехнічних пристроїв – мініатюрних піропатронів із затримкою запалення, а також піропатронів, обладнаних одноразовим і багаторазовим ступенями запобігання. Необхідно також відзначити впровадження в конструкціях ракет КБ «Південне» принципового нового типу піротехнічних пристроїв, детонувальних подовжених зарядів. Їхнє застосування для розділення ступенів і різних вузлів ракет дозволило значно поліпшити їхні характеристики та надійність.

Ракети-носії

РН «ЗЕНІТ»

Наприкінці 60-х - початку 70-х рр. в СРСР було 7 типів РН, розроблених на базі 4 різних бойових ракет, у яких використовувалися 13 типів ракетних блоків, 15 рушійних установок на 8 різних компонентах палива, серед яких велике значення мали токсичні, 7 систем керування. Для підготовки та проведення пусків цих РН було використано 12 технічних і 10 стартових позицій, на яких працювало понад 5000 чол. Три основні серійні заводи - Павлоградський механічний завод, «Прогрес» і завод ім. М.В. Хрунічева, на яких виготовляли РН, через малий обсяг серійного виробництва і велику номенклатуру вузлів і агрегатів мали низьке «середньорічне зняття трудомісткості з 1 м² виробничої площі». Крім того, пуски РН вимагали великої кількості трас запуску та районів падіння відокремлюваних частин, під які відчужувалося понад 20 млн га площ. Усе це призводило до зайвого витрачання бюджетних коштів і вимагало створення єдиної низки ракет-носіїв нового покоління на екологічно чистих компонентах палива з уніфікацією двигунів, систем керування, ракетних блоків і елементів наземного устаткування.

Пошук шляхів виходу з цієї ситуації розглядали в НДР «Поиск», «Подъем» і «Даль», що проводили як КБ і НДІ галузі, так і НДІ Замовника. Результатами участі в цих НДР у 1975 р. КБ «Південне» випустило технічну пропозицію на створення космічного ракетного комплексу 11К77, названий в подальшому «Зеніт». У цій пропозиції передбачалося створення РН середнього класу на компонентах палива «кисень - газ», яка була б базою для нового ряду РН як легкого і важкого класів. РН було представлено у двоступінчастому варіанті

за моноблоковою схемою з діаметром корпусу 3,9 м. Для запуску космічних апаратів на високі орбіти пропонувалося застосовувати орбітальний ступінь з багаторазовим запуском рушійної установки. Енергетичні можливості РН забезпечували виведення корисного навантаження вагою 12 тс на колову орбіту $H = 200$ км з нахилом 90° .

Значну «підтримку» пропозиціям КБ «Південне» по комплексу «Зеніт» надали розгорнуті у 70-х роках у США роботи зі створення багаторазової космічної системи «Спейс шаттл», призначеної для запуску супутників і обслуговування їх на орбіті та повернення на Землю. Це дозволяло розгорнути та використовувати бойові космічні угруповання, що стало базою для проголошеної в подальшому США Стратегічної оборонної ініціативи (СОІ).

Співробітники Інституту проблем механіки АН СРСР під керівництвом академіка М. В. Келдиша 1975 р. направили Л. І. Брежневу записку, в якій було проаналізовано можливість «Спейс шаттла» виконувати боковий маневр до 2000 км і здійснювати «нирвання» в атмосферу, наприклад над Москвою, з подальшим поверненням на орбіту. Це унеможливило запобігання ядерному удару по стратегічних центрах СРСР і серйозно порушувало, що паритет складений між наддержавами.



Двоступінчаста ракета-носії «Зеніт» в цеху

17 лютого 1976 р. вийшла постанова уряду про створення багаторазової космічної системи у складі ракети-носія 11К25 та орбітального літака «Енергія-Буран». Так дістав підтвердження напрям, розроблений під керівництвом Генеральних конструкторів В. П. Глушка і В. Ф. Уткіна, зі створення сім'ї РН, до якого належали РН середнього класу – «Зеніт», важкого – «Енергія» і надважкого – «Вулкан», у якому блок I ступеня РН «Зеніт» було уніфіковано для використання у складі перших ступенів «Енергії» (4 шт.) і «Вулкана» (8 шт.).

16 березня 1976 р. було прийнято постанову, яка далі дістала назву про створення універсального космічного ракетного комплексу 11К77. Головним розробником було призначено КБ «Південне». Провідним конструктором з комплексу «Зеніт» було призначено В. Г. Команова. Прийняттю постанови, передували тривалі технічні пошуки. Ще на початку розробки МБР 15А14 у 1968 р. спробували обрати проектні параметри ракети, враховуючи можливість використовувати її традиційно як РН. Проте обрати компромісні параметри не вдалося, а зростаючі вимоги до ваги корисних навантажень, які виводять на орбіту, змусили остаточно відмовитися від таких спроб. До цього часу значний обсяг космічних досліджень як у військових, так і в наукових цілях припадає на завдання, що вирішують КА середньої ваги (~7 тс) - зв'язок, розвідка, навігація, дослідження навколосемного і міжпланетного простору. Основною тенденцією було збільшення кількості пусків (50-100 у рік) для створення постійно діючих космічних систем. Усе це вимагало створення нового космічного ракетного комплексу середнього класу.

У грудні 1969 р. Головне управління космічних засобів МО СРСР, яке було Замовником РН і КА, видало КБ «Пів-

денне» тактико-технічні вимоги на багатощільовий ракетний комплекс 11К77. Основні з цих вимог такі:

вага корисного вантажу, що виводять на колову орбіту 200 км з нахилом 90° - 8-8,5 тс, на орбіту с перигеєм 700 км, апогеєм 40000 км і нахилом $63,5^\circ$ - 2 тс;

компоненти палива - АТ+НДМГ;

високоавтоматизований стартовий комплекс, що забезпечує час пуску ракети-носія - 1,5 години, періодичність пусків - 5 годин;

відведення відокремлюваних частин РН у задані райони падіння;

транспортування ступенів РН залізничним транспортом на будь-яку відстань і зі швидкостями, що забезпечує залізничний транспорт.

У 1970 р. було випущено матеріали аванпроекту на ракетний комплекс 11К77. РН було розроблено в моноблоковому двоступінчастому варіанті з орбітальним ступенем багаторазового запуску. Діаметр корпусу становив 3,6 м, енергетичні можливості РН забезпечували виведення корисного вантажу вагою 8,4 тс на стандартну орбіту ($H_{\text{кол}} = 200 \text{ км}$, $i = 90^\circ$).

У 1971 р. випущено матеріали нового аванпроекту, у яких РН ракету-носії було представлено у блоковому варіанті: перший і другий ступені являли собою зв'язку з двох бойових ракет 15А14, а третій ступінь - нової розробки. Це зумовлювалось намаганням скоротити вартість і терміни створення РН за рахунок максимального використання технології виробництва ракети 15А14 та ін.

Можливість максимально використовувати бойову ракету 15А14 для створення РН було також розглянуто в аванпроекті на ракетний комплекс 11К66, випущеному в 1972 р. Як перший ступінь використано перший ступінь 15А14 з максимальним збільшенням запасу палива, другий ступінь - також на базі другого ступеня 15А14

з оптимальним доливанням палива. Загальна довжина РН становила 42,8 м, стартова вага - 271 тс, енергетичні можливості для виведення корисного вантажу на стандартну орбіту - 5,9 тс.

Потім відбувся істотний поворот в ідеології створення ракетного комплексу «Зеніт». У жовтні 1973 р. ГУКОЗ видало вихідні дані на розробку технічних пропозицій на універсальний космічний ракетний комплекс 11К77, у яких виклало вимоги застосування нетоксичних компонентів палива - кисню і гасу, а також використання РН середнього класу як базової для створення РН легкого і важкого класів.

У технічній пропозиції, випущеній за вихідними даними Замовника у 1973 р., базову РН середнього класу розроблено на нетоксичних компонентах палива. Для збереження технології виробництва діаметр корпусу дорівнював трьом метрам, що зумовило розробку РН у блоковому варіанті: перший ступінь - два блоки, другий ступінь - один блок, розташування ступенів паралельне. В подальшому було прийнято рішення про перехід на моноблок, що значно спрощувало динамічну схему РН, але це потребувало збільшення діаметра корпусу до 3,9 м.

Перехід на низькокиплячі компоненти палива був для КБ «Південне» значним випробуванням і багато хто сприйняв його без ентузіазму. Це не дивно - адже само КБ завдячувало своїм народженням і подальшими успіхами саме створенню ракет на висококиплячих компонентах і протягом своєї майже вже 20-річної історії успішно розвивало цей напрям, створюючи бойові ракети та РН на їх базі. Проте вимога Замовника, а також участь у програмі зі створення багаторазової космічної системи «Енергія - Буран» зумовили необхідність освоєння низькокиплячих екологічно чистих компонентів палива.

Багаторазова космічна система (БКС) «Енергія - Буран», зовні мало відрізняючись від американської БКС «Спейс шаттл», мала безперечну перевагу - розміщення маршових ракетних двигунів не на орбітальному літаку, а на паливному відсіку другого ступеня, що дозволяло мати незалежну РН - «Енергію» для запуску важких космічних апаратів вагою до 100 тс на навколосезонні орбіти. Для забезпечення високих енергетичних можливостей РН «Енергія», за використання блока першого ступеня РН 11К77 як блоків першого ступеня РН «Енергія», потрібно було забезпечити максимально можливий запас палива, тому за обраного діаметра блока 3,9 м його довжину було прийнято максимальною (31,4 м), зважаючи на транспортування залізничним транспортом. Довелося навіть погоджувати з МШС заходи з усунення перешкод на маршруті транспортування.

Використання рідкого кисню вимагало значних змін у технології виробництва, застосовуваних матеріалах, дооснащення експериментальної бази. НВО «Енергія» запропонувало застосувати конструкційний матеріал 1201, який використовувався на РН «Енергія», проте технологія зварювання вузлів зі сплаву 1201 була дуже складною, і її не забезпечувало наявне у ПМЗ устаткування. Спільно з заводом було проведено комплекс робіт, який показав, що як конструкційний матеріал краще застосовувати нагартований сплав підвищеної міцності - АМг-6-НПП, який дозволяв, використовуючи освоєну технологію автоматичного аргонодугового зварювання, забезпечити коефіцієнт міцності зварного шва не нижче 0,9 міцності основного металу. Була ще одна причина, через яку завод не погоджувався на матеріал 1201. Цей матеріал без спеціального покриття корозійно нестійкий в атмосфері, а тим більше з компонентами палива АТ і НДМГ.

Перехід на діаметр 3,9 м вимагав дооснащення заводу необхідним устаткуванням, у тому числі стапелями складання-зварювання обичайок паливних баків, спеціальними верстатами для фрезерування вафельних обичайок, штампувальним оснащенням для формування днищ тощо. Їстотних змін у технології потребував також перехід від панельованих корпусів паливних баків до вафельних. Значну роль у цьому відіграв Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона АН УРСР (директор Б. Є. Патон), що розробив і впровадив у ВО ПМЗ потужні електрозварювальні машини контактнo-стикувального зварювання поздовжніх швів вафельних обичайок і шпангоутів складного перерізу, а також сухих відсіків, що майже повністю замінило kleпання.

Експериментальна база потребувала дооснащення і створення нових стендів і устаткування для відпрацювання вузлів автоматики і ряду систем РН на кріогенному паливі. Крім того, було розроблено велику номенклатуру устаткування для оснащення стендової бази НДІхімашу для проведення проливних і вогневих стендових випробувань ступенів РН.

Творцем наземного комплексу стало КБ транспортного машинобудування (Головний конструктор В. М. Соловйов) – розробник стартових комплексів РН «Циклон-2» і «Циклон-3». Під час проектування КРК «Зеніт» уперше в було реалізовано принцип комплексного підходу до вирішення проблем системи «РН - наземне технологічне устаткування», що враховувало на основі компромісних рішень взаємні вимоги. При цьому в кожному конкретному випадку вирішували: наскільки можна поступитися енергетичними характеристиками РН для реалізації повної автоматизації передстартової підготовки або, навпаки, як за конкретної схеми

функціонування комплексу обрати тип і місце розташування вузлів зв'язку РН з наземними системами, щоб шкода для енергетичних можливостей РН була мінімальною.

КРК «Зеніт» спочатку проектували як повністю автоматизований комплекс, що не потребує присутності обслуговуючого персоналу під час перебування РН на пусковому столі в процесі передстартової підготовки, яка дозволяє керувати пусковими процесами дистанційно. При цьому за дві з половиною хвилини здійснюється стикування в автоматичному режимі трьох з половиною тисяч електричних кіл і двадцяти п'яти паливних і газових магістралей стартових систем з РН. Менше ніж за годину здійснюється заправлення в РН більше 400 тонн компонентів палива.

Найскладнішим питанням, зважаючи на новизну технічних рішень, було розроблення і погодження вихідних даних на створення КРК. Представники КБ «Південне», КБТМ, а потім і Ново-Краматорського машинобудівного заводу (НКМЗ) працювали у постійному контакті. Особливо складними виявилися питання ув'язки РН з транспортно-встановлювальним агрегатом і проведення вогневих технологічних випробувань першого ступеня РН на старті.

Першу групу питань вирішили введенням на першому ступені РН спеціальних силових опорних вузлів і переконструюванням приладового відсіку другого ступеня, а другу - створенням засобів утримання РН на пусковому столі. Хоч проведення вогневих випробувань першого ступеня РН на старті не було прийнято, застосування системи утримання РН на старті до контакту піднімання залишалося актуальним. Річ у тому, що розгляд умов старту та його параметрів показав можливість виникнення аварійної ситуації, під час

впливу збурювальних факторів на РН. На цьому етапі робіт уже було прийнято основні рішення щодо РН, пускового пристрою та їх взаємного зв'язку, тому пошук робочої схеми утримання виявився міцним горішком для конструкторів КБТМ і КБ «Південне». На це витратили більше року. Оригінальне рішення запропонував заст. Головного конструктора КБТМ К. Г. Левін.

Було створено імітатор РН і спеціальний вертикальний стенд, з використанням яких на Юргінському машинобудівному заводі проведено комплексні функціональні випробування засобів утримання РН. Як показали подальші події, наявність системи утримання була справжньою знахідкою для проекту «Морський старт», оскільки уможливила пуски під час хитання пускової платформи в умовах хвилювання океану.

Розробка оригінальної конструкції вузлів зв'язку РН з наземним устаткуванням, рознесення їх по двох рівнях (міжступінчаста зона і хвостовий відсік першого ступеня) та поєднання їх за функціональними ознаками дозволили спростити і повністю автоматизувати виконання стикувальних робіт на пусковому пристрої. Така схема в поєднанні з розстикуванням електропневмокомунікацій ходом стартуючої РН уперше створила передумови для повної відмови від вузлів разової дії на стартовому комплексі.

Систему керування РН «Зеніт» виконано на базі високоточного комплексу командних приладів і швидкодійного цифрового обчислювального комплексу. Поряд з традиційними завданнями СК РН «Зеніт» вирішує ряд нових завдань:

забезпечення безударного виходу РН з пускової установки шляхом керування поперечним зміщенням її хвостової частини на стартовій ділянці;

обмеження поперечних навантажень на конструкцію РН під час руху в щіль-

них шарах атмосфери регулюванням просторового кута атаки;

забезпечення стабільності енергетичних характеристик двигуна РД-170 реалізацією алгоритмів зв'язаного регулювання режиму тяги РУ і системи керування витратою палива (СКВП) з урахуванням індивідуальних характеристик кожного екземпляра двигуна РД-170;

забезпечення проведення бокового маневру другого ступеня за ризиканням, що забезпечує майже будь-який нахил орбіт виведення космічних апаратів, а також дозволяє скоротити кількість районів падіння відокремлюваних частин РН.

На космічному ракетному комплексі «Зеніт» уперше впроваджено автоматизовану систему керування підготовкою носія (АСК ПН), що виконує функції централізованого керування передстартовою підготовкою і пуском РН з проведенням глибокого діагностування стану вузлів і систем і забезпеченням своєчасного припинення пускових операцій у разі виходу контрольованих параметрів за допустимі межі. АСК ПН повністю забезпечує підготовку і пуск дистанційно за відсутності особового складу поблизу пускової установки.

Реалізовані принципи і технічні рішення зі зв'язку РН з КА, до яких належать розробки єдиного великогабаритного головного обтічника, та уніфікованого посадкового місця для КА і спеціальної системи їх відокремлення від РН, забезпечення «комфортних» умов за параметрами середовища в зоні розміщення КА, необхідний обсяг і параметри електричних команд для КА в системі керування, забезпечують високу універсальність застосування РН із різними КА.

Систему телеметричних вимірювань космічного ракетного комплексу розробляло НВО ВТ (Генеральний директор О. О. Сулімов), систему зов-

нішньотраєкторних вимірювань ракети-носія - НДІ РВ (Головний конструктор Г. О. Барановський). До складу бортового вимірювального комплексу РН було введено базову радіотелеметричну систему «Сиріус», розроблену за активної підтримки КБ «Південне» з використанням найпередової технології в мікроелектронному виконанні. Для зовнішньотраєкторних вимірювань використовували системи «Вега» і «Меркурій-М». Пізніше до складу першого ступеня було введено систему автономної реєстрації «Планета» із записом інформації.

Жорсткі вимоги до необхідних часових критеріїв підготування РН до пуску вимагали автоматизації всіх процесів підготовки та випробувань системи вимірювань. Це завдання успішно вирішили спеціалісти КБ «Південне» за участю ОКБ «Спектр» Рязанського радіотехнічного інституту (директор - Головний конструктор В. І. Везенов) і ОКБ МЕІ (директор К. О. Победоносцев).

Під час проектування ракети-носія «Зеніт» передбачалося, що її пуски здійснюватимуть з полігонів Байконур і Плесецьк у широкому діапазоні нахилів орбіт - від 46° до 98°. У 1981 р. комісія в складі представників полігону Байконур, Замовника і КБ «Південне» провела рекогносцирувальні роботи щодо прив'язки районів падіння відокремлюваних частин РН і погодження цих районів з місцевою владою на територіях Казахської РСР і Туркменської РСР.

Важко було забезпечити виведення космічних апаратів на сонячно-синхронну орбіту з нахилом 98°. З полігону Байконур це було можливо тільки для пусків у південному напрямку, де трасу було абсолютно не обладнано вимірювальними пунктами. Рекогносцирувальна комісія обрала місце для розміщення південного вимірювального пункту - поблизу селища Сандикачі

Туркменської РСР. (У зв'язку з розпадом Радянського Союзу роботи з його створення було припинено.)

Під час створення РН на базі бойових ракет визначальними були льотні випробування. Щодо КРК «Зеніт» центр ваги було перенесено на наземне відпрацювання, при цьому сума витрат на нього становила 64 % загальної вартості створення всього комплексу. Цьому сприяла також участь у програмі «Енергія – Буран», у якій лівова частка обсягу робіт припадала на наземне експериментальне відпрацювання.

Технічний і стартовий комплекси РН «Зеніт» створювали на полігоні Байконур, причому як технічний комплекс було використано дообладнаний монтажно-випробувальний корпус бойової ракети Р-36, а стартовий комплекс зроблено заново. Будівництво розпочалося 1978 р., проте значний обсяг будівельно-монтажних робіт і реальний процес уведення в експлуатацію об'єктів військовими будівельниками ставили під загрозу зриву навіть строки початку льотних випробувань. Для координації робіт будівельних підрозділів було створено міжвідомчу робочу групу під керівництвом провідного конструктора КБТМ І. М. Перельмана, в роботі якої брали участь спеціалісти КБ «Південне» та інших суміжних підприємств. Це багато в чому визначило успішний хід будівництва, монтажу та випробувань наземного технологічного устаткування.

Для надійнішого забезпечення строків готовності до льотних випробувань було вирішено поетапно вводити в експлуатацію об'єкти КРК «Зеніт».

Автономні випробування наземного технологічного устаткування технічної позиції проводили з червня 1982 р. до липня 1983 р. з використанням заправного й електричного макетів РН, паралельно проводили автономні випробування і на стартовому комплексі.

Значну увагу під час випробувань приділялися чистоті заправних комунікацій систем заправлення РН газом і особливо киснем, зважаючи на вплив чистоти на роботу двигуна. В процесі налагодження, автономних і комплексних випробувань стартового устаткування було виконано три установки на ПУ електричного і 16 установок заправного макетів РН.

Перша черга технічного і стартового комплексу в лютому 1984 р. пройшла повний обсяг наземного відпрацювання у цілому з позитивними результатами. Проте для ретельнішої перевірки готовності комплексу до льотних випробувань спільним рішенням Замовника і МЗМ у програму льотних випробувань було введено додатковий - передпольотний етап ЛКВ, на якому проведено комплексну перевірку готовності наземного технологічного устаткування ТП і СК, програмно-методичної та експлуатаційної документації, а також готовність випробувальних підрозділів і всіх служб забезпечення полігону. Це рішення пояснювалося ще й тим, що до цього часу не було позитивного результату вогневих стендових випробувань першого ступеня ракети-носія (успішне випробування відбулося тільки 1 грудня 1984 р.).

Нарешті, усю підготовчу роботу завершено і першу ракету-носію виготовлено і здано Замовнику 29 грудня 1984 р.

Державні спільні льотні випробування КРК «Зеніт» проводили під керівництвом Державної комісії на чолі з першим заступником Начальника головного управління космічних засобів МО СРСР Г. С. Титова та заступником голови, технічним керівником випробувань - Генерального конструктора КБ «Південне» В. Ф. Уткіним.

Для проведення ЛКВ було заплановано 12 пусків ракет-носіїв. Щоб уникнути ризику втрати дорогих космічних

апаратів для ЛКВ було створено еквіваленти корисного навантаження (ЕКН), що являли собою габаритно-вагові макети космічних апаратів.

За програмою ЛКВ перші два пуски планували для виведення еквівалентів корисного навантаження на суборбітальну траєкторію (незамкнену орбіту).

Держкомісія запланувала перший пуск на 12 квітня 1985 р., проте пуск у цей день не відбувся: спочатку через просідання напруги у мережі енергопостачання довелося перенести пуск на 2 години, а потім і відкласти на наступний день через нерозведення затискачів на транспортно-встановлювальному агрегаті. 13 квітня 1985 р. проведено перший пуск РН «Зеніт» 1Л.

Завдання перевірки динаміки старту, режимів роботи усіх систем і агрегатів першого ступеня, розділення ступенів, запуску і виходу на режим двигунів другого ступеня було виконано, і результати пуску РН Державна комісія оцінила позитивно.

Це була перемога після десятирічної напруженої роботи колективів усієї кооперації розробників. Другий пуск РН було проведено 21 червня 1985 р., він також відбувся успішно.

Протягом 1985-1987 рр. у рамках льотних випробувань проведено ще 9 пусків. Усі вони відбулися успішно, при цьому виведено на орбіти як динамічні макети КА та еквіваленти корисних навантажень, так і два КА - «Тайфун-1Б» і «Цілина-2». Постановою уряду від 1 грудня 1988 р. космічний ракетний комплекс «Зеніт» з КА «Цілина-2» було прийнято на озброєння.

Одночасно зі створенням КРК «Зеніт» КБ «Південне» брало участь у створенні багаторазової космічної системи «Енергія - Буран», у якій перший ступінь РН «Зеніт» використовували як модульну частину 11С25 блока «А» РН «Енергія». Модульна частина 11С25 і

перший ступень РН «Зеніт» максимально уніфіковані, проте пакетна схема РН «Енергія» з передачею осьових сил від бокових блоків до центрального «Ц» через опорні вузли, розташовані не на поздовжній осі, а на периферії, визначили надзвичайно високий рівень навантаження корпусу модульної частини. Тому для виготовлення циліндричних обичайок баків було використано нагартвані плити завтовшки 32,5 мм для одержання вафельних обичайок з високою несучою здатністю. Випереджальне відпрацювання РН «Зеніт» істотно допомогло забезпечити створення БКС «Енергія – Буран».

Використання КРК «Зеніт» для запусків пілотованих кораблів зумовлювалось необхідністю збільшити кількість їх екіпажів, а також вагу доставлюваного на космічні станції вантажу, оскільки енергетичні можливості РН «Союз» було обмежено.

У 1979 р. КБП спільно з НВО «Енергія» розробило проектні матеріали щодо можливості використання КРК «Зеніт» для запуску багатоцільового вантажопасажирського корабля 7К-М «Зоря». Новий корабель за допомогою РН «Зеніт» забезпечував доставку на орбіту екіпажу у складі до 9 чоловік, вантажів до 3 тс і повернення на Землю вантажів до 2 тс.

У склад КРК необхідно було ввести башту обслуговування. РН і комплекс у цілому забезпечували проведення пілотованих пусків, оскільки висунуті під час розробки основні вимоги для їх виконання було враховано.

На жаль, велике навантаження НВО «Енергія» створенням БКС «Енергія – Буран» не дозволило розгорнути роботи щодо корабля «Зоря», а в 1989 р., у зв'язку з недостатнім фінансуванням, роботи було припинено. Якби цього не сталося, КРК «Зеніт» з КК «Зоря» міг би бути затребуваним для створення та експлуатації МКС.

Під час розробки РН «Зеніт» передбачалося використовувати її як базову для створення сім'ї РН як легкого, так і важкого класів. Використання блоків першого ступеня в БКС «Енергія – Буран» було реалізовано.

У 1976 р. КБ «Південне» спільно з НВО «Енергія», КБЕМ НВО «Енергія», НДІ АП, КБТМ і ПМЗ виступило з технічною пропозицією створити космічний ракетний комплекс важкого класу К11К37 на базі РН «Зеніт», тобто ракетний комплекс на екологічно чистих компонентах палива з енергетичними можливостями більшими, ніж у РН «Протон».

У 80-90-х роках РН «Зеніт-2» уже показала себе в запусках як надійний автоматизований екологічно чистий засіб виведення КА і стала відомою у світі.

Першою спробою переорієнтації РН «Зеніт» на зарубіжного замовника став ще у радянські часи проект космічного ракетного комплексу з розміщенням на мисі Кейп-Йорк на півночі Австралії. Географічне розташування передбачуваного космопорту було майже ідеальним з погляду балістики виведення КА: близькість екватора, відсутність заселених територій у східному напрямку, оптимальному для запусків КА на геостационарну орбіту. Було проведено передконтрактні і конструкторські роботи. З'ясувалося, що у разі фактичної реалізації проекту буде необхідна модернізація РН «Зеніт» у триступінчастий варіант за умов збереження її екологічної чистоти. Як третій ступінь обрано розгінний блок ДМ на екологічно чистих компонентах, що створила РКК «Енергія» у рамках місячної програми Н1-Л3, а після її закриття його успішно використовували як четвертий ступінь РН «Протон». І хоч австралійський проект було закрито через відсутність фінансування, КБ «Південне» і РКК «Енергія» набули нового досвіду

контрактної діяльності і залишилися потенціальною компаньйонами у подальшому просуванні триступінчастої РН на космічний ринок.

КБ «Південне» майже одночасно з початком робіт за програмою РКК «Морський старт» узяло участь у міжнародному тендері на запуски КА глобальної телекомунікаційної системи Globalstar, запропонувавши запуски кластерів з 12 апаратів на борту двоступінчастої РН «Зеніт-2» з космодрому Байконур. Тендер виграла, і КБ «Південне» за погодженням з компанією «Морський старт» уклало з компанією Space Systems/Loral контракт на проведення трьох запусків.

Для забезпечення запусків за програмою Globalstar було створено нові вузли і системи РН «Зеніт-2». Незважаючи на аварійне завершення першої місії за програмою, що призвело до втрати усіх 12 КА і до закриття проекту, програма Globalstar стала для КБ новим (після австралійського проекту) кроком у міжнародній космічній діяльності.

РН «Циклон»

У другій половині 60-х рр. у НВО «Алмаз» під керівництвом Головного конструктора А.І. Савіна почали розробляти системи протикосмічної оборони та морської розвідки. Проектовані КА військового призначення типу «Винищувач супутників» передбачалося виводити на орбіту ракетою УР-200 розробленої ОКБ-52. Однак за рішенням уряду розробки ракети УР-200 було припинено, і завдання виведення у космос КА типу ВС покладено на новий носій, який пропонували розробити на базі ракети Р-36, яку вже випускали серійно. 24 серпня 1965 р. вийшла постанова уряду про створення спеціальної модифікації ракети Р-36, що забезпечує виведення на необхідну орбіту КА масою до трьох тонн з високою готовністю до пуску.

Бойова ракета Р-36 орбітального варіанта по суті вже була космічним носієм, але тоді її льотні випробування тільки починалися. Тому, зважаючи на терміновість завдання, ескізний проект РН було розроблено на базі обох варіантів ракети Р-36 – 11К67 і 11К69. Це дозволило почати ЛКВ ракети Р-36 проміжного варіанта з супутниками систем розвідки і протикосмічної оборони майже на два роки раніше.

У 1965 р. почалася доробка ракети 8К67 для космічного носія - встановлення нових елементів конструктивного, електричного та пневмогідролічного стикування ракети з КА, а також заміна частини бортових приладів системи керування на прилади зі складу СК ракети 8К69. Крім того, силами КБТМ (Головний конструктор В. М. Соловійов) було здійснено доопрацювання агрегатів наземного стартового комплексу. До 1967 р. весь обсяг доробок ракети і стартового комплексу завершено, і РН з індексом (11К67) під назвою «Циклон» вийшла на льотні випробування.

Для проведення випробувань РН і запусків КА на НДВП-5 було створено 5 випробувальне управління на чолі з полковником П. С. Батурінін. Технічним керівником випробувань став провідний конструктор комплексу Л. Д. Кучма. Протягом 1967–1968 рр. на необхідні орбіти виведено п'ять КА системи ВС – три апарати як мішені, та два прототипи КА ВС.

3 серпня 1969 р. почалися пуски РН 11К69 (надалі «Циклон-2») з космічним апаратом ВС вітчизняної системи ПРО. Для неї вперше було створено автоматизований стартовий комплекс під керівництвом Головного конструктора КБТМ В. М. Соловійова. Він складався з двох пускових установок, командного пункту РН і командного пункту КА. В інших спорудах розміщувалося технологічне устаткування пускових устано-



Пуск РН «Циклон-2»

вок. У процесі підготовки РН і КА до пуску всі ручні операції було переведено на технічну позицію. Як засіб автоматизації передстартової підготовки на пусковій установці було встановлено спеціальний транспортно-встановлювальний агрегат (ТВА), по якому прокладено заправні, електричні і пневмогідравлічні комунікації від бортових елементів ракети та космічного апарата для зв'язку з наземними системами. На технічній позиції повністю складену РН з пристикованими КА перевантажували на транспортно-встановлювальний агрегат. За допомогою регламентної апаратури технічної позиції проводили комплексні випробування бортових систем спільно з транспортно-встановлювальним агрегатом. Тепловоз стартового комплексу, оснащений системою дистанційного керування, доставляв РН з КА на пускову установку. Протягом

двох хвилин автоматично стикувалися магістралі високого тиску азоту і повітря, комунікації рідинного й повітряного термостатування і понад 5 тисяч електричних кіл РН і КА. Потім стикувалися магістралі заправки компонентами палива. У процесі піднімання й встановлення РН на пусковий пристрій перевіряли стан бортових систем ракети і КА. Після одержання польотного завдання здійснювали дистанційне прицілювання носія і комплексну перевірку КА.

Завершення операцій прицілювання й перевірки КА було дозволом на заправку ракети. Усі баки заправляли одночасно в автоматичному режимі методом видавлювання компонентів з резервуарів сховищ за допомогою стиснених газів. Для нейтралізації пари компонентів палива вперше створено спеціальну установку, обладнану системою дистанційного керування і контролю

Стартову схему комплексу було виконано так, що всі деталі разової дії, що виходили з ладу під час пуску, розташовували на опорному кільці ТВА. Для підготовки і встановлення РН до наступного пуску ТВА знімали з ПУ і направляли в технічну зону для нейтралізації заправних комунікацій та замінення деталей разової дії. Після цих операцій пускова установка була повністю готова до наступного пуску. Під час випробувань РН у МВК і на стартовому комплексі значний обсяг робіт із заміни наземної технологічної апаратури і подальших автономних і комплексних випробувань заново введених бортових систем здійснювали спеціалісти КБ.

Перший пуск РН 11К69 відбувся 6 серпня 1969 р. Він пройшов успішно, і в цьому була значна заслуга бригади спеціалістів КБ «Південне» і молодого технічного керівника випробувань Л. Д. Кучми.

В подальшому для відпрацювання системи ВС почали використовувати найпростіші супутники комплексу «Ліра» (також розробки КБ «Південне»), які запускали носії 11К65М з НДВП-53. У 1971 р. серією з трьох випробувань продемонстровано принципову можливість перехоплення орбітальних об'єктів на висотах до 1000 км. Успішне завершення цих випробувань дозволило 1973 р. прийняти в експлуатацію комплекс ВС і допоміжний комплекс «Ліра». Всього в період з 1969 до 1982 рр. РН 11К69 виведено три КА мішені і 18 КА перехоплювачів. Космічний комплекс з ракетою 11 К69 було прийнято в дослідну експлуатацію і на озброєння. Його створення у складі кількох космічних систем двічі відзначено Ленінською премією, серед лауреатів були М. Ф. Герасюта (1972 р.) і Л. Д. Кучма (1980 р.). РН 11К69 «Циклон-2» є одним із найнадійніших космічних носіїв легкого класу у світі - понад сто польотів без жодної аварії.

Історія створення ще одного, більш потужного носія на базі бойової ракети Р-36 починалася у другій половині 60-х рр. У 1966 р. А. І. Савін звернувся до КБ «Південне» з пропозицією створити РН з більш високими енергетичними можливостями для запуску КА УСК-МО системи раннього виявлення запуску балістичних ракет. Таку РН 11К68 «Циклон-3». невдовзі було створено також на базі орбітального варіанта ракети Р-36 із застосуванням розгінного ступеня. Ескізний проект РН було розроблено 1967 р. Перший і другий ступені використовували з ракети 8К69, а розгінний ступінь виготовлено заново на базі серійної ОГЧ 8Ф021. Компонувальна схема розгінного ступеня в основному відповідала схемі ОГЧ 8Ф021. Було збільшено місткість тороїдальних баків, наддування їх здійснювали гелієм з кулебалона високого тиску. У верхній

частині ступеня встановлювали трубчасту приладову раму, на яку кріпився КА. Для розгінного ступеня РН 11 К68 КБ-4 розробило однокамерний РРД 11Д25 (РД-861) дворазового вимикання з турбонасосною системою подачі самозаймистих компонентів палива, без допалювання генераторного газу. Двигун забезпечував тягу в пустоті 8026 кг з регулюванням у діапазоні $\pm 5\%$, а також керування польотом розгінного ступеня по каналах стабілізації за допомогою розподілу вихлопних газів турбіни між рульовими соплами. Двигун до цього часу не має собі рівних у своєму класі: питомий імпульс тяги в порожнечі становить 317 кгс·с/кг при масі двигуна 123 кг, чого було досягнуто застосуванням камери згоряння трубчастої конструкції. Система викиду генераторних газів після ТНА забезпечує керування на ділянці польоту третього ступеня по всіх каналах. Вона складається з газопроводів, газорозподільників і 8 нерухомих газових сопел - чотирьох з тангажа й рискання і чотирьох з крену. Обидва запуски двигуна здійснювалися за допомогою піростартерів.

Система керування РН 11К68 складається з двох автономних систем: СК першого і другого ступенів, що забезпечує передстартову підготовку, старт і керування польотом РН до моменту відокремлення розгінного ступеня, і СК розгінного ступеня для керування польотом на наступній ділянці виведення КА на орбіту. Зв'язок між командними гіроскопічними приладами систем керування здійснюється за узгодженням посадкових місць приладів в умовах заводського складання, часовий зв'язок роботи систем забезпечується обміном командами та сигналами. СК першого і другого ступенів розробило КБ електроприладобудування, третього ступеня - Київський радіозавод (Головний конструктор - А. І. Гудименко). Відокрем-

лення розгінного ступеня забезпечується гальмуванням відокремлюваного другого ступеня за допомогою твердопаливного двигуна. Головний обтічник скидається під час польоту другого ступеня після проходження щільних шарів атмосфери. КА відокремлюється за допомогою пружинних штовхачів.

Автоматизований стартовий комплекс для РН 11К68 розробило КБТМ на НДВП-53. В основу його створення закладено принципові конструктивні та технологічні рішення, відпрацьовані на СК для ракети 11К69.

Після розробки ракетного комплексу відбулася вимушена «пауза», пов'язана з тим, що космічний апарат УСК-МО, для якого спочатку призначався РН внаслідок своїх масових і орбітальних характеристик, що збільшилися, «пішов» на потужніший носій. Знадобився певний час, щоб перевести КА радіотехнічного спостереження - «Цілина-Д»

- з носія 8А92М на РН «Циклон-3». Перший пуск РН із цим КА відбувся 28 червня 1978 р., після чого запуски КА «Цілина-Д» відбувалися паралельно на обох носіях, і тільки з 23 квітня 1983 р. КА «Цілина-Д» повністю «закріпився» на РН «Циклон-3».

У 1980 р. космічний ракетний комплекс «Циклон-3» було взято на озброєння з КА «Цілина-Д», а його творців удостоїли високих урядових нагород. Лауреатами Ленінської премії стали Б. І. Губанов і В. Г. Команов, Державної премії СРСР - В. Ф. Уткін і О. А. Міхальцов.

В подальшому КРК «Циклон-3» приймали в експлуатацію у складі систем «Метеор» (1982), «Мусон» (1985), «Стріла» (1991). У зв'язку з потребою запустити 6 супутників системи «Стріла-3» однією РН розробник системи керування розгінного ступеня здійснив її модернізацію.

Роль ракетної техніки в дослідженні космосу

Проілюструємо можливості засобів ракетної техніки для досліджування космосу та значення одержаних результатів. Бурхливо розвивалася рентгенівська астрономія завдяки виведенню рентгенівських телескопів за межі земної атмосфери за допомогою ракет і штучних супутників Землі — довготривалих спеціалізованих рентгенівських обсерваторій (УХУРУ, «Ейнштейн», «Чандра» та ін.) [1]. В рентгенівських променях спостерігається вся різноманітність космічних об'єктів і явищ, зокрема високоенергетичних (зорі, квазари, галактики та їх скупчення, спалахи, сплески тощо), що забезпечується високою чутливістю рентгенівських телескопів. Спостереження в рентгенівському діапазоні космічних явищ зі значним енерговиділенням (спалахи наднових,

випромінювання від активних галактичних ядер, від взаємодії релятивістських електронів з магнітними полями та ін.) мають велике значення, адже завдяки їм стало зрозуміло, що саме високоенергетичні процеси відіграють вирішальну роль в утворенні та еволюції космічних структур усіх масштабів. Зокрема, рентгенівські спостереження дали перші свідчення виділення гравітаційної енергії при акреції — падінні речовини з навколишнього середовища на гравітуючий сколапсований об'єкт (нейтронна зоря, чорна діра) та перші дані щодо існування темної матерії у Всесвіті.

За допомогою супутника УХУРУ одержано такі фундаментальні результати: відкрито змінюваність рентгенівського випромінювання від багатьох

космічних об'єктів, у подвійних рентгенівських системах виявлено нейтронні зорі та чорні діри, а також явище акреції газу на сколапсований об'єкт як основне джерело енергії, виділюваної у вигляді рентгенівського випромінювання. Останнє стало загальноприйнятою моделлю пояснення джерел енергії квазарів і ядер активних галактик. Крім того, відкрито рентгенівське випромінювання від скупчень галактик, що генерується міжгалактичним газом, маса якого порівняна з масою всього скупчення (1972) [2].

В 1979 р. на навколосезну орбіту запущено нову, потужнішу, рентгенівську обсерваторію "Ейнштейн" з рентгенівським телескопом косоного падіння, чутливість якого в 1000 разів перевищувала чутливість телескопа на УХУРУ [3]. В результаті з'явилася можливість досліджувати всі типи астрофізичних джерел. Було відкрито полярні саява на Юпітері, рентгенівське випромінювання від зір головної послідовності всіх спектральних класів та від нових і наднових зір, джерела позагалактичного рентгенівського фону. Стало можливим спостерігати подвійні рентгенівські системи в нашій Галактиці та за її межами, наддалекі квазари в оптичному та радіодіапазонах. Спостереження за скупченнями галактик виявили в них складну морфологію розподілу яксривості рентгенівського випромінювання, що свідчило про незавершеність процесів злиття підструктур у скупченнях. Останнє стало використовуватися в космології при вивченні утворення та еволюції структур у ранньому Всесвіті. Продовжив дослідження наддалеких скупчень галактик супутник РОСАТ. В 1999 р. запущено супутник "Чандра" з рентгенівським телескопом діаметром 1,2 м (орбітальна рентгенівська обсерваторія). Завдяки його високій чутливості та кутовій роздільній здатності було

вирішено проблему космічного рентгенівського фону, яка від його відкриття в 1962 р. залишалася нерозв'язаною. Цей фон вдалося "розкласти" на мільйони індивідуальних джерел, якими виявилися ядра активних галактик, квазари і нормальні галактики [4]. Рентгенівське випромінювання дає можливість досліджувати астрофізичні явища, в яких речовина має температуру в мільйони градусів, а частинки прискорюються до релятивістських енергій.

На цьому етапі відбулося становлення і нейтринної астрофізики, в якій вивчають фізичні процеси в космічних об'єктах за участю нейтрино. Нині розрізняють космологічні (реліктові) нейтрино, зоряні (в т.ч. сонячні) та космічні нейтрино високих енергій.

В 2005 точно встановлено, що у Всесвіті справді є і переважає темна матерія, розподілена в ньому нерівномірно (в галактиках, міжгалактичному просторі) і яка проявляє себе завдяки гравітаційній взаємодії. Кількість звичайної матерії визначається за спостереженнями у видимому світлі і становить, за даними 2003 р., тільки 4%. Природа темної матерії, якої у Всесвіті ~23%, ще остаточно не з'ясована.

Величезне значення мало експериментальне відкриття приладами супутника СОBE, запущеного в 1989 р., анізотропії космічного реліктового випромінювання (1992) [5], яке ще раз і вже остаточно довело справедливості теорії Великого вибуху і, за словами одного з учасників проекту Дж. Смута, "привело до перевороту в наших поглядах на Всесвіт".

В процесі своєї еволюції зорі народжуються, живуть і вмирають, однак загальна картина Галактики і процесів, що в ній протікають, практично залишається незмінною, вона перебуває в стані динамічної рівноваги, хоч у ній і відбувається поступове нагромадження

“мертвих” об’єктів (білі карлики, нейтронні зорі, чорні діри).

Було одержано більш-менш повне уявлення про те, що відбувається в спостережуваній нині частині Всесвіту. Саме астрофізика дала новий погляд на Всесвіт, в якому високоенергетичні процеси відіграють вирішальну роль в його динаміці. В зв’язку з цим доречно навести висловлювання Р. Джиакконі:

“Класична концепція Всесвіту як спокійної і величавої системи, повільна еволюція якої регулюється споживанням ядерної енергії, пішла в минуле. Всесвіт, який ми знаємо нині, пронизано відгуками грандіозних вибухів і різкими змінами світності на великих енергетичних масштабах. Від початкового Вибуху і до утворення галактик та їх скупчень, від народження і смерті зір високоенергетичні процеси є нормою, а не винятком у ході еволюції Всесвіту” [1, с. 438].

В 1968 р. НАСА затвердило проект великого орбітального телескопа діаметром 3 м, якого на початку 80-х років названо “телескопом Хаббла”. Виведений на орбіту висотою 566 км з періодом обертання 96,2 хв 25 квітня 1990 р. космічним кораблем “Діскавері”, що стартував напередодні, 24 квітня. Найважливіші елементи конструкції телескопа — головне дзеркало діаметром 2,4 м та оптична система в цілому, а також шість наукових приладів — ширококутна і планетарна камера, спектрограф великого розділення, камера знімання та спектрограф тьмяних об’єктів, високошвидкісний фотометр, датчики точного наведення.

В 1993, 1997, 2002 та 2009 рр. чотирима експедиціями на телескоп (з виходом космонавтів у відкритий космос з космічних кораблів «Спейсшаттл») здійснювалося його модернізація з заміною низки приладів, зокрема 1993 р. встановлено систему оптичної корекції

COSTAR, та технічне обслуговування. Планується, що «Хаббл» працюватиме на орбіті до 2030—2040. Тільки за перші 15 років функціонування «Хаббла» з його допомогою було одержано 1 млн. зображень 22 тисяч космічних об’єктів. Серед важливих результатів «Хаббла»: уточнено значення сталої Хаббла, отже, вік Всесвіту; доведено, що в центрі галактик містяться масивні чорні діри; відкрито існування темної енергії; уможливило «побачити» еволюцію галактик; виявлено скупчення газу та пилу навколо молодих зір; побудовано карту розподілу темної матерії та карту поверхні Плутона, одержано додаткові дані щодо існування планет поза Сонячною системою; спостерігалися ультрафіолетові полярні сніжки на Сатурні, Юпітері та на його супутнику Ганімеді; знайдено значну кількість протопланетних дисків навколо зір у туманності Оріона та доведено, що процеси формування планет відбуваються в нашій Галактиці навколо багатьох її зір; одержано додаткові дані щодо планет поза нашої Сонячної системи; передано зображення зіткнення комети Шумейкерів–Леві з Юпітером у 1994 р., підтверджено ізотропність Всесвіту; одержано зображення протогалактик та перших згустків матерії, сформованих менше 1 млрд. років після Великого вибуху.

З 80-х років почалася розробка так званих інфляційних моделей Всесвіту, характерною рисою яких є введення в розгляд надзвичайно короткої фази на ранній стадії його еволюції, через ~10⁻⁴² с вибуху, — роздування, або інфляції, що передувала фрідманівському розширенню, коли його масштаби збільшувалися за експоненціальним законом, моделі Е. Гата, А.Д. Лінде та ін. Вони мали виправити ті недоліки, що були притаманні стандартному варіанту теорії гарячого Всесвіту, який не міг дати відповідь на

чимало запитань, наприклад, чому спостережувана частина Всесвіту однорідна і як в цій однорідній частині виникли початкові неоднорідності, необхідні для утворення галактик, чому різні частини Всесвіту, сформовані незалежно одна від одної, нині виглядають майже однаково, чому Всесвіт розширюється з швидкістю, яка майже збігається з критичною швидкістю розширення, що запобігає його зворотному, повторному постережува, тощо.

Неабияке значення мало виявлення в 1992 р. анізотропії реліктового випромінювання [5] та одержання низки нових результатів апаратурою супутника COBE (від Cosmic Background Explorer — дослідник космічного фону), запущеного на орбіту в 1989 р. (Дж. Смут, Дж. Мазер та ін.) (Нобелівська премія з фізики 2006 р.) [6, 7]. Значення проекту COBE в своїй Нобелівській лекції розкрив один з його активних учасників Дж. Смут.

“Відкриття анізотропії температури космічного реліктового випромінювання (РВ) спричинило переворот у наших уявленнях про Всесвіт... — зазначив він. — Побудова кутового спектра потужності флуктуацій температури РВ з плато, акустичними піками і загасаючим високочастотним кінцем привела до утвердження стандартної космологічної моделі, в якій геометрія простору плоска (відповідає критичній густині), темна енергія і темна матерія домінують і є тільки небагато звичайної речовини. Згідно з цією успішно підтверджуваною моделлю, спостережувана структура Всесвіту сформувалася завдяки гравітаційній нестійкості, яка підсилила квантові флуктуації, породжені в дуже ранню інфляційну епоху” [8, с. 1294].

Спостереження, проведені за допомогою абсолютного спектрофотометра в далекому інфрачервоному діапазоні FIRAS, встановленому на COBE, надій-

но довели, що космічний мікрохвильовий фон є справді реліктовим тепловим випромінюванням раннього Всесвіту, а спектр РВ відповідає спектру чорного тіла з температурою $T=2,725\pm 0,001\text{K}$. Прилад DIRBE, виявив і виміряв космічний інфрачервоний фон, створюваний, як вважають, першими зорями та дуже яскравими, багатими на пил галактиками на значних червоних зміщеннях (кілька одиниць). А це означало, що Всесвіт вдвічі яскравіший, ніж вважали раніше, виходячи з вимірювань яскравостей індивідуальних галактик. Було також одержано прокалібровані карти неба на багатьох довжинах хвиль та побудовано зображення нашої Галактики на цих хвилях.

Космологічний результат дав також мікрохвильовий радіометр DMR, встановлений на супутнику COBE. Було одержано карти анізотропії і спектра збурень РВ, зареєстровано і картографовано первинні збурення густини у Всесвіті, які саме й утворили його великомасштабну структуру. А на основі одержаного спектра потужності кутової анізотропії РВ, зокрема його акустичних піків, вдалося визначити геометрію простору, його кривину. Виявилось, що простір нашого Всесвіту плоский. В результаті одержаних даних з анізотропії РВ стало можливим будувати робочі космологічні моделі.

Виходячи з даних приладів COBE та їх аналізу, вчені створили такий образ раннього Всесвіту і процесів, що в ньому відбувалися. Він плоский і містить невидиму темну матерію з незначними домішками звичайної речовини, достатніми для виробництва первинних найлегших елементів. Вся складна великомасштабна структура речовини сформувалася з первинних адіабатичних флуктуацій, які, в свою чергу, виникли з квантово-механічних флуктуацій в ранньому Всесвіті в інфляційну

епoxy (частки секунди після початку розширення). Після епохи рекомбінації електрони зв'язалися з протонами і ядрами гелію та утворили фотонно-баріонну плазму, в якій відбувалися звичайні акустичні коливання, поки Всесвіт не остигнув до такого ступеня, що в ньому утворилися нейтральні атоми, а баріони і фотони перестали взаємодіяти між собою. Фотони, які залишилися від початкової плазми, стали вільно поширюватися у Всесвіті після переходу космічної плазми в нейтральні атоми й започаткували присутнє скрізь космічне мікрохвильове випромінювання. Тому, вимірюючи його, ми практично отримуємо свого роду фотографію раннього Всесвіту.

Наступним після COBE космологічним проектом НАСА був проект WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe), мета якого — вивчити реліктове випромінювання, зокрема дістати дані для побудови карти флуктуацій температури РВ, детальнішу за карту, одержану за інформацією від інструмента DRM супутника COBE. Запущено WMAP на орбіту супутника Землі 30 червня 2001 р. Спочатку називався MAP (карта), але після смерті Д. Уілкінсона, одного з керівників проекту, перейменовано на його честь. Результати спостережень, одержані в перші чотири роки його роботи (опубліковано в 2003–2006 рр.), підтвердили основні передбачення інфляційних теорій і дали певні обмеження на космологічні моделі (в жовтні 2010 р. WMAP виконав місію і був відправлений на орбіту захоронення). Дані WMAP краще за все узгоджуються з космологічною моделлю Λ CDM. Модель “Лямбда СіДіЕм” є стандартною, за якою Всесвіт — просторово-плоский, заповнений, крім звичайної (баріонної) речовини, холодною темною матерією (CDM) та темною енергією, описуваною Λ -членом з космологічних рівнянь

Ейнштейна. За його даними, Всесвіт — майже плоский, містить $\sim 73\%$ темної енергії, $\sim 23\%$ холодної темної матерії і $\sim 4\%$ звичайної речовини. Інші параметри, одержані зі спостережень WMAP: параметр Хаббла — 74 ± 4 км/с Мпк, густина баріонів $-(2,5 \pm 0,1) 10^{-7}$ см $^{-3}$, сумарна маса всіх сортів нейтрино — менше 0,7 еВ, спостережувана густина близька до критичної — $\sim 10^{-29}$ г/см 3 , вік Всесвіту — $13,73 \pm 0,12$ млрд років.

В 1998 р. незалежно двома групами дослідників зроблено відкриття прискореного розширення Всесвіту, що сформувало новий погляд на Всесвіт, його еволюцію, виявила в ньому нову форму матерії — «темну енергію» (С. Перлматтер та ін.; Б.Шмідт, А.Рісс та ін.) (Нобелівська премія з фізики 2011 р.) [9–11]. Про значення відкритого феномену писав А.Рісс: «Наше відкриття, що Всесвіт нині розширюється з прискоренням, відразу привело до фундаментальних висновків. В енергетичному балансі Всесвіту домінує розподілена скрізь «темна енергія» — нова складова Всесвіту з від'ємним тиском, яка приводить до того, що її антигравітаційне відштовхування переважає гравітаційне притягання звичайної речовини. Космологічна стала є втіленням «темної енергії», родовід якої бере початок від Ейнштейна» [12, с. 1096].

Одержані результати добре узгоджуються зі Стандартною космологічною моделлю з космологічною сталою (Λ CDM-модель), за якою Всесвіт є геометрично плоским і поряд з баріонною речовиною містить також холодну темну матерію і темну енергію.

Темна енергія — особливий феномен, відповідальний за антигравітацію, який описується космологічною сталою Λ в рівняннях ЗТВ. За словами В.М. Лукаша і В.А. Рубакова, вона є фізичною субстанцією, яка пронизує весь простір видимого Всесвіту” [13, с. 301].

“Відкриття темної енергії розставило всі крапки над «і» в спостережувальній космології. Вперше за весь час розвитку науки з’явилася стандартна космологічна модель (Λ CDM), яка задовольняє

всю сукупність даних і не має нині серйозних конкурентів. Чудово, що стандартна модель добре описує як еволюцію Всесвіту в цілому, так і утворення його структури.

Список літератури

1. Джаикони Р. У истоков рентгеновской астрономии (Нобелівська лекція з фізики 2002 р.) // УФН, 2004, 174, 427—438.
2. Gursky H. et al. // *Astrophys J. Lett.*, 1972, 173, L99.
3. Giacconi R. et al. // *Astrophys J.*, 1979, 230, 540.
4. Giacconi R. et al. // *Astrophys J., Suppl.*, 2002, 139, 369.
5. Smoot G.F. et al. // *Astrophys J.*, 1994, 437, 11.
6. Уотсон Дж. Двойная спираль.— М., Ижевск, 2001.
7. Мазер Дж. От Большого взрыва до Нобелевской премии и дальше (Нобелівська лекція з фізики 2006 р.) // УФН, 2007, 177, 1278—1293.
8. Смут Дж. Анизотропия реликтового излучения: открытие и научное значение (Нобелівська лекція з фізики 2006 р.) // УФН, 2007, 177, вып. 12, 1294—1317.
9. Перлмуттер С. Измерение ускорения космического расширения по Сверхновым (Нобелівська лекція з фізики 2011 р.) // УФН, 2013, 183, 1060—1077.
10. Шмидт Б. Ускоренное расширение Вселенной по наблюдениям далеких Сверхновых (Нобелівська лекція з фізики 2011 р.) // УФН, 2013, 183, 1078—1089.
11. Рисс А. Мой путь к ускоряющейся Вселенной (Нобелівська лекція з фізики 2011 р.) // УФН, 2013, 183, 1090—1098.
12. Рисс А. Мой путь к ускоряющейся Вселенной (Нобелівська лекція з фізики 2011 р.) // УФН, 2013, 183, 1090—1098.
13. Лукаш В.Н., Рубаков В.А. Темная энергия: мифы и реальность // УФН, 2008, 178, №1, 301—308.

Ю.О. Храмов

Внесок провідних НДІ, КБ та підприємств України у ракетобудування

В 1951 р. організовано в Дніпропетровську Дніпропетровський машинобудівний завод для вирішення завдань нової галузі на замовлення і в тісній співпраці ОКБ і Південного машинобудівного заводу залучалися наукові та науково-дослідні інститути, КБ, навчальні заклади та заводські лабораторії СРСР та України. Завод і з 1954 р. — КБ «Південне», стали флагманами ракетно-космічної галузі.

Почали розробляти нові методи розрахунку міцності, теплофізики, хімії горіння, аеродинаміки, контролю якості та ін. Створено новітні конструкції і проривні технології в галузі матеріалознавства, енергетики, макро- і мікротехніки та ін. Близько 200 українських організацій оснащували космічну техніку: ракети-носії, орбітальні комірні апарати, системи керування і стиковки космічних об'єктів на орбіті. За оцінками західних експертів, на кінець 80-х років на території України розміщувалась майже 28% ракетно-космічного комплексу СРСР. В українській ракетно-космічній галузі працювало близько 40 000 висококваліфікованих фахівців. Серед них кілька академіків, 30 докторів, понад 200 кандидатів наук. Україна була одним з лідерів в цій наукомісткій і високотехнологічній галузі.

Разом з КБ «Південне» і ПМЗ над створенням ракетних комплексів працювали такі підприємства України, як Харківське науково-виробниче об'єднання «Хартрон», виробниче об'єднання «Київський радіозавод» і харківські підприємства «Моноліт», «Комунар», «Електроапаратура» та ін. Ці організації, починаючи з кінця 60-х років, по суті були єдиним виробничим комплексом.

Спеціальним конструкторським бюро Харківський завод «Комунар» розроблено і з 1964 р. вироблявся наземно-перевіряльний пусковий комплекс і бортова системи керування низки бойових ракет РН «Протон» і «Протон-К». Прилади, створені працівниками підприємства, використовувалися при забезпеченні польотів космічних кораблів до Місяця, Марса, Венери, у виведенні і функціонуванні на орбітах пілотованих космічних станцій «Салют», «Мир», «Міжнародної космічної станції», у виконанні міжнародних космічних програм «Союз-Аполлон» та ін. З 1970-х років створено системи керування МР-УР100 (15А15), МР-УР100 УТТХ, РТ-23, РТ-23 УТТХ «Молодець» та ін., мобільних ракетних комплексів «Тополь» і РТ-23, а також нової системи керування «Сигнал-А» для цих комплексів.

Завод «Комунар» брав участь у розробці, створенні і у виготовленні наземного випробувального комплексу «Кипарис», за допомогою якого здійснено запуск корабля багаторазової дії «Буран», проведено випробування низки космічних апаратів: «Аракс», «Геліос», «Купон», «Меридіан» та ін. З 1986 р. завод «Комунар» серійно виготовляв бортову апаратуру систем керування РН «Молнія», «Зеніт» з цифровою обчислювальною машиною і командними приладами. Бортові прилади заводу «Комунар», використовувалися у виконанні наступних програм: біологічні дослідження на супутниках «Біон»; технологічні експерименти з одержання в умовах невагомості новітніх матеріалів на супутниках «Фотон»; спеціальні апарати зондування Землі, дослідження природних ресурсів Землі на супутниках «Ресурс Ф1Г», «Ресурс Ф2», «Природа».

У 1959 р. засновано в Харкові НДІ 885 - ОКБ-692 (в наступні роки - КБ Електроенергетики, НВО «Електроприлад», НВО «Хартрон») з розробки, виробництва і експлуатації автоматичних систем керування ракетно-космічних комплексів. В перші роки на заводі виготовлялася заводу №586 бортова апаратура систем керування для ракет Р-1, Р-2, Р-5. У 1982 р. у НВО «Хартрон» створений радіолокатор бокового огляду «Огляд» (встановлений на штучному супутнику «Космос - 1500»). Розроблено програмне забезпечення одного з перших у радянській ракетній техніці бортового комп'ютера, командні прилади і системи керування ракетно-космічної техніки. В СРСР НВО «Хартрон» входило в трійку провідних фірм, що створювали системи керування для ракетно-космічної техніки, в тому числі для ракет Р-36 (8К67М), Р-36 (8К67М2) і УР-100Н. Ракети-носії з системами керування розробки «Хартрона» вивели на орбіту близько 1000 космічних апаратів серії «Космос», «Цілина», «Океан», «Коронас», «Купон» та ін.; орбітальних модулів «Квант-2», «Кристал», «Спектр», «Природа», космічного комплексу «Мир», системи автоматичного стикування для функціонально-вантажного блоку «Зоря» міжнародної космічної станції; космічних апаратів «Око-1», «Коронас», «Січ-1», Egyptsat-1, «Січ-2»; для ракет-носіїв «Дніпро», «Рокот», «Стріла», «Циклон-4», «Антарес»; космічних апаратів «Січ». Розробка інтегральні схеми з високим рівнем інтеграції та підвищеної тактовою частотою сприяла успішним запуском ракети-носія «Енергія» з космічним кораблем «Скіф» 15 травня 1987 р. і з космічним кораблем «Буран» (11Ф36) 15 липня 1988 р.

У 1968 р зі складу ОКБ № 692 виділилися «Українська філія науково-до-

слідного інституту вимірювальної техніки» (з 1986 р перетворена в Науково-дослідний інститут радіотехнічних вимірювань). Починаючи з 60-х років, колектив Інституту брав участь в створенні низки високоточних фазометричних систем для забезпечення випробувань ракет і носіїв космічних апаратів усіх типів, а також в розробці і виготовленні бортової апаратури для радіолокаційних і радіометричних вимірювань фізичних характеристик поверхні океану, які використовувалася на космічних апаратах серій «Космос» і «Океан». Радіотехнічні прилади, розроблені і виготовлені в Інституті, було розміщено на космічних станціях «Салют» і «Мир», а також на ракеті-носії «Енергія», яка вивела корабель багаторазового використання «Буран» на орбіту. Харківським СКБ-897 створено бортові прилади системи автономного керування ракетами Р-2, Р-5, Р-11, Р-11МИ, бортові прилади системи керування ракетою 8К63.

У 1959 р. на Харківському приладобудівельному заводі розпочато виготовлення бортової апаратури системи керування для ракети-носія 8К72, призначеної для запуску штучного супутника Землі з тваринами на борту і виведення у космічний простір кораблів «Восход», «Союз». Для комплектації перших бойових ракет на заводі виготовляли систему бокової радіокорекції БРК-1, бортову і наземну радіотехнічну апаратуру БРК-2; з 60-х р. виготовлялася апаратура траєкторних і телеметричних вимірювань, освоєно виробництва автоматизованих систем бортової і наземної апаратури керування балістичними ракетами різного базування, систем керування космічними об'єктами; розроблено комплекс радіофізичної апаратури для досліджень поверхні світового океану і Землі з Космосу. У 1966 р. на заводі виго-

товили прилад для супутника зв'язку «Молнія».

З 1966 р. у складі Київського заводу автоматики створено Спеціальне конструкторське бюро, налагоджено виробництво повітряних і космічних літальних апаратів, супутнього устаткування, розроблення, випробування і виробництво складових частин ракет-носіїв та складових частин космічних апаратів, гіроскопічних електромеханічних командних приладів керування і навігації для морської, космічної, ракетної і наземної рухомої техніки.

Науково-дослідний інститут «Квант» створено 1960 р. на базі ОКБ-483 для виявлення на далеких підступах (за сотні кілометрів) і видачі вказівки на ракетну зброю, в Інституті створено радіолокаційні системи. У 1972 р. розроблено і освоєно виробництво мікроелементів, виготовлено перший дослідний зразок спеціальної електронно-обчислювальної машини «Карат», здатний працювати на надводних і підводних кораблях.

Тривала розробка та виготовлення багатофункціональних радіолокаційних корабельних комплексів, систем цілеуказання для ракетної зброї, комплексів оптико-електронної протидії високоточної зброї, систем керування вогнем, наземних і морських станцій приймання інформації від космічних об'єктів, спеціальних електротехнічних приладів і стабілізаторів для бронетехніки. Створення значно полегшеної спеціальної апаратури, виконаної на мікроелектронній базі, забезпечило рішення багатоцільових завдань радіоелектронного спостереження в повному обсязі. З того часу в НДІ «Квант» розроблено понад 50 видів радіолокаційних систем і комплексів, що прийняті на озброєння.

У 1964 р. завод «Київприлад», що займався виробництвом радіоелектронної апаратури, почав випуск апаратури для космічної індустрії, зокрема, бортову і наземну апаратуру командно-програмно-траєкторних радіоліній. В наступні роки підприємство брало участь в розробці і виробництві приладів і апаратури для виконання космічних програм: «БІОН», «ФОТОН», «Інтеркосмос», «Протон», «Горизонт», «Екран», «Цілина», «Екран-О», «Січ», МКС «Альфа» та інших.

Наприкінці 1958 р. радіозавод видав в експлуатацію автономні системи керування ракети Р-12 за документацією харківського СКБ заводу «Комунар». З цього часу завод протягом декількох десятиліть функціонував як найбільший виробничо-технічний комплекс зі створення і виготовлення складних радіолокаційних систем, систем керування та радіотехнічних комплексів для ракетно-космічної техніки з використанням новітніх технологій, мікроелектроніки і точної механіки. У 1960 р. розробив згідно з технічним завданням АН СРСР апаратуру для дослідження іоносфери, космічних частинок і магнітного поля Землі. Обладнання було змонтовано 1962 р. на вимірювальному пункті Центру далекого космічного зв'язку в Євпаторії.

На радіозаводі було налагоджено серійне виробництво систем керування бойових ракетних комплексів стратегічного призначення, в тому числі для всіх чотирьох поколінь міжконтинентальних бойових балістичних ракет КБ «Південне»: від ракети Р-12 (8К63) до Р-36М2 (15А18М «Воевода» - Satan) шахтного і РТ-23УТТХ (15Ж52) залізничного базування, системи керування міжконтинентальних балістичних ракет морського базування і космічних ракетних комплексів, в тому числі проекти «Циклон-3М» (11К68) і «Енер-

гія-Буран», різноманітна апаратура і системи по пілотованим і безпілотним космічним апаратам і станціях - «Союз», «Прогрес», «Алмаз», «Салют», «Мир», Міжнародна космічна станція та ін. На заводі виробляли апаратуру траєкторних вимірювань «Краб». Вона експлуатувалася на космічних апаратах «Цілина», «Метеор», «Стріла», а також на багатьох апаратах серії «Космос». Завод виробляв унікальний комплекс бортової апаратури «Голка», призначеної для пошуку, орієнтації і стикування космічних об'єктів. Виготовлені експериментальні й штатні комплекси системи керування надважкою ракетою-носієм «Енергія», що розробленої Київським НВО «Електроприлад» у 1986 р.

У виробництві наземних комплексів керування космічними апаратами брало участь Науково-виробниче об'єднання «Орбита» (м. Дніпропетровськ), бортової і наземної апаратури радіометричних систем і радіоліній передачі і прийому спеціальної інформації — ВО ім. В.І. Леніна (м. Львів).

У 1959 р на Харківському заводі «Електроапаратура» випущено понад 100 комплектів апаратури автономного керування ракети Р5М. Водночас тут налагоджено виготовлення декількох видів крокових моторів, які знайшли широке застосування в космічній і бойовій ракетній техніці, організовано виробництво бортових систем керування бойових і космічних ракет.

У наступні роки завод став провідним з виготовлення бортової апаратури для керування системами електропостачання космічних апаратів розробки КБ «Південне». Для більш точної автономної системи керування міжконтинентальних балістичних ракет, виключення системи радіокерування було організовано виробництво найчутливіших і точних елемента гіростабілізатора

ракети - акселерометрів, від яких багато в чому залежить досягнення мінімальних відхилень від мети, в тому числі для ракети «Протон». З 1965 р завод став провідним по випуску комплексу бортової і наземної апаратури системи керування першої в країні твердопаливної балістичної ракети РТ2, приступив до виготовлення, а в наступні роки і до розробки і серійного випуску нових моделей телеметричних узгоджувальних пристроїв для систем керування ракет. Для мобільних ґрунтових, шахтних і морських ракетних комплексів на базі твердопаливних МБР почав виготовляти не окремі прилади систем керування, а готові герметичні приладові відсіки. На заводі розробили і виготовили системи дистанційних вимірювань для випробування нових ракет КБ «Південне». Технологічний супровід створення космічних апаратів виконував Дніпровський НДІ технології машинобудування.

У 1958 р на **Київському машинобудівному заводі ім. Артема** освоєно виробництво керованих ракет «повітря—повітря», створено автономні комплекси для перевірки готовності ракет перед підвіскою до літака перед бойовим вильотом. З кінця 1960-х років на заводі розпочато виробництво ракети 5В61 для системи протиракетної оборони, впроваджено у виробництво апаратуру стикування космічних апаратів «Ігла» і «Курс», системи керування ракетами-носіями Р-12 (8К63), Р-36 (8К67), Р-36М (15А14), Р-36М2 (15А18М -«Воевода»), «Енергія» (11К25)-з космічним кораблем Буран» (11Ф36). У 1980-х роках на підприємстві також організовано виробництво нових керованих ракет класу «повітря—повітря» серії Р-27 для озброєння літаків МіГ та Су, а також протитанкових керованих ракет для оснащення вертольотів та літаків.

Львівське виробниче об'єднання «Електрон» виробляло: ТВ-головки самонаведення для ракет класу «повітря-поверхня», двовісні оптико-телевізійні візирні головки для пошуку, виявлення і автосупроводження наземних і надводних цілей, пасивні телевізійні головки і підвісну авіаційну апаратуру для ТВ-командного наведення ракет класу «повітря-поверхня», авіаційні монітори і апаратуру для модернізації бойових літаків Су-25, МіГ-29 і бойових вертольотів Мі-24.

Устаткування для космосу, оптичні елементи, обладнання, використовуване в авіації, головки оптичного типу для самонаведення ракет, устаткування гіроскопічного типу для орієнтації і навігації виготовляв з 1954 р. завод «Арсенал» у Києві. В 1968 р. на заводі розробили комплект апаратури для фотографування зворотного боку Місяця, який було встановлено на космічних апаратах «Зонд-6» і «Зонд-7». Для ракети-носія «Протон» розроблено апаратуру прицілювання та перевірки функціонування й контролю точності параметрів системи в умовах стартової і технічної позиції. У 70-х роках на «Арсеналі» створено комплекс імітаторів зовнішньої візуальної обстановки, що дають повну ілюзію маневрування і керування космічним кораблем при наземному тренажі космонавтів. Імітаторами, виготовленими на заводі, укомплектовані моделюючі стенди та тренажери, в тому числі для станції «Мир» і космічного корабля «Буран». Спеціальні фотоапарати заводу використовувалися при фотографуванні з борту космічних кораблів серії «Восток», «Союз», міжпланетних станцій «Луна» і «Зонд», орбітальних станцій «Салют», а також застосовувалися при виході космонавтів у відкритий космос. Завод освоїв виготовлення УРВВ Р-27.

У наземну інфраструктуру засобів керування, прийому та обробки космічної інформації України входили НВП «Орбіта» (м. Дніпропетровськ), НДІ радіовимірювань (м. Харків), Національний центр управління та випробувань космічних засобів (м. Євпаторія), Центр прийому інформації НПП «Обрій» (Чернігівська область). З огляду на широку потребу в інформації дистанційного зондування, в Україні створено комплекс прийому, обробки та поширення такої інформації в складі Центру планування і координації, пунктів прийому інформації, Центрального державного архіву, комплексу засобів зв'язку передачі даних.

На вимогу ракетобудування досліджували, розробляли і виробляли нові спеціальні матеріали. Протягом 60—80-х рр. в номенклатуру металевих матеріалів було введено десятки нових сплавів заліза, сплави на основі титану, міді, алюмінію, рідкісні для техніки метали та їхні сплави (цирконій, ніобій, берилій, вольфрам та ін.).

На початку 80-х років для прискореного впровадження в промисловість результатів наукових і технологічних досліджень на території Заводу спецелектрометалургії Інституту електрозварювання створено цехи електронно-променевої технології і електрошлакового переплаву. Тут було організовано виробництво печей для виплавки нових високоякісних сталей для ракетних двигунів, підйомно-транспортних конструкцій і вузлів, що працюють при наднизьких температурах. Одночасно розгорнулося виробництво великогабаритних автоматизованих камер для електронно-променевого зварювання обичайок і інших конструкцій ракет-носіїв. У 1985 р на ділянці титанового переплавки почалося виробництво високоякісних злитків титанових сплавів.

Разом зі спеціалістами УкрНДІ Важкого машинобудування та ПМЗ було розроблено технологію електронно-променевого зварювання корпусів соплових блоків з титанових сплавів, яка дозволила підвищити конструктивну міцність вузла, зменшити його масу та знизити трудомісткість виготовлення.

На початку 60-х р.р. на Павлоградському механічному заводі розпочато виробництво і випробування твердопаливних маршових двигунів, спеціальних двигунів на твердому паливі. Головним досягненням було відпрацювання і здача на озброєння триступінчастої твердопаливної ракети РТ-23 (15Ж61 – SS-24 «Скальпель») з десятьма боєголовками індивідуального наведення на цілі стаціонарного і залізничного базування. Для виготовлення створених в КБП і на «Півдінмаше» залізничних ракетних потягів на Павлоградському механічному заводі було побудовано спеціальну збірну – комплектувальну базу. Перший потяг вийшов на чергування у 1987 р. Оскільки вага потягів перевищувала норми, на залізницях СРСР було змонтовано рейки посиленого профілю, реконструйовано і підсилено мости. До нових матеріалознавчих і технологічних рішень, які застосували при розробці ракетних двигунів, слід також віднести технологію виготовлення силових оболонок розтруба, розроблену КБ «Південне» разом з УкрНДІТехмаш і Павлоградським механічним заводом.

У вересні 1973 р. для зміцнення вхідної частини сопла великогабаритного маршового (48 т) твердопаливного двигуна ЗД65 першого ступеня ракети РСМ-52 системи «Тайфун» морського базування на атомних підводних човнах було застосовано армовані вольфрамовою ниткою вуглеметалопластики, по технології, розробленій КБ

«Південне», ПМЗ і ІПМ (Францевич І.М.). Для промислового виробництва облицювань вкладиша критичного перерізу сопла розроблено вольфрамо-мідний псевдосплав методом прямого гарячого пресування, впроваджену на Павлоградському механічному заводі.

На Київському заводі автоматики і створеному у 1966 р. у складі заводу Спеціального конструкторського бюро, налагоджено виробництво супутнього устаткування для повітряних і космічних літальних апаратів, освоєно виробництво складових частин ракет-носіїв та складових частин космічних апаратів, гіроскопічних електромеханічних командних приладів керування і навігації для морської, космічної, ракетної і наземної рухомої техніки.

Завод «Азовмаш» (Маріуполь) з 1948 року випускав ракетні та космічні паливозаправники, устаткування для заправки ракет космічного і бойового призначення, великовантажні автопаливоперевізники, ємкості і обладнання для підземного і наземного зберігання зріджених вуглеводневих газів. У 1970 р. було налагоджено виробництво транспортно-пускового контейнера для ракети МР-УР-100 (15А15). Система заправки паливом, система зливання решток його компонентів виготовлено для стартового обладнання ракети-носія «Протон».

У 1963 р. на Дружківському машинобудівному заводі, що мав досвід у проектуванні гірничо - шахтного устаткування сконструйовано і виготовлено трансбордер - електровоз для транспортування на хімкомбінатах твердого ракетного палива масою до 100 тонн по рейкових шляхах залізничної колії. Відповідно до завдання, на заводі було сконструйовано і виготовлено електровози Т-20 масою по-

над 20т. У 1966 р. у Дружківці створено акумуляторний локомотив 11Т125. Першу партію виробів була відправлена на полігон Байконур. В 1973 р. і в 1990 р. завод виконав додаткові замовлення. В 1978 р. на Дружківському машинобудівному заводі виготовили агрегат 11Т186 для ракетно-космічного комплексу «Зеніт» і комплексу для навантаження-розвантаження балістичних ракет з ядерними боєголовками на атомні підводні човни. Вироби витримують такі умови експлуатації, як величезні навантаження, вибухобезпечність, робота в автономному режимі без поштовхів і ударів.

Стартові комплекси і системи заправки космічних кораблів всіх поколінь проектувалися в Головному спеціалізованому конструкторсько-технологічному інституті в Маріуполі. Для міжконтинентальних ракет стратегічного призначення було створено принципово нові рухливі групові заправники.

У 1956-1957 роках на Новокраматорському машинобудівному заводі створено мобільний комплекс пускової установки СТ-10 для безпілотних літальних апаратів. У 1961 р. за постановою Ради Міністрів СРСР завод став головним підприємством по виробництву комплексів наземного обладнання для космодромів, для міжконтинентальної балістичної ракети Р-16, стартових комплексів „Шексна” і Р-36 підземного базування, опорно-поворотних конструкцій радіолокаційних станцій та ін.. У 1986 р. спеціалісти НКМЗ виготовили транспортно-установочні агрегати: для місячної ракети Н-1, для ракетно-космічної системи „Енергія” – „Буран” та ін.

Установки для поділу повітря і виробництва рідких і газоподібних продуктів, його складових (азоту, кисню, аргону), необхідних для виробництва ракетного палива, функціонування ракетних двигунів і літальних апаратів, діяльності

космонавтів і для технологічних цілей проводилися на заводі «Автогенмаш» в Одесі. У 1972 р. на базі заводу і Науково-дослідного інституту технології кріогенного машинобудування створено науково-виробниче об'єднання. Тут також випускалися транспортні резервуари для зберігання газів при низькій температурі (мінус 200°С градусів і нижче) і високому тиску (десятки атмосфер), Установки для наповнення балонів під високим тиском, компресорне обладнання, насоси зріджених газів, вузли систем заправки стартового обладнання та ін.

З 60-х років на Павлоградському хімічному заводі підприємстві розпочато виготовлення сумішей твердих ракетних палив і спорядження корпусів і ракетних двигунів масою від 1 кг до 50000 кг. Завод почав виконувати й інші роботи з твердими паливами; технології утилізації різноманітних видів боєприпасів, непридатних до зберігання й використання твердого ракетного палива; проведення наукових досліджень в галузі розробки високоенергетичних матеріалів й виробів; розробки технології виготовлення вибухових матеріалів і виробів; проектування й конструювання процесів і обладнання для виготовлення й утилізації вибухопожежебезпечних матеріалів і виробів, процесів і нестандартного обладнання для виробництва полімерних і композитних матеріалів.

З дня створення у 1966 р. «Український науково-дослідний конструкторсько-технологічний інститут еластомерних матеріалів і виробів здійснював для ПМЗ: проведення науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт і розробку рецептур гум та ГТВ на їх основі для комплектації ракет-носіїв, космічних апаратів та їх складових частин; дослідження зміни властивостей гум, ГТВ під впливом експлуатаційних чинників

з метою підтвердження та подовження гарантійних термінів зберігання та експлуатації; виробництво дослідних партій гумових сумішей та ГТВ для комплектації ракет-носіїв, космічних апаратів та їх складових частин, а також виробів бронетехніки, авіації, суднобудування, залізничного транспорту тощо.

З 1963 р. на Броварському заводі порошкової металургії розпочато виготовлення вуглецевої нитки. Для ракетно-космічної галузі вироблялися також: із порошкових спечених матеріалів конструкційні і антифрикційні вироби, деталі електротехнічного призначення; спечена електродна стрічка; фрикційні вироби; вироби із композиційних матеріалів (пластики шаруваті листові, вироби із шаруватих пластиків, ущільнювальні матеріали тощо); залізний порошок; феросиліцій гранульований. На Дніпропетровському заводі металовиробів «Динамо», Київській фабриці дитячого трикотажу, трикотажній фабриці «Дніпрянка» у Дніпропетровську виготовляли елементи конструкцій ракет. Вуглець-вуглецеві композиційні матеріали дозволили істотно знизити масу соплових блоків і виключити застосування дефіцитного вольфраму. З графітоепоксидних композиційних, фторопластових і поліамідних матеріалів виконано вузли космічних апаратів, зокрема сонячних батарей і антен.

У 1962 р. створено Київське конструкторське бюро з мікроелектроніки КБ-3 Державного комітету РМ СРСР

з електронної техніки, розроблено технологію виробництва тонкоплівкових мікросхем на основі танталу створений мікрокалькулятор зі ступенем інтеграції до 500 транзисторів на кристалі тощо. В 1966 р. на базі КБ-3 був створений Науково-дослідний інститут «Мікроприлад». У 1968 р. розроблено низку гібридних тонкоплівкових інтегральних схем на танталі (система «Пенал»), а для побутової радіоелектронної апаратури - система «Кулон», потім - серія інтегральних схем (метал, оксид, напівпровідник) «Кобра» з рівнем інтеграції до 30 елементів на кристалі. У 1968 р. розпочато її серійне виробництво на дослідному заводі НДІ. У 1970 р. створено мікрокалькулятор на 4-х великих інтегральних схемах МОП-БІС зі ступенем інтеграції до 500 транзисторів на кристалі.

У грудні 1970 р. НДІ «Мікроприлад», дослідний завод, а також Київський завод напівпровідникових приладів увійшли в науково-виробниче об'єднання «Кристал». У 1970 роках в «Мікроприладі» розгорнуто систему машинного проектування на базі БЕСМ-6 та інших ЕОМ, що дозволило проектувати рахункові машини з високим ступенем інтеграції. Основним напрямком в об'єднанні стала розробка і виробництво великих інтегральних схем на МОП-приладах. Завдяки їй створювалася цифрова радіоелектронна апаратура ракет, а також кораблів, літаків, електроніка для побутової техніки.

Література

110 лет истории Киевского машиностроительного предприятия им. Артема. - Киев, 2002

Андреев Л.В., Конюхов С.Н. Янгель. Уроки и наследие. - Д.: АРТ-ПРЕСС, 2001

Беляков И.Т. Борисов Ю.Д. Технологии в космосе.- М.: Машиностроение, 1974.-

С.7-29

Будник В.С. Дело всей жизни. / Днепропетровск: Арт-Пресс, , 2013. - 566с.

Василенко Б.Е. Хождение в ракетную технику. Записки главного инженера. - Киев: Новый друк, 2004. - 384 с.

Гончар А.С. Звёздные часы ракетной тех-

ники. Воспоминания / Харьков: Факт, 2008. – 400с.

Кожухов Н.С., Соловьев В.Н. Комплексы наземного оборудования ракетной техники. – М.:, 1998.

Мітрахов М.О. Космічна діяльність України. – Київ: «Спейс-Інформ», 2015. – 164 с.

НПП «Хартрон-Аркос». Хроника дат и событий 1959 – 2012 гг. / Сост. В.И. Котович; Под ред. Ю.М. Златкина. – Харьков: Хартрон-Аркос, 2012. – 260 с.

Павлоградскому механическому заводу – 70 лет. Краткие очерки по истории Павлоградского механического завода ПО «Южный машиностроительный завод им. А.М. Макарова» / Сост. В.Н. Льянный. – Днепропетровск: Пороги, 2001. – 240с.

Призваны временем. От противостояния

к международному сотрудничеству / Под ред. С.Н. Конюхова. – Днепропетровск: Арт-Пресс, 2009. – 832 с.

Призваны временем. Ракеты и космические аппараты конструкторского бюро «Южное»/ В.Г.Васильев, С.Н.Конюхов, А.Н.Машенко и др., Под ред. С.Н.Конюхова.- Днепропетровск.- «Арт-Пресс » - 2004.-228с.

Ракеты и космические аппараты конструкторского бюро «Южное» / Под ред. С.Н. Конюхова. – Днепропетровск: Арт-Пресс, 2004. – 260 с.

Хроника дат и событий 1959 ... 2002. – Харьков: НПП Хартрон-Аркос, 2002

О.М. Корнієнко

Основні українські КБ, підприємства та галузеві інститути, які брали участь у створенні ракетно-космічної техніки в 1947-1991 рр.

№ з/п	Назва підприємства на липень 1991 року	Участь у створенні ракетної та космічної техніки
<i>м. Київ і Київська область</i>		
1	ЦКБ заводу «Арсенал»	Розроблення систем прицілювання, фотоапаратів
2	Завод «Арсенал»	Виготовлення систем прицілювання, фотоапаратів
3	Київський радіозавод	Випуск систем керування ракет Р-12, Р-36, Р-36М; систем стикування «Ігла» і «Курс», систем керування морських ракет
4	Завод «Київприлад»	Випуск командних радіоліній для космічних апаратів, систем керування бортовими комплексами кораблів «Союз» і «Прогрес»
5	Завод «Більшовик»	Випуск елементів стартового устаткування
6	ЦПІ МОУ (КФ ЦПІ – 20 МО)	Проєктування наземних споруд для ракет
7	Київська філія НВО «Імпульс»	Створення апаратури бойового керування
8	Броварський завод порошкової металургії	Виготовлення вуглецевої нитки
9	Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона	Розроблення технології й устаткування для зварювання, створення детонувальних зарядів
10	Завод автоматики ім. Петровського і КБ заводу	Випуск електромеханічних систем стабілізації КА, гіроприладів ракет Р-16, Р-36
11	НДІ «Квант»	Розроблення засобів приймання від КА інформації, вироблення і видачі в ракетну корабельну зброю цілевказівки
12	НДІ електромеханічних приладів	Виготовлення портативних магнітофонів для космічних кораблів
<i>м. Харків</i>		
13	Завод «Комунар»	Серійне виготовлення систем керування
14	Харківський приладобудівний завод ім. Т.Г. Шевченка (ВО «Моноліт»)	Серійне виготовлення апаратури радіокерування і систем керування
15	Харківський завод електроапаратури	Серійне виготовлення апаратури систем керування ракет

16	НДІ радіовимірювань	Розроблення засобів траєкторних вимірювань
17	НДТІ приладобудування	Розроблення технологій виготовлення приладів
18	ХЗТУ	Розроблення системи забезпечення стисненими газами
19	НВО «Електроприлад»	Розроблення системи керування ракет Р-16, Р-36, Р-36М, УР-100Н, РН «Енергія»
20	Харківська філія ЦНВО «Каскад»	Розроблення документації на монтаж ракетних комплексів
21	НДПКІ «Блискавка»	Випробування елементів ракет на ЕМІ
22	Інститут радіоелектроніки АН УРСР	Розроблення апаратури для космічних апаратів
23	ХЕМЗ	Виготовлення силового електроустаткування
24	ХФТІ (ФТІНТ)	Створення вуглець-вуглецевих матеріалів
25	КБ «Протон»	Розроблення наземної апаратури КА радіотехнічної розвідки
26	Харківське КБ Машинобудування ім. О.О. Морозова	Розробка крана-маніпулятора для комплексу ракети Р-11
<i>Дніпропетровська область</i>		
27	ВО «Південмаш»	Виготовлення ракет та КА
28	КБ «Південне»	Розроблення ракетних комплексів, КА, РРД і РДТП
29	ДПІ	Проектування виробничих споруд
30	НДІТМ	Створення технології й устаткування для виготовлення ракет
31	ДНВП «Орбіта»	Створення наземних засобів для керування космічними апаратами
32	ПМЗ	Виготовлення твердопаливних ракет
33	ПХЗ	Спорядження РДТП зарядами
34	Завод ім. Газети «Правда»	Випуск буферної платформи для РН «Зеніт»
35	Трест №17	Будівництво промислових об'єктів
36	Спецтрест №5	Спеціальні монтажні роботи на полігонах і в/ч
37	Дніпропетровське трикотажне об'єднання «Дніпрянка»	Виготовлення трикотажних заготовок з вуглецевої нитки для формування соплових блоків твердопаливних двигунів

38	ДФ НДІГП	Проектування і виготовлення гумотехнічних виробів
<i>Донецька область</i>		
39	НКМЗ	Виготовлення транспортного і встановлювального устаткування
40	ЖЗВМ («Азовмаш»)	Виготовлення засобів заправки, вагонів БЗРК, систем зрошення для РН «Енергія»
41	Дружківський машзавод	Електроакумуляторний тягач для РН «Циклон-2», «Циклон-3», «Зеніт»
<i>Луганська область</i>		
42	ВО «Луганськтепловоз»	Розроблення і виготовлення тепловозів для БЗРК
43	Філія Хімавтоматики («Антекс-автоматика»)	Прилади газового аналізу
44	Хімічне казенне об'єднання ім. Петровського	Виготовлення твердого баліститного палива
<i>Полтавська область</i>		
45	Кременчуцький завод дорожніх машин	Випуск рухомих заправних засобів
46	Завод «Знамя»	Випуск елементів системи електропостачання КА
<i>Чернігівська область</i>		
47	ЧЕЗАРА	Випуск радіоприладів і датчиків для космічних апаратів
48	Прилуцький завод «Пожтехніка»	Випуск обмивально-нейтралізаційних машин
49	ДНВО «Обрій» (філія НДІ «Квант»)	Випуск приладів для КА
<i>Сумська область</i>		
50	НВО ім. Фрунзе	Випуск устаткування для заправки ракет
<i>Запорізька область</i>		
51	ЗНДІРЗ	Розроблення агрегатів регламентних перевірок радіоканалів бойового керування

52	ВО «Радіоприлад»	Виготовлення агрегатів регламентних перевірок радіоканалів бойового керування
53	«Вуглекомполит»	Виготовлення деталей соплових блоків РДТП з вуглець-вуглецевих матеріалів
54	КБ «Електроавтоматики» («Хартрон-Юком»)	Розроблення системи автоматизованого керування
55	Мелітополь «Продмаш»	Випуск допалювачів компонентів ракетного палива
<i>Миколаївська область</i>		
56	ЦКБ «Чорноморсудопроект»	Розроблення корабля «Академік Сергій Корольов»
57	Чорноморський суднобудівний завод	Будівництво корабля «Академік Сергій Корольов»
<i>Черкаська область</i>		
58	Радіозавод (м. Сміла)	Випуск бортових пристроїв для КА
<i>Чернівецька область</i>		
59	ДКБ заводу «Кварц» (ЦКБ «Ритм»)	Випуск фотодіодів та фотоприймальних пристроїв для КА
60	СКТБ «Фонон» (Інститут термоелектрики АН України)	Виготовлення термоелектричних матеріалів та приладів для КА
<i>Львівська область</i>		
61	ЛОРТА	Серійний випуск телеметричної апаратури КА
62	ЛНДРТІ	Супровід випуску телеметрії для КА
63	СКБ ТВС	Оброблення ТВ сигналів і сканерів
<i>Кримська область</i>		
64	М о р с ь к и й г і д р о ф і з и ч н и й інститут АН УРСР	Розроблення і випуск приладів для КА «Океан», «Січ»
65	Феодосійський НДІ аеропружних систем	Випробування і дороблення парашутних систем для апаратів космічних кораблів, що спускаються, і міжпланетних зондів

Внесок академічних інститутів у ракетно-космічну науку і техніку (після 1957 р.)

До дослідної роботи в ракетно-космічному комплексі широко залучався потенціал академічних установ. КБ «Південне» та його Головний конструктор М.К. Янгель тісно взаємодіяли з інститутами Академії наук УРСР і провідними вищими навчальними закладами. Згодом Генеральний конструктор КБ «Південне» В.Ф. Уткін писав: «Ця співпраця взаємно збагачувала й учених, і розробників ракетних комплексів. По-перше тому, що така співдружність давала можливість впроваджувати пропозиції та бачити результати свого творчого внеску у відносно короткі терміни; по-друге, у постанови уряду, у рішення Військово-промислової комісії записувалися нові розробки, і тим самим підвищувався авторитет наукових організацій».

Постановою Президії АН УРСР від 29 серпня 1960 р. з 15 серпня 1960 р. було затверджено склад закритої вченої ради АН УРСР з розгляду оперативних наукових питань з ракетної тематики під головуванням директора Інституту механіки АН УРСР А.Д. Коваленка. Згодом у 1968 р. при АН УРСР було створено Комісію з космічних досліджень.

Коментуючи проведену 26–27 травня 1960 р. в ОКБ-586 першу звітну наукову конференцію **Інституту механіки АН УРСР**, Головний конструктор ОКБ М.К. Янгель серед найважливіших результатів вказував на роботи з динаміки ракет далекої дії, пов'язані з коливаннями та гасінням вібрацій конструкцій на різних ділянках траєкторії, недопущенням їх руйнування та забезпеченням більшої надійності ракетної зброї (О.М. Голубенцев, В.А. Лазарян, М.О. Кільчевський). Говорячи про роботи з

термопружності та термопластичності (А.Д. Коваленко) та створення наукових основ конструктивної міцності пластмас (Н.М. Пономаренко), він навів приклади, що перехід на запропонований Інститутом пластмасовий перехідник для ракети Р-16 знизив вагу цієї деталі на 41%, а витрати праці – утричі. КБ також підтримувало своїх суміжників, звертаючись до ЦК КПУ з проханням сприяти скорішому створенню експериментальної бази Інституту механіки.

Співпраця між КБ «Південне» та Інститутом механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України почалася у 60-х рр., коли за ініціативою М.К. Янгеля під керівництвом та за участю академіків НАН України А.Д. Коваленка і Г.М. Савіна інститут почав виконувати роботи з дослідження концентрації напружень та розподілу температурних напружень в елементах конструкцій ракетних двигунів. Пізніше під керівництвом співробітника інституту, доктора технічних наук С.В. Малашенка в КБ «Південне» були створені спеціалізований випробувальний стенд на гідроопорах та центрифуга. Це обумовило створення методів розрахунку відповідальних елементів ракетних конструкцій. Слід відзначити також видання колективних (КБ – інститут) монографій з розрахунку ракетних корпусів (наприклад: «А.Н. Гузь, І.С. Чернышенко, А.Г. Макаренко. Прочность конструкций РДТТ. М.:Машиностроение, 1980. - 240 с.»).

Зв'язки між інститутом та КБ не були втрачені й пізніше. Двічі Герой соціалістичної праці, генеральний конструктор В.Ф. Уткін відвідував інститут, знайомився з його роботами, оглядав лабораторні корпуси інституту. Герой

України, генеральний конструктор С.М. Конюхов публікувався в міжнародному науковому журналі «Прикладная механика», який видає інститут. У започаткованій журналом акції «Початку третього тисячоліття присвячується» були задіяні відомі вчені з 26 країн світу (всього опубліковано близько 170 узагальнюючих оглядових статей), зокрема стаття С.М. Конюхова «Проблеми прикладної механіки на старті ракети-носія з плавучої платформи та шляхи їх вирішення при створенні ракетно-космічного комплексу «Морський старт»».

Новий рівень взаємовідносин між ДП КБ «Південне» та НАН України досягнуто в останні роки. За ініціативи президента НАН України академіка Б.Є. Патона і генерального конструктора КБ «Південне» академіка О.В. Дегтярева укладені Генеральні угоди з вирішення низки актуальних задач ракетно-космічної галузі та наукового супроводу сучасних розробок КБ зусиллями академії. Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України активно залучений до цього процесу.

Наприклад, у грудні 2015 р. на запрошення академіка НАН України О.В. Дегтярева група провідних вчених Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка у складі академіків НАН України О.М. Гузя та В.Д. Кубенка, професорів В.П. Голуба, А.Я. Григоренка, В.Г. Карнаухова, Б.Н. Кіфоренка відвідала КБ. Відбулася нарада, де розглянуто перспективи науково-технічної співпраці на 2016-2018 рр. та прийнято рішення про підготовку до виконання Інститутом механіки ім. С.П. Тимошенка НАНУ двох договорів для ДП КБ «Південне»: «Динаміка та міцність оболонок обертання» та «Проблематика композитних матеріалів». За даними договорами було виконано наступні роботи. 2016 р. за договором «Проблематика композитних матеріалів»:

- Постановка фізично і геометрично нелінійних задач стосовно оболонок конструцій з криволінійними отворами та методика їх числового розв'язання.

- Розробка механіки руйнування матеріалів при стиску вздовж взаємодіючих тріщин.

- Побудова математичної моделі деформування шарувато-волокнистих композитних матеріалів, виготовлених методом намотування.

- Побудова розрахункових схем напружено-деформованого стану та коливань оболонок обертання змінної жорсткості з сучасних композитних матеріалів.

- Розрахунок нестационарних температурних полів і квазістатичного напружено-деформованого стану тонкостінних та товстостінних елементів ракет з анізотропних в'язкопружних матеріалів з урахуванням залежності механічних властивостей від температури.

- Розробка методик визначення безпечних навантажень для послаблених тріщинами в'язкопружних композитних тіл при одновісному та двоівісному розтягу.

2016 р. за договором «Динаміка та міцність оболонок обертання»:

- Аналіз неруйнуючих методів визначення одно-, дво-, тривісних напружених станів в матеріалах і в приповерхневих шарах матеріалів стосовно ракетних конструцій.

- Розробка методів для дослідження коливань гладких і дискретно підкріплених циліндричних оболонок під дією локальних імпульсних навантажень великої інтенсивності.

- Розробка методів для визначення напружено-деформованого стану і руйнуючого навантаження тонкостінних елементів ракетних конструцій при повторному нагріві та навантаженні.

- Розробка моделей розповсюдження утомних тріщин в тонких ізотропних

пластинах кінцевих розмірів з урахуванням двостадійності процесу руйнування.

- Розробка методу визначення напружено-деформованого стану масивного елемента конструкції при дії поверхневого нестационарного навантаження.

У 2017 та 2018 рр. інститут продовжував дослідження з вказаної тематики; у 2018 р. роботи для КБ було оформлено у вигляді договору «Розробка методик розрахунку динаміки і міцності оболонок обертання», який також був успішно виконаний, а відповідні матеріали передані в КБ «Південне» для використання.

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України і далі підтримує тісні зв'язки з ДП КБ «Південне», метою яких є проведення необхідних науково-дослідних робіт в інтересах цієї провідної організації ракетно-космічної галузі України.

Слід зазначити, що з 1960 р. у закритій тематичі брали участь академічні інститути математики, механіки, фізики, радіофізики та електроніки, металофізики, теплоенергетики, загальної та неорганічної хімії, органічної хімії, фізичної хімії, мінеральних ресурсів, геологічних наук, електротехніки, теплоенергетики, чорної металургії, обчислювальний центр. Згідно зі Звітом про роботи інститутів АН УРСР за перше півріччя 1963 р. з оборонної тематики, дослідження охоплювали матеріали для ракетної і космічної техніки, космонавтики та ядерної енергії, ракетні палива, статистичну та динамічну міцність, коливання та стійкість руху ракет, зварювальні технології, кібернетику, імітацію космічного простору та техніку низьких температур, радіофізику, радіотехніку, електроніку, інфрачервону техніку, електротехніку, методи виявлення підводних човнів.

У **Харківському фізико-технічному інституті (ХФТІ)** розроблено ерозій-

ностійкі теплозахисні радіопоглинальні матеріали та технологію нанесення жароміцних, твердих і надтвердих покриттів для головних частин і елементів конструкцій міжконтинентальних ракет і антиракет, матеріалів соплового блоку камер згоряння ракетних двигунів, які працюють в агресивних середовищах та зазнають інтенсивного впливу високотемпературних газових котлів; конструкційні термостійкі теплозахисні матеріали для супутників та високочисті матеріали та сплави на їх основі; надпровідники; композиційні вуглець-вуглецеві матеріали.

До створення нових матеріалів було обрано фізичний підхід, заснований на дослідженні взаємозв'язку між їх структурою, складом та фізичними властивостями, що вимагало вакуумно-металургійних методів обробки та дозволяло використовувати компоненти у чистому або надчистому вигляді. Застосовувались методи вакуумного плавлення та термообробки, вакуумної прокатки та пресування, механіко-термічної обробки та легування, парофазної та порошкової металургії, транспортні реакції, кристалізаційні та деформаційні методи. Основна увага приділялась композитам, одержаним методом спрямованих фазових перетворень, зокрема спрямованою кристалізацією сплавів евтектичного типу. Цей метод повністю виключав попереднє приготування компонент і введення їх у матрицю, водночас вирішував питання хімічної сумісності різнорідних речовин і міцності міжфазних зв'язків.

До першого покоління розроблених у ХФТІ з початку 50-х рр. методів захисту матеріалів, в основі яких лежить застосування високого та надвисокого вакууму, належать випаровування та конденсація у вакуумі, вакуумне плакування, дифузійне насичення у вакуумі, осадження з газової фази. Друге по-

коління розроблених методів (з кінця 50-х рр.) пов'язано з використанням у якості робочого середовища низькотемпературної та нерівноважної плазми — це методи іонно-плазмового та активованого осадження, наприклад плазмово-хімічне осадження з газової фази, вакуумно-дугове плазмове осадження, термовакуумне плазмове осадження, електричний вибух провідників, активоване дифузійне насичення у вакуумі. Для реалізації методів випаровування та конденсації у вакуумі розроблено та впроваджено у виробництво напівавтоматичні установки для вакуумної металізації, використання яких дозволило в понад 5 разів підвищити жаростійкість ряду аустенітних сталей, що гарантувало їх стійкість при 1000⁰С протягом сотень годин.

Тісне співробітництво ХФТІ з КБ «Південне» почалося наприкінці 70-х рр., коли було розроблено вуглець-вуглецеві композиційні матеріали, завдяки яким створено оптимальні за масою соплові блоки ракетних двигунів твердого палива. З розвитком технології піролітичного ущільнення стало можливим отримати тугоплавкі матриці, застосування яких у комбінації з високомодульними вуглецевими волокнами дозволило значно знизити масу соплових блоків і виключити застосування для їх виготовлення дефіцитного вольфраму. З вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів було створено й наконечники для головних частин і великогабаритних моноблочних вкладишів для ракетних двигунів твердого палива. У ракетах знайшли застосування всі види полімерних і вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів, склопластики, органопластики й вуглепластики. Цю роботу очолював директор ХФТІ В.Ф. Зеленський, який розвинув уявлення про механізм фазових переходів в урані та започаткував новий

науково-технічний напрям — кількісна експресна імітація та дослідження на прискорювачах заряджених частинок радіаційних пошкоджень матеріалів ядерних, термоядерних реакторів і космічної техніки. Обґрунтував явище спонтанної рекомбінації радіаційних різнойменних дефектів у крихких твердих розчинах, створивши новий клас радіаційних сталей і сплавів, визначив подвійну систему пор, розвинув механізм високотемпературної крихкості матеріалів. Розробив та впровадив у промисловість надстійкі до температурних і радіаційних впливів магнієво-берилієві псевдосплави.

Розробка методів нанесення захисних покриттів розв'язувала дві основних задачі: підвищення температурного ресурсу існуючих сплавів і конструкційних матеріалів на основі заліза та нікелю, а також широке використання тугоплавких матеріалів (молібдену, вольфраму, танталу, ніобію). Було створено наступні покриття: жаростійкі, створені на основі металів і їх сплавів, силіцидів, тугоплавких металів, окислів, високотемпературних емалей, стійкі проти окислення в інтервалі температур 500-2300⁰С; емісійні, створені на основі тугоплавких металів із заданими текстурами, стійкі протягом тривалого часу при температурах до 2300⁰С; високощільні, на основі тугоплавких та інших металів і сплавів; зносо- та ерозійностійкі на основі карбідів, нітридів й інших сполук тугоплавких металів, які забезпечують багатократне (до 10 разів) збільшення стійкості матеріалів; антиемісійні, антидифузійні та деякі інші види покриттів.

В 1952 р. на базі відділу фізико-хімії металургійних процесів Інституту чорної металургії АН УРСР створено Лабораторію спеціальних сплавів АН УРСР, яка розробляла матеріали з високими показниками жаростійкості, жароміц-

ності та ерозійної стійкості, зокрема з широким використанням методів порошкової металургії. У 1955 р. Лабораторію реорганізовано в Інститут металокераміки і спецсплавів АН УРСР (з 1964 - **Інститут проблем матеріалознавства АН УРСР**, директор **І.М. Францевич**).

Діяльність Інституту ґрунтувалася на створенні нових матеріалів із заданими властивостями для екстремальних умов експлуатації на базі результатів фундаментальних досліджень в галузі фізичної та неорганічної хімії, фізичного матеріалознавства, фізики твердого тіла, механіки деформівного твердого тіла. У витоків інституту стояли **Г.С. Писаренко**, **В.Н. Єременко**, **І.М. Федорченко**, **Г.В. Самсонов**, **І.Д. Радомисельський**, **Т.Я. Косолапова**, **М.П. Арбузов**, **С.Г. Тресвятський** та **Г.А. Виноградов**.

В Інституті був організований відділ композиційних матеріалів, у якому створювалися матеріали для внутрішнього теплового захисту найтеплонапружениших зон ракетних двигунів. Було розроблено та впроваджено у виробництво понад 25 марок ерозійностійких теплозахисних композиційних матеріалів, багато з яких не мали аналогів у світовій практиці.

Протягом 1955—1970 рр. в Інституті під керівництвом **І.М. Францевича**, **В.Н. Єременка**, **І.М. Федорченка** та **Г.В. Самсонова** розроблено наукові засади створення матеріалів із наперед заданими властивостями, включаючи нове покоління композиційних матеріалів для роботи в екстремальних умовах експлуатації. **І.М. Францевич** розвинув методи прогнозування жаростійкості з урахуванням міцності міжатомних зв'язків у матеріалі та запропонував використовувати карбід кремнію для відповідальних деталей авіаційних двигунів, що суттєво підвищувало їх робочі температури. Ідеї **І.М. Францевича** було покладено в основу запропонованих

наджаростійких конструкційних, теплозахисних і радіопрозорих матеріалів для двигунів і головних частин балістичних ракет серії Р-12 (**Г.Г. Гнесін**, **Д.М. Карпінос**, **Ю.В. Кондратьєв**, **М.С. Ковальченко**, **Л.М. Лопато**, **В.Н. Буланов**, **А.А. Король**, **В.С. Дверняков**).

За ініціативи **І.М. Францевича** значна увага в Інституті приділялась розвитку порошкової металургії як універсального методу одержання широкого спектра принципово нових металевих, керамічних і композиційних матеріалів, що в подальшому знайшли застосування у конструкціях космічних апаратів. Зокрема, під керівництвом **Г.Г. Гнесіна** було створено групу матеріалів з неоксидної кераміки. У відділі **Д.М. Карпіноса** розроблено принципи побудови нових композиційних матеріалів, армованих волокнами тугоплавких металів і сполук, самоохолоджуваних псевдосплавів на основі вольфраму та молібдену; технології виготовлення ерозійностійких деталей для вузлів ракетної техніки, вуглецьграфітів.

В 1965-1972 рр. під керівництвом **І.Д. Радомисельського** було вперше розроблено новий клас металоскляних матеріалів, що характеризувалися відсутністю адгезійного зварювання в умовах космічного вакууму при високому градієнті температур і відсутності мастильних матеріалів. Розроблені металоскляні матеріали стали основою для створення планетарних редукторів мотор-коліс самохідних лабораторій для дослідження Місяця "Луноход-1 та Луноход-2" і забезпечили їх надійну роботу на весь період експлуатації.

Під керівництвом **В.І. Трефілова** було розроблено сплави на основі тугоплавких металів та композиційні матеріали, зокрема так звані «природні» композити евтектичного походження, «в'язку» кераміку. Одержані результати успішно використано для створення нового

покоління ультра- високотемпературної кераміки (для температур експлуатації вище 1600 °С).

Під керівництвом А.Г. Косторнова створено серію високоефективних пористих фільтрувальних і звукопоглинальних матеріалів на основі волокнистих організованих структур, які, зокрема, використовувались в конструкції теплових труб для багатьох космічних апаратах СРСР різного призначення. Серія розроблених під його ж керівництвом унікальних спечених порошкових матеріалів триботехнічного призначення (включаючи матеріали для роботи в умовах космічного вакууму) і сьогодні використовуються у вузлах тертя сучасних космічних апаратів.

У відділі Ю.В. Найдича розроблено унікальні технологічні процеси паяння та металізації низки матеріалів (кераміки, ситалів, алмазів тощо), які дозволили створити паяні композитні металокварцові вузли, металоалмазні сполуки різного призначення. Кварцові ілюмінатори багатьох космічних апаратів впаяні в корпус апарата за технологією, розробленою в ІПМ.

За період з 1973 по 1984 рр. групою науковців під керівництвом О.П. Епіка та Л.О. Сосновського спільно з НВО «Енергія» було розроблено комбіноване жаростійке покриття для захисту камер згоряння рідинно-реактивних двигунів управління орбітальним польотом і гальмування космічного корабля багаторазового використання «Буран». У 2015-2017 рр. на замовлення КБ «Південне» розроблено унікальні нанозміцнені жаростійкі та жароміцні сплави та технологію їх виготовлення для деталей і елементів конструкцій повітрязабірників гіперзвукових літаків і теплозахисних панелей багаторазових космічних апаратів на основі стільникових конструкцій для роботи в космічному вакуумі та атмосферах планет Сонячної

системи в умовах відсутності рідкого змащування (В.П. Сонцев). Рівень експлуатаційної стійкості таких матеріалів суттєво перевищує існуючі в даний час матеріали.

З кінця 50-х рр. інститут активно включився в розробку абляційних теплозахисних матеріалів для ракетно-космічної техніки. У 1958 р. І.М. Францевич вирішив створити власні експериментальні установки для оцінки експлуатаційних характеристик зразків теплозахисних матеріалів. Зокрема, стендовій групі, яка складалася з 8 фахівців високої кваліфікації (керівник В.С. Дверняков) було доручено створити газодинамічний стенд для дослідження зразків теплозахисних матеріалів, в 1964 р. на основі аеродромного прожектора з дзеркалом діаметром 1,5 м була створена геліоустановка (сонячна піч), що забезпечувала можливість моделювання умов роботи теплозахисних матеріалів, в яких променистий нагрів переважає над конвективним (наприклад, при гіперзвукових польотах космічних апаратів). У результаті поєднання комплексу газодинамічних стендів з комплексом установок радіаційного нагріву в ІПМ був створений унікальний спеціалізований науковий центр (керівник - Фролов Г.О.). За період з 1961 р. на високотемпературних стендах ІПМ НАН України було випробувано понад 1500 різних типів теплозахисних матеріалів, макетів і вузлів аерокосмічної техніки. Ці результати використано у більшості космічних програм, в яких передбачалася розробка та апробація теплового захисту.

Широкому впровадженню розробок інституту сприяло введення в дію в 1964 р. найбільшого в Європі спеціалізованого Броварського заводу порошкової металургії, побудованого на основі розробок інституту. Зокрема, цех натурних виробів заводу освоїв виробництво для

потреб ракетно-космічної галузі сопел ракетних двигунів, носових обтікачів діаметром до 3-х метрів та з робочою температурою до 2200 °С, сопел управління польотом у відкритому космосі, тощо з цілої групи високотемпературних ерозійностійких вуглецевих, скловуглецевих та вольфрамвуглецевих матеріалів.

У 1966 р. на базі Сектору міцності Інституту проблем матеріалознавства АН УРСР було створено **Інститут проблем міцності АН УРСР** (директор Г.С. Писаренко). Ще до офіційного створення Інституту з 1953 р. у відділі міцності тодішнього Інституту металокераміки і спеціальних сплавів АН України під керівництвом Г.С. Писаренка створювалась експериментальна та стендова база. Було організовано лабораторію і розпочато роботи зі створення газодинамічного стенду для дослідження властивостей нових класів матеріалів і елементів конструкцій в високотемпературному газовому потоці. Керував створенням високотемпературного газодинамічного стенду, а в подальшому й роботами з дослідження сучасних на той час матеріалів для ракетно-космічної техніки, Г.М.Третьяченко. Ним сформульовані критерії термодинамічної подібності та критерії граничних станів матеріалів різних класів, досліджена роботоздатність різних конструктивних рішень теплового захисту космічних апаратів. Було створено кілька варіантів установок, що давало можливість здійснювати режими теплового навантаження в діапазоні температур 100...3000 К довільної тривалості з різними швидкостями зміни температури та швидкості газового потоку, включаючи транс- та надзвукові діапазони, моделюючи стан натурних елементів конструкцій практично при будь-яких режимах їх експлуатації.

Одним із поштовхів для тісної співпраці та прямого контакту «КБ Південне» стала зустріч у 1961 р. на той час

керівника відділу міцності Інституту металокераміки і спецсплавів АН УРСР Г.С.Писаренка з головним конструктором КБ М.К.Янгелем, на якій вперше сформовано перелік найбільш актуальних задач з проблем міцності екстремально навантажених конструкцій ракетної техніки. Основні результати цього періоду узагальнено в колективний монографії «Міцність матеріалів при високих температурах» (Г.С.Писаренко, В.Т.Трошенко, Г.М.Третьяченко, В.М.Руденко), яка у 1969 р. була відзначена Державною премією УРСР у галузі науки та техніки.

Перед інститутом було поставлено завдання проведення теоретичних й експериментальних досліджень, спрямованих на встановлення критеріїв міцності й несучої здатності матеріалів та елементів конструкцій, а також підвищення їх міцності, що стосувалося новітніх галузей техніки з урахуванням конструктивно-технологічних факторів, напруженого стану і реальних режимів силового й теплового навантаження в широкому діапазоні температур. Адже інтенсивний розвиток з другої половини ХХ ст. нової техніки, передусім ракетно-космічної та авіаційної, газотурбобудування, атомної енергетики та спеціального машинобудування зумовив необхідність комплексного вирішення завдань науково-технічного супроводу забезпечення міцності, надійності та довговічності її об'єктів в умовах термосилового навантаження. Прогрес у цьому напрямку було пов'язано зі створенням нових матеріалів, здатних до експлуатації в екстремальних умовах — при дії високих і низьких температур, високотемпературних газових потоків, нейтронного опромінення, нестационарних теплових і силових джерел високої інтенсивності, високих швидкостей навантаження. В Інституті дістали розвиток дослідження теплозахисних матеріалів і елемен-

тів конструкцій, тугоплавких металів та сплавів. Важливою була й проблема розробки критеріїв їх граничного стану у реальних умовах експлуатації. Розвиток фундаментальних і прикладних напрямів дослідження міцності матеріалів і елементів конструкцій в екстремальних умовах термосилового навантаження, визначення критеріїв їх граничного стану стали ключовими у діяльності Г.С. Писаренка та його наукової школи. На початку завдання Інституту було зосереджено на дослідженнях конструктивної міцності керамічних матеріалів і деталей машин, втоми металів при різних видах навантаження в умовах впливу високих температур (до 3300 К), міцності й твердості тугоплавких матеріалів у вакуумі при температурах до 2300К, циклічної міцності та дисипативних властивостей матеріалів. У 1973-1984 рр. Г.С. Писаренко був очільником Комісії з космічних досліджень АН УРСР та з 1973 р. відповідальним редактором збірника «Космічні дослідження України».

В інституті під керівництвом М.В. Новикова проведено великий комплекс робіт з вивчення міцності тонкостінних баків та інших конструкцій з різних металевих сплавів за криогенних температур, розроблено на рівні світових стандартів галузевий норматив технічної оцінки міцності зварних криогенних ємностей, які працюють під тиском.

Однією з нагальних проблем того часу було розроблення та впровадження матеріалів і систем теплового захисту головних частин балістичних ракет. Виявлено значний вплив на працездатність аблюючих полімерних композицій конструктивних і технологічних чинників. Тому з початком 70-х років в Інституті створюються випробувальні комплекси й стенди для вивчення конструкційної міцності - газодинамічні стенди для випробувань у високотемпературних швидкісних газових потоках з програмо-

вано змінюваними термодинамічними параметрами, комплекси «Електрон», «Вулкан» та ін. для вирішення проблем сучасної ракетно-космічної техніки, наприклад для нових класів матеріалів, таких як ВВКМ, що не руйнуються за температур вище 3000 К.

Згодом в Інституті набули розвитку теоретичні та експериментальні дослідження, спрямовані на встановлення критеріїв міцності та несучої здатності матеріалів і елементів конструкцій, а також на підвищення їх міцності. Таку тематику було зумовлено необхідністю забезпечення міцності при створенні сучасної ракетно-космічної техніки, енергетичних установок, нових типів літальних апаратів, парових і газових турбін, спецтехніки тощо.

На експериментальних установках інституту понад 50 років проводились випробування з визначення механічних характеристик та міцності тугоплавких й композиційних, металевих та неметалевих матеріалів, матеріалів теплового захисту та елементів космічних апаратів і ракетних двигунів комплексів «Восток», «Союз», «Буран». Роботи проводилися у тісній взаємодії з підприємствами ракетно-космічної галузі: КБ «Південне», НВО «Енергія», КБ «Енергомаш», НВО «Молнія».

Результатом таких досліджень стала розробка критеріїв граничного стану матеріалів і методів оцінки міцності й довговічності елементів конструкцій новітньої техніки в екстремальних умовах термосилового навантаження. Це було досягнуто на основі комплексних експериментальних досліджень деформування й руйнування матеріалів з урахуванням конструктивно-технологічних факторів, складного напруженого стану і реальних режимів навантаження в широкому діапазоні температур від криогенних до надвисоких. Наприклад, А.О. Лебедев розробив та експериментально обгрун-

тував узагальнені критерії міцності конструкційних матеріалів та прогнозування довговічності матеріалів в умовах пульсуючого (багатовісного) навантаження. В.В. Матвеев дослідив нелінійні коливання механічних систем, міцність матеріалів та елементів конструкцій в умовах циклічного навантаження. Результати було узагальнено в двотомній монографії 1980 р. «Міцність матеріалів та елементів конструкцій в екстремальних умовах» (Г.С. Писаренко, В.Т. Трошенко, А.О. Лебедев, В.В. Матвеев, А.Я. Красовський та ін.), яку 1982 р. відзначено Державною премією СРСР у галузі науки і техніки. Вагомий внесок у розвиток співпраці з КБ «Південне» внесли співробітники інституту: Г.С. Писаренко, В.Т. Трошенко, М.В. Новиков, А.О. Лебедев, Г.М. Третьяченко, Л.В. Кравчук, В.К. Харченко, В.О. Борисенко, Б.А. Ляшенко, Е.О. Ескін, В.С. Дзюба та інші.

Новим поштовхом для розвитку робіт в Інституті з дослідження матеріалів і елементів конструкцій ракетно-космічної техніки стала Генеральна угода про науково-технічне співробітництво між НАН України та ДП «КБ «Південне», укладена в 2012 р. Співкерівником секції «Навантаження і міцність» Координаційної ради став директор Інституту В.В. Харченко, секретарем - К.П. Буйських.

Згідно цих перспективних планів та за прямими контрактами з ДКБ «Південне» в 2013-2020 рр. співробітники ІПМіц НАН України виконали ряд досліджень нових вуглепластикових композиційних матеріалів, яким властиві надзвичайно висока питома міцність та значна анізотропія. Одержані дані були передані ДП «КБ «Південне» для використання в конструкторських розрахунках при створенні корпусів ракетних двигунів на твердому паливі, міжступневих відсіків ракет, фермових конструкцій космічних апаратів (В.В.

Харченко, О.В. Дроздов і М.К. Кучер), проведені випробування і визначені фізико-механічні властивості ряду вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів закордонного і вітчизняного виробництва за різних видів навантаження і температурах до 3300 К (В.С. Дзюба). В 2016-2020 рр. розроблені розрахунково-експериментальні методи, модернізована методична та експериментальна база газодинамічних стендів для моделювання умов аеродинамічного нагрівання елементів конструкцій сучасної ракетно-космічної техніки (Л.В. Кравчук, К.П. Буйських). Проведені випробування із різних матеріалів макетів кромки повітрязабірників прямокутних повітряно-реактивних двигунів безпілотних апаратів, макетів носової частини та аеродинамічних рулів з багатифункціональними теплозахисними та радіо поглинальними покриттями, шаруватих металевих теплозахисних конструкцій космічних апаратів багаторазового використання.

Важливою особливістю співробітництва Інституту проблем міцності та ДП «КБ «Південне» в останні роки є відновлення та суттєве розширення переліку робіт. Проводяться комплексні стендові випробування й оцінка працездатності екстремально термонавантажених елементів конструкцій ракетно-космічної техніки в умовах, що моделюють експлуатаційні. Для цього використовуються високотемпературні газодинамічні стенди Інституту, які віднесені до Національного надбання України. В Інституті також проведені випробування на міцність різноманітних варіантів звукопоглинаючого покриття конструкцій із композиційного матеріалу при акустичному навантаженні до 165 дБ. За ці та інші роботи 17 співробітників Інституту стали лауреатами Державних премій СРСР і України в галузі науки і техніки за роботи.

У 1966 р. в складі Дніпропетровської філії Інституту механіки АН УРСР було організовано Сектор проблем технічної механіки, у квітні 1968 р. перетворений на Дніпропетровське відділення Інституту механіки АН УРСР, на базі якого 16 травня 1980 р. створено **Інститут технічної механіки АН УРСР** (директор В.В. Пилипенко). Основні напрями діяльності: динаміка механічних і гідромеханічних систем, систем ракет-носіїв, залізничного та автомобільного транспорту; аеротермогазодинаміка енергетичних установок, літальних і космічних апаратів і їх підсистем; міцність, надійність і оптимізація механічних систем, ракет-носіїв і космічних апаратів; механіка взаємодії твердого тіла з іонізованим середовищем і електромагнітним випромінюванням; системний аналіз тенденцій розвитку ракетно-космічної техніки.

Інститут вирішує проблеми динаміки рідинних РН і їх підсистем, зокрема забезпечення поздовжньої стійкості багатоступінчастих рідинних ракет-носіїв на активній ділянці польоту, визначає надійність їх функціонування. В інституті розвинуто лінійну теорію поздовжньої стійкості рідинних РН з урахуванням явищ кавітації в насосах рідинних ракетних рушійних установок (РРУ) в математичних моделях динаміки системи «РРУ – корпус РН». Врахування явищ кавітації дозволяє виконувати достовірні прогнози поздовжньої стійкості рідинних РН. В Інституті розроблено науково-методичне забезпечення для прогнозування динамічних характеристик рідинних ракетних двигунів (РРД) по каналах поздовжньої стійкості рідинних РН з урахуванням явищ кавітації в шнековідцентрових насосах, що дозволило одержати задовільне узгодження розрахункових і експериментальних динамічних харак-

теристик двигунів (В.В. Пилипенко). Створено нелінійну теорію поздовжніх коливань рідинних РН, яка дає можливість визначити величини амплітуд їх поздовжніх коливань.

Теоретичні та експериментальні результати визначення коефіцієнта підсилення двигуна РД-170 за тиском і вхідним імпедансом автоколивань підтверджено доброю збіжністю розрахункових і експериментальних результатів. На основі цієї теорії розроблено ефективні способи усунення кавітаційних автоколивань в насосних системах живлення РРУ, які впроваджено в КБ «Південне» та НВО «Енергомаш» (РФ). Виконано теоретичний аналіз динамічних властивостей РН «Антарес», яка розроблялась за завданням Orbital Sciences Corporation (США) та визначено вимоги до газорідинного демпфера поздовжніх коливань для забезпечення поздовжньої стійкості РН.

Під керівництвом і за безпосередньої участі В.В. Пилипенка досліджено поздовжні коливання рідинних РН, розглядувані як багатовимірні нелінійні нестационарні системи, вивчено нелінійності ланок контуру «РРУ - корпус РН» і їх вплив на обмеження амплітуд поздовжніх коливань. В.В. Пилипенко започаткував нові наукові напрями - дослідження динаміки рідинних ракетних двигунних установок та поздовжньої стійкості рідинних ракет з урахуванням кавітаційних явищ у шнековідцентрових насосах. Запропонував методи розрахунку теплових режимів в елементах конструкцій літальних апаратів, методологію теоретичного аналізу деяких класів аварійних ситуацій у рідинних ракетних двигунних установках. Створив теорію низькочастотних кавітаційних автоколивань у насосних системах живлення рідинних ракетних двигунних установок та ефективні способи й засоби усунення цих автоколивань.

У 1971-2007 рр. в Інституті технічної механіки працював (з 1971 — керівник сектору проблем ракетно-космічної техніки, з 1988 - радник при дирекції) В.С.Будник. Він був одним із творців трьох поколінь стратегічних ракетних комплексів на основі міжконтинентальних балістичних ракет із засобами подолання протиракетної оборони та забезпечення пусків в умовах впливу факторів ядерних вибухів, автором методології системних досліджень при формуванні концептуального вигляду балістичної ракети та методів її проектування з урахуванням можливих стратегій використання. При його безпосередній участі розроблено методи та моделі оптимізації проектних параметрів балістичних ракет, ймовірнісні статистичні методи проектування складних технічних систем, методики оцінки надійності технічних систем.

Складність вирішення проблеми забезпечення поздовжньої стійкості рідинних РН збільшується при зростанні їх ваги та габаритів. У зв'язку з цим можливості використання традиційних газорідинних демпферів поздовжніх коливань для забезпечення поздовжньої стійкості РН суттєво зменшуються через великі об'єми демпферів і складнощі їх розміщення на ракеті. Тому необхідні нові ідеї та підходи до створення демпфірувальних засобів для вирішення проблеми забезпечення поздовжньої стійкості важких рідинних РН. В 1985—2002 рр. під керівництвом і при безпосередній участі В.В. Пилипенка та О.В. Пилипенка вперше у світовій практиці ракетобудування для важких і надважких рідинних РН створено принципово нові перспективні класи малогабаритних демпферів поздовжніх коливань - гідродинамічних і термодинамічних, ефективність яких суттєво вище газорідинних. Гідродинамічний демпфер пройшов повний цикл експериментального

відпрацювання, був встановлений на РН «Зеніт» і забезпечив її поздовжню стійкість.

Розроблено також науково-методичне забезпечення для аналізу поздовжньої стійкості нової двоступеневої ракети космічного призначення «Циклон-4М», створюваної в даний час в ДП «КБ «Південне». Показана можливість втрати поздовжньої стійкості ракети в польоті. Розроблено та видано в ДП «КБ «Південне» рекомендації щодо забезпечення поздовжньої стійкості ракети шляхом встановлення демпфера поздовжніх коливань на вході в кожен двигун маршової багатодвигунної рідинної ракетної установки першого ступеня ракети.

За допомогою по вирішенню науково-технічних проблем М.К. Янгель звернувся до директора Інституту електрозварювання Б.Є. Патона. За замовленнями Південмашзаводу і КБ «Південне» в ІЕЗ виконано десятки пошукових науково-дослідних робіт зі зварювання й паяння всіх вузлів, контролю якості, ремонту дефектів; створено технологічні процеси й спеціалізоване устаткування для виготовлення великогабаритних просторово-розгалужених конструкцій, зокрема тонкостінних панелей з легких високоміцних алюмінієвих сплавів; ракетних двигунів, трубчатих і оболонкових виробів з тугоплавких і хімічно активних металів тощо. Багато наукових досліджень, конструкторських і технологічних рішень не мали аналогів у світі й забезпечували створення балістичних ракет і супутників.

Протягом 1950-1970 рр. вперше інститутом спільно з НДІ, КБ та іншими підприємствами ракетно-космічної галузі створені комплекси обладнання і технології виготовлення несучих конструкцій, паливних баків, корпусів гіроскопів і оболонок ядерних зарядів,

систем керування, систем подачі палива, аеродинамічних рулів керування, перехідних відсіків й інших вузлів. Ці задачі було вирішено із застосуванням: дугового автоматичного зварювання в інертних газах (С.М. Гуревич, Д.М. Рабкін, Б.А. Стебловський і ін.); зварювання вибухом (В.Г. Петушков і ін.), плазмового (Д.А. Дудко, С.П. Лакіза, О.М. Корнієнко), мікроплазмового і мікроконденсаторного (В.С. Гвоздецький, В.Е. Моравський, В.А. Васильченко), дифузійного зварювання (В.Ф. Хорунов), різних видів паяння (О.А. Росошінський та ін.).

З початку 1960 х років для ракетних двигунів ОКБ-486 В.П. Глушка в ІЄЗ створено високолеговані двофазні сталі, що вирішило ряд проблем систем запуску, підвищення й стійкості до агресивного середовища. В 1960 - 70-х рр. були виконані значні дослідження з технології і металознавства зварювання плавленням особливо високоміцних сталей (А.М. Макара, Б.С. Касаткін); способів покращення якості з'єднань (І.І. Походня, К.А. Ющенко та ін.). Було розроблено також сталі й необхідні зварювальні технології для ядерної космічної енергетики, крупних імітаторів умов космосу, МГД- генераторів, пристроїв життєзабезпечення й бортових двигунів космічних систем, нового покоління газотурбінних двигунів. Для виготовлення стільникових панелей, антен, ґратчастих рулів керування гарячого тракту, вузлів сопел і камер згорання, лопаток турбін і компресорів, а також інших конструкцій складних аеродинамічних поверхонь і деталей двигунів в ІЄЗ розроблена ефективна і раціональна високотемпературна пайка у вакуумі, у захисній атмосфері аргону, у продуктах розкладу галогенідів (В.Ф. Хорунов). ІЄЗ взяв участь у доопрацюванні центральної пускової мембрани. Мембрана розрахувалася на певний тиск спра-

цьовування, і цю вимогу не вдалося забезпечити тривалий час. В ІЄЗ ім. Є.О. Патона була розроблена методика контролю якості й прогнозування міцності мембран з використанням неруйнівних методів на основі акустичної емісії.

В ІЄЗ створено і освоєно за участі спеціалістів ПМЗ принципово нову для алюмінієвих сплавів технологію контактного стикового зварювання з повною автоматизацією, програмуванням процесу і записом параметрів процесу зварювання обичайок ракет і шпангоутів з пресованих профілів площею поперечного перерізу до 6000 мм². (В.К. Лебедев, С.І. Кучук-Яценко, В.Т. Череднічек, В.А. Сахаров та ін.) Застосування цієї технології забезпечило міцність зварних з'єднань, високу точність геометричних розмірів, абсолютну герметичність і високу продуктивність - до 12 стиків за годину. Контактне зварювання розроблено не тільки для виробів зі сплавів на основі алюмінію, а й для ракетно-космічних конструкцій зі сплавів магнію, титану, нержавіючих і жароміцних сталей. У 1970-х роках воно було впроваджено на інших провідних підприємствах авіаракетної галузі.

У 1980-х роках, щоб забезпечити необхідні механічні властивості з'єднань і високу герметичність вузлів ракет і літальних апаратів, проводяться дослідження та створюються технології електронно-променевого зварювання (Б.О. Мовчан, О.К. Назаренко, Д.М. Рабкін, А.А. Бондарев та ін.). Удосконалюються технології аргонно-дугового зварювання.

Були створені технологія та устаткування імпульсно-дугового зварювання (Б.Є. Патон, П.П. Шейко), плазмового на змінному струмі Д.А. Дудко, С.П. Лакіза, О.М. Корнієнко) й мікроплазмове зварювання різнополярними імпульсами (В.С. Гвоздецький, М.М. Воропай, дифузійного зварюван-

ня тришарових панелей алюмінієвих, зварювання в твердій фазі вуглець-вуглецевих композитних матеріалів і титанових сплавів для передньої кромки аеродинамічного керма, насадок двигунів і з'єднання трубопроводу з камерою згоряння двигуна (К.О. Ющенко, В.Ф. Хорунов та ін.). Діапазон зварних з'єднань практично усіх технічних металів і сплавів склав від от долей міліметра до десятків сантиметрів. Комплекс технологій сприяв забезпеченню ампулізації ракет (ракет 15A14 та інших). За участю співробітників інституту було створено обладнання та методи неруйнівного контролю якості зварних конструкцій (А.Я. Недосека, Л.М. Лобанов, В.А. Печаль, М.І. Валевиц, В.А. Котов, О.М. Корнієнко та ін.).

В ІЕЗ в 1971—1974 роках досліджено процеси вакуумного електронно-променевого напилення тугоплавких оксидів, карбідів і боридів, розроблені жаростійкі покриття, створено апаратуру і технологію напилення лопатей турбін і сопел двигунів, що значно підвищувало їхні експлуатаційні якості (Б.Є. Патон, Б.О. Мовчан).

З метою поліпшення якості основного металу конструкцій ракет-носіїв (Г.М. Григоренко, А.Я. Іщенко) спільно з Всесоюзним інститутом авіаційних матеріалів (Москва, І.М. Фрідляндер) створені нові високоміцні, корозійностійкі, криогенні, високомодульні алюмінієво-магнієві сплави з добавкою літію, берилію, скандію, що відповідають вимогам експлуатації ракет.

У 1980-ті роки вперше розроблено технології та обладнання для високоточного складання і електронно-променевого зварювання великогабаритних об'ємних конструкцій ракет з високоміцних алюмінієвих сплавів (Л.М. Лобанов, О.К. Назаренко, А.А. Бондарев).

Для твердопаливного двигуна ЗД65 дніпропетровської ракети системи

«Тайфун» морського базування спеціалісти ІЕЗ разом зі спеціалістами УкрНДІВажкого машинобудування та ПМЗ розробили технологію електронно-променевого зварювання корпусів соплових блоків з титанових сплавів. Для деталей сопла з вуглеталопластиків, що зазнають впливу високотемпературного швидкісного газового потоку агресивних продуктів згоряння, вчені ІЕЗ (Б.Є. Патон) і Інституту проблем матеріалознавства (І.М. Францевич) запропонували «зміцнити» тугоплавкими матеріалами - армували вольфрамовою ниткою і вольфрамо-мідним псевдосплавом.

Розроблено технологію виготовлення силових оболонок розтруба ракетних двигунів ІЕЗ ім. Є.О. Патона і КБП разом з УкрНДІТехмаш і Павлоградським механічним заводом.

За рахунок виготовлення лопаток із суперсплавів зі спрямованої й монокристалічної структурами, а також спеціальними видами захисних покриттів значно підвищено їх експлуатаційну стійкість (Б.Є. Патон, Б.О. Мовчан).

ІЕЗ взяв участь в будівництві бойових ракетних залізничних поїздів на Павлоградському механічному заводі (Дніпропетровська область) Навантаження на рейки було більше норми, тому на залізницях СРСР були змонтовані рейки посиленого профілю, виготовлені в Маріуполі з елетрошлакових сталей. Для створення безстикових шляхів (під керівництвом С.І.Кучука-Яценко) була розроблена технологія їх контактного зварювання. Було розроблено технології, технічну документацію і надано допомогу у будівництві транспортного й установчого обладнання космодромів і ракетних шахт, спорудженні величезного крупногабаритного імітатора космічних умов.

Протягом 1980—90-х років в Інституті тривали комплексні роботи в галузі

ракетобудування. Так, для Південного машинобудівного заводу було розроблено автоматичну систему керування процесами дугового зварювання паливних баків, технологію контактного стикового зварювання оплавленням вузлів з різноманітних алюмінієвих профілів, припої і технології паяння вузлів з різноманітних сплавів.

Для виготовлення великогабаритних вафельних конструкцій, паливних баків великого діаметра Місячної ракети «Енергія» на космодромі Байконур були розроблені обладнання і технології геліодугового зварювання вольфрамовим електродом на прямий полярності (В.П. Будник, Б.А. Стебловський), електронно-променевого зварювання (А.А. Бондарев).

Колективом ІЕЗ під керівництвом Б.Є. Патона започатковано розвиток космічних технологій. 16 жовтня 1969 р льотчики-космонавти Г.С. Шонін і В.М. Кубасов на борту космічного корабля «Союз-6» уперше в світі здійснили зварювання зразків в умовах космічного вакууму і невагомості на установці «Вулкан». Так була доведена можливість ремонту та будівництва космічних споруд. У 1980 – 1983 роках інститут брав участь у розробці великогабаритних пружних рамкових антен, експерименти по розкриттю яких було здійснено на декількох орбітальних кораблях «Прогрес» і «Союз», і космічній станції «Мир». Для виконання технологічних завдань в процесі експлуатації космічних апаратів в ІЕЗ було розроблено комплекс апаратури «Універсал» на базі ручного електронного променевого інструменту, призначеного для нанесення покриттів. Завдяки універсальності створеного обладнання на орбіті можна здійснювати зварювання, пайку, різання, термообробку. Розробка електронно-променевої технології випаровування матеріалів для нане-

сення покриттів на орбіті, зокрема з метою захисту від деградації, а також проведення ремонтно-відновлювальних робіт в умовах мікрогравітації базувалася на результатах численних наземних і натурних експериментів, проведених співробітниками ІЕЗ ім. Є.О.Патона і РКК «Енергія» спільно з іншими організаціями впродовж тривалого часу. У 1979-1981 роках на орбітальних станціях Салют-6» і «Салют-7» на установці «Випаровувач» виконано серію експериментів по нанесенню тонкоплівкових покриттів У 1988 г. на борту орбітального комплексу «Мир» на установці «Янтарь» одержано покриття на полімерній стрічці. У червні 1984 р. у відкритому космосі С.Є. Савицькою та В. О. Джанібековим ручним електронно-променевим інструментом проводилися різні технологічні операції, включаючи нанесення покриттів. Для виконання в ІЕЗ ім. Є.О. Патона на базі цього інструменту був створений комплекс апаратури «Універсал».

З 1990-х років в ІЕЗ ім. Е.О. Патона продовжували роботи над вдосконаленням обладнання й технологій зварювання на замовлення ракетобудівників. Розроблені й впроваджені в промислове виробництво універсальні установки типу КЛ-113 і технології електронно-променевого зварювання крупнокорпусних конструкцій і паливних баків балістичних ракет, ракет морського базування й крилатих ракет. На ГПО «Південний машинобудівний завод» впроваджено автоматичну систему управління процесами дугового зварювання корпусів, технологію контактного стикового зварювання шпангоутів.

Високий авторитет ІЕЗ в таких галузях досліджень, як розробка високоефективних сучасних зварювальних матеріалів, технологій та обладнання для їх виробництва, продовження ресурсу експлуатації зварювальних конструкцій

і розробка систем діагностики їх несучої здатності, а також автоматизації зварювальних процесів і розробка джерел живлення й нагріву зберігається до теперішнього часу. За останнє десятиліття спільно з колегами країн СНД і далекого зарубіжжя неодноразово обговорювалися проблеми виробництва, що вимагають створення наукоємних технологій. Зокрема, в ІЄЗ до недавнього часу тривали роботи, пов'язані з освоєнням космічного простору, інтерес до яких виявляють НВО «Енергія» /РФ/ і НАСА / США.

У ХХІ ст. внесок ІЄЗ ім. Е.О.Патона у ракетобудуванні став в нагоді й для міжнародних проектів, наприклад, запуск у грудні 2012 р. в Тихому океані із плавучої платформи «Одиссей» (Odyssey) україно-російської РН «Зеніт-3SL» з американським супутником зв'язку «Intelsat-21». Провідні технології, що створені на замовлення вітчизняних ракетобудівників, продано в США, КНР, Іран. Дослідження й розробка технологій виконується на замовлення деяких закордонних фірм.

В 1960 р. у Харкові за ініціативою Б.І. Веркіна (директор –засновник) за підтримки П.Л. Капиці та С.П. Корольова створено **Фізико-технічний інститут низьких температур АН УРСР**. Основні напрями діяльності: дослідження з надпровідності, фізичного матеріалознавства, тепло- і масообміну в криогенних системах; розробка криогенної техніки; вивчення фізичних властивостей магнітовпорядкованих систем, нормальних металів, квантових кристалів і криокристалів, квантових рідин; біологічних макромолекул.

Одне з провідних місць серед робіт ФТІНТ належить науково-прикладним розробкам в галузі ракетно-космічної науки і техніки. З цією метою у ФТІНТ було створено госпрозрахункове Спе-

ціальне конструкторсько-технологічне бюро (СКТБ ФТІНТ) з Дослідним виробництвом. Основними напрямками його робіт були: розробка і створення наземного обладнання для імітації умов космічного простору та випробування вузлів і приладів ракет й космічних апаратів (РКА), криогенне та космічне матеріалознавство, створення бортових систем і приладів, гідромеханіка криогенних рідин на ракетах і космічних апаратах, забезпечення охолодження детекторів телескопів, розташованих у Криму, рідким гелієм під час стеження за космічними апаратами. Науковим керівником цих робіт протягом 30 років був Б.І. Веркін.

У 1961-1968 рр. було проведено теоретичні та експериментальні дослідження в галузі фізики криогенного вакууму і сформульовані фізичні основи моделювання умов космічного простору (під керівництвом Б.І.Веркіна, І.О.Кулика, М.М.Багрова, Е.М.Ліфшица, О.М.Кислова) та на їх основі створено перші високовакуумні камери КВВК-1.2,3,5 для отримання чистого космічного вакууму на рівні 10^{-10} торр з вбудованими азотними та гелієвими криогенними насосами, а також перші в СРСР комплексні наземні імітатори космічного середовища ВК18 і ВК3 (Б.І.Веркін, М.М. Гебгардт, О.Є. Янов, В.І. Бондаренко, В.Ф.Удовенко). На цих установках вперше досліджено процеси тертя та зносу, втомні явища, адгезійну взаємодію, міцність та оптичні характеристики матеріалів і покриттів. Випробувано електродвигуни у високому криогенному вакуумі, а також страхувальний фал для першого виходу космонавта О.А.Леонова у відкритий космос (Б.І. Веркін, М.В. Зинов'єв, Г.Д. Гамуля та інші, 1968 р.). Для випробування матеріалів, натурних конструкцій космічних апаратів і ступенів ракет було створено декілька варіантів імітаторів наступного поко-

ління (Ф.М. Бабенко, М.М. Багров, О.Є. Янов, В.Ф. Папакін, М.М. Гебгардт, Ю. О. Груздев): імітатори В26А і В60 об'ємом 20 та 60 м³ з високим вакуумом, холодом і чорнотою космічного простору, моделюванням впливу сонячного випромінювання та нагрівання об'єктів (1971-1973 рр.); комплекси ВК-20 та ВК-60 для термовакуумних випробувань; імітатори СВВК-100 і В41 з гелієвими кріонасосами для досліджень в умовах надвисокого вакууму (1971-1973 рр.), установки СВВК-БМО та «Вероніка» для досліджень в умовах космічного вакууму (1972 р.), розроблений газоструменевий імітатор вакуумного ультрафіолетового і м'якого рентгенівського випромінювання Сонця (керівник Е.Т.Верховцева).

З їх використанням ФТІНТ брав активну участь в розробці та випробуваннях матеріалів, вузлів і агрегатів самохідних апаратів «Луноход - 1, 2» (Б.І. Веркін, Г.Д. Гамуля) та термовакуумних випробуваннях вузлів стикування космічних апаратів за Міжнародною програмою «Союз-Аполлон». Було виготовлено також установку для досліджень радіаційної стійкості космічних матеріалів (А.М. Маркус, В.Ф. Удовенко, М.В. Зінов'єв, 1977-1980 рр.). Протягом 1998-2005 рр. співробітниками СКТБ ФТІНТ розроблено і спільно з колективом заводу «Південмаш» (Дніпро) виготовлено унікальний стенд для термовакуумних повномасштабних випробувань космічних апаратів (Ю.О. Похил, О.І. Церковний, О.М. Кіслов, О.Д. Ярмак, В.Т. Архіпов, Є.С. Кіріллов, О.П. Пятікоп, О.С. Заїка). Комплексні лабораторні імітатори умов космічного простору (8 факторів) нового покоління було розроблено для України, виготовлено і поставлено у ФРН та КНР (кер. В.В. Абраїмов, Е.Т. Верховцева, Л.К. Колибаєв, 1997-1999 рр.; Ю.О. Похил, Ю.О. Меленевський та ін., 2001-2005 рр.).

У ФТІНТі, з початку його утворення, велися фундаментальні (під кер. В.І.Старцева) і прикладні дослідження в галузі фізики міцності і пластичності та низькотемпературного і космічного матеріалознавства (під кер. В.Я. Іллічова, Ф.Ф. Лаврентьєва, І.М. Любарського, В.Ф.Удовенко, Д.М. Большуткіна, В.В.Абраїмова, Г.Д. Гамулі, Н.М. Гринберг, Ю.О.Похила, В.О. Лотоцької та інш.). Розроблено ряд низькотемпературного устаткування для проведення випробувань при квазістатичному, втомному навантаженні, в умовах тертя (під кер. М.І.Зінов'єва, В.Я.Іллічова, В.К.Чернецького, І.Д.Абушенкова, В.М.Бойчука, В.Ф.Удовенко). Для вивчення ударної в'язкості матеріалів при низьких температурах уперше в світі розроблений низькотемпературний копер КН-30 (Б.І. Веркін, В.К. Чернецький, 1970- 1972 рр.), для моделювання термоградієнтного впливу на конструкційні матеріали в умовах орбітального польоту - установки термоцикування при статичному навантаженні (1976 р.) (І.М. Медведєв, О.І. Козлов). Деяке з цього устаткування поставлено за кордон. У 2000-2007 рр. розроблені дослідні зразки польотного обладнання на втомну міцність за космічним експериментом «Пента-Втома» і разом з ІПМ НАНУ модульних вузлів трибометрів за експериментом «Матеріал-Тертя».

У ФТІНТ здійснено вивчення властивостей (механічних, триботехнічних, електрофізичних, теплофізичних, оптичних, магнітних) конструкційних і функціональних металевих, полімерних, композиційних матеріалів і покриттів, відповідальних вузлів, агрегатів і окремих виробів в умовах тривалого впливу на них високого вакууму, низьких температур, статичних, динамічних і знакозмінних циклічних навантажень, багаторазових градієнтних термонавантажень, електромагнітного і кор-

пускулярного випромінювання. Роботи виконувались за проектами «Восток», «Восход», «Луна», «Луноход», «Космос», «Союз», «Марс», «Буран», «Мир», «МКС», «Регата», Космічна програма України «Фундамент». У співпраці з Інститутом електрозварювання та Інститутом металофізики створено стабільну аустенітну сталь 03X20H16AG6 (1981); стабільні та метастабільні сталі криогенного призначення (1989-1991), в яких нікель замінено марганцем.

У 1963-2000 рр. у ФТІНТ проводилися теоретичні (під кер. А.Д. Мишкіса) і експериментальні (під кер. Ю.А. Кіриченка) дослідження з проблеми гідромеханіки в умовах невагомості. Були отримані пріоритетні результати, важливі для розуміння процесів поведінки криогенних рідин (КР), як елементів ракетного палива та охолоджуючих компонентів бортових систем кріостатування. При вивченні теплообміну в замкнутому об'ємі з КР вперше виявлено зміну теплопередачі при числах Релєя 10^{11} - 10^{12} (1968-1981 рр.). Розроблено модель розвитку парових бульбашок при кипінні КР, їх зростання і відрив від нагрітої поверхні (1973-1983 рр.). Досліджено теплообмін при бульбашковому і плівковому кипінні гелію, водню, кисню та азоту (1971-1983 рр.). Виявлено кипіння КР без відриву бульбашок (1980 р). Розроблено методи наземної імітації слабких гравітаційних полів (на рівні $0,01g$) і вперше досліджено кипіння КР в широкому діапазоні тисків і механічних перевантажень (1968-1981 рр.). Вивчено теплообмін при вимушеному русі киплячих гелію і азоту в каналах (1984 р.).

Бортові сублімаційні системи кріостатування (охолодження) космічної апаратури з використанням стверділих газів (сублімаційні акумулятори холоду), а потім комбіновані системи кріостатування (холодильні машини з

акумуляторами холоду) почали створюватися СКТБ ФТІНТ в середині 60-х рр. (Б.І. Веркін, Р.С. Міхальченко). Перевагою кріостату з твердим хладагентом порівняно з рідинним його варіантом є істотно більший ресурс його роботи без дозаправки, незалежність створюваної температури від положення кріостата в просторі та зміни сили тяжіння до невагомості. Перший у СРСР твердотільний космічний кріостат КТ-7 був розроблений в СКТБ ФТІНТ в сімдесяті роки і успішно використовувався на космічній станції «Салют-4» для охолодження інфрачервоного телескопа ІТС-К (Б.І. Веркін, Р.С. Міхальченко, В.Т. Архіпов, В.Ф. Гетманець, В.Д. Вакуленко). Потім були розроблені і виготовлені на Дослідному виробництві СКТБ ФТІНТ кріостати КТ-12, 18, 20, в яких використовувалися тверді гази-азот, аргон, неон, водень, метан, вуглекислота і аміак. Робочі температури цих пасивних генераторів холоду знаходяться в діапазоні від 10К до 190К, а ресурс від однієї заправки - від місяця до року.

1981-1991 рр. у ФТІНТ були створені комбіновані системи охолодження космічної апаратури, що складається з охолоджувача дросельного типу, який вмикається короткочасно, і твердотільного кріостата з робочими температурами 80-85 К і 170-190 К, з ресурсом роботи до трьох років та з потужністю виробництва холоду 2,4 Вт і 6 Вт (Р.С. Міхальченко, В.Т. Архіпов, В.Д. Вакуленко).

Роботи зі створення малогабаритної мас-спектрометричної апаратури з високою чутливістю та роздільною здатністю (1961-1994 рр.) в різні роки очолювали М.М. Багров, О.П. Пилипенко, Л.Л. Солодовнік. Ця апаратура необхідна для вимірювання газового складу атмосфери Землі і планет, параметрів власної атмосфери космічних апаратів (КА), характеристик процесів дегазації і газової десорбції матеріалів

теплової ізоляції криогенних приладів і КА. У 1968 р. вперше в СРСР в СКТБ ФТІНТ розроблено і виготовлено радіочастотний монопольний мас-спектрометр РОМС-1, який став основою серії подібних приладів. При установці на метеорологічні ракети МР-12 (1974, 1975 рр.) прилади РОМС-3 вимірювали склад земної атмосфери, а при установці на апаратах АМС «Венера-9, 10» прилади РОМС-5 вимірювали склад атмосфери Венери (1975 рр.). При цьому вперше було виявлено присутність сірки в атмосфері цієї планети. Бортові мас-спектрометри наступного покоління МС Р-8 вимірювали склад зовнішньої атмосфери Землі на КА «Космос-1643 і 2007» (1992-1994 рр.).

В 1961 р. у ФТІНТ з ініціативи І.М. Дмитренка під керівництвом С.П. Логвиненка організовано роботи зі створення твердотільних напівпровідникових криогенних термометрів. Перший вітчизняний серійний термодіод АТ-302 на основі напівпровідника $n\text{-GaAs}$ розроблено в 1965 р. (І.М. Дмитренко, С.П. Логвіненко). Створено різні типи мініатюрних та надійних криогенних термометрів для температур від 1 К до 370 К з чутливістю до 0,1 К. В 1974-1991 рр. було розроблено сімейство термометрів типу ТСАД і освоєно їх промислове виготовлення на дослідному заводі ФТІНТ. Практично всі розроблені в СКТБ криогенні пристрої від космічних криостатів до надпровідних приладів різного призначення були оснащені термометрами С.П. Логвіненка. Термометри С.П.Логвіненка знайшли широке використання також в наукових інститутах України та за кордоном.

Протягом 1983-1991 рр. було виконано великий обсяг розрахункових (під кер. Г.К. Кладова, О.М. Кісова) і експериментальних робіт за програмою створення першого в СРСР космічного

інфрачервоного (ІЧ) телескопа з охолоджувальною ІЧ оптикою. Експериментальні дослідження матеріалів для ІЧ оптики, що працює при температурах 300-30К, були виконані в 1986-1991гг під керівництвом Ф.Ф. Лаврентьєва. Проведено криогенні випробування дзеркального об'єктива телескопа з діаметром 350 мм (Н.М. Левченко), створено и випробувано ширококутний об'єктив з діаметром 120 мм (В.М. Науменко). Розроблено інтерференційні багат шарові покриття та інфрачервоні фільтри для діапазону зі стабільними оптичними характеристиками (кер. А.І. Беляєва, 1991). У 1983-1989 рр. було сконструйовано і виготовлено повномасштабний діючий макет криогенного ІЧ телескопа для вимірювання спектральних характеристик випромінювання дискретних і протяжних джерел в діапазоні довжин хвиль 6-25 мікрон (керівники роботи Г.К. Кладов і Б.П. Ткач). Експериментальні характеристики телескопа відповідали розрахунковим значенням.

Одним з параметрів далекого космосу є магнітний вакуум, під яким слід розуміти постійні магнітні поля, менші природного магнітного поля Землі (0,5 Ерстед). Для з'ясування впливу магнітного вакууму на живі організми і для захисту високочутливої магнітометричної апаратури, зокрема надпровідних квантових магнітометрів, від зовнішніх паразитних електромагнітних полів, в СКТБ ФТІНТ під керівництвом С.І. Бондаренко протягом 1971-1982 рр. були виконані дослідження властивостей надпровідних магнітних екранів (НМЕ).

Були отримані залежності внутрішнього поля НМЕ від його розмірів, від величин зовнішнього постійного і змінного магнітних полів (1976 р.). Розроблено, виготовлено та досліджено багат шаровий НМЕ для отримання в об'ємі 1000 см³ магнітного вакууму на

рівні 10^{-9} ерстед, що є світовим рекордом (1976-1980 рр.). Виконано дослідження можливості створення НМЕ для захисту космонавтів від великого постійного магнітного поля, що створюється для відхилення потоку космічних заряджених частинок, що проникають в житловий відсік КА.

Вперше в світі у ФТІНТ виявлено пригнічуючий вплив магнітного вакууму на бактерії і рослини (1967) (Б.І.Веркін, С.І.Бондаренко). Спільно з Інститутом ботаніки НАНУ вивчено вплив слабких магнітних полів різного спрямування на розвиток рослин в умовах невагомості на КА (Н.І. Богатіна, О.Л. Курдюм, 1993 -2010 рр.).

В 1972 р. на базі Харківського філіалу Інституту технічної теплофізики АН УРСР створено **Інститут проблем машинобудування АН УРСР** (директор – А.М. Підгорний). Основні напрями діяльності: здійснення фундаментальних і прикладних досліджень у галузі машинобудування, вивчення динаміки і міцності турбомашин, дослідження раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів, зниження забруднення повітряного басейну, зумовленого тепловими двигунами та енергоустановками, використання водню як палива для транспорту та енергетики.

Під керівництвом Г.Ф. Проскури, Л.О. Шубенка-Шубіна, А.П. Філіппова, В.Л. Рвачова, А.М. Підгорного, Ю.М. Мацевитого в Інституті сформувалися наукові колективи, роботи яких, зокрема, було спрямовано на розвиток методології дослідження процесів гідроаеродинаміки, тепломасообміну, механіки та міцності в технічних об'єктах, за допомогою методів математичного моделювання та розв'язання некоректних обернених задач. Одержані результати дозволили на сучасному рівні виконувати прикладні дослідження з

розробки та створення високотехнологічної продукції, зокрема ракетно-космічної техніки.

Учені Інституту спільно з фахівцями КБ «Південне» розробили елементи системи термостабілізації бортової радіоелектронної апаратури космічних об'єктів. Для мінімізації теплових опорів між електронними елементами та стінками приладів створено електронні теплопровідні плати з тепловим розніманням. З метою зменшення теплового опору між теплоносійми і електронним елементом досліджувалася мікроканальна система рідинного охолодження, що містилися в тілі керамічної підкладки мікрозбірки, мікросхеми або пластини. Для термостабілізації стільникової панелі, на якій розташовано прилади літальних апаратів, розроблено металокерамічні нагрівальні елементи, а також нагрівальні елементи, поєднані з термометрами опору, та інші елементи системи термостабілізації на основі металокераміки.

Розвинуто нові принципи охолодження бортового електронного устаткування і відсіків космічних апаратів з використанням двофазних контурів з капілярним прокачуванням, розроблено автоматизовані робочі місця для теплотехнічних випробувань приладів космічної апаратури. Створено методіку моделювання теплового стану електронних комірок і умов однозначності на поверхнях теплообміну елементів радіоелектронної апаратури, що дозволяє визначати як інтегральні характеристики системи охолодження, так і локальні характеристики інтенсивності теплообміну. Автоматизована система вимірювань дає можливість формувати базу аеродинамічних і теплових характеристик залежно від режимних і конструктивних параметрів радіоелектронної апаратури.

Розроблено математичну модель для аналізу коливань паливних баків, яка базується на удосконаленому методі

скінченних і граничних елементів для моделювання коливань системи «оболонкова конструкція - рідина». Створено новий числовий метод і комп'ютерну технологію для аналізу вільних і вимушених коливань складених паливних баків ракет-носіїв. Метод дозволяє вивчати динамічні характеристики паливних баків на різних стадіях польоту: при перевантаженнях і в умовах мікрогравітації, зокрема з урахуванням плескань палива. Порівняно з відомими аналогами та програмними комплексами запропонований метод дозволяє точніше проаналізувати коливання паливних баків, врахувати взаємний вплив пружних деформацій стінок баків і змінних під час польоту рівня заповнення баків, форми вільної поверхні рідини, наявність пружних і жорстких внутрішніх перегородок-демпферів, змінного прискорення сили тяжіння. Розглянуто вільні й вимушені коливання баків в умовах дії поздовжніх і поперечних впливів, проаналізовано динамічні характеристики в лінійному і нелінійному формулюванні.

Створено методологію комп'ютерного моделювання динамічних процесів в елементах складеної піротехнічної системи відділення обтічника. Вона базується на теоретичних моделях динамічної теорії пружності, моделях пластичності та контактної взаємодії. Досліджено динамічний напружено-деформований стан, показники вібраційних перевантажень на різних етапах роботи системи, що характеризуються імпульсним та ударним навантаженням. Для зниження динамічної напруженості та прискорень в елементах системи застосовано конструктивні зміни та введено демпфіруючі елементи, що дозволило підвищити надійність та поліпшити технічні характеристики.

Запропонований ефективний підхід у технології відпрацювання ракетних

конструкцій, який ґрунтується на методі числового моделювання, дозволяє до початку експериментального відпрацювання проводити віртуальні експлуатаційні випробування з перевірки працездатності штатних конструкцій.

Проведено віртуальні випробування механічної системи кріплення кидкових елементів касетної головної частини в умовах температурних і циклічних навантажень, що виникають під час наземного транспортування ракети. Розроблено розрахункові моделі, критерії та практичні технології випробувань, необхідні й для аналізу механічного стану та прогнозу працездатності реальної конструкції 1 головної частини. Результати віртуальних випробувань підтверджують працездатність системи кріплення кидкових елементів касетної головної частини. Їх впроваджено у практику ДП «КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля» на етапі конструкторського розроблення.

В 1955 р. на базі радіофізичних відділів і експериментальних майстерень ХФТІ створено Інститут радіофізики і електроніки (ІРЕ) АН УРСР (директор О.Я. Усиков). У новому інституті були суттєво розширені роботи, що розпочаті в ХФТІ та спрямовані на розвиток актуальних наукових напрямів в галузі радіофізики та електроніки, а також на розробку нових методів і засобів для вирішення практичних завдань радіолокації, космічної техніки та інших найважливіших застосуваннях.

Вже через кілька років були створені унікальні джерела випромінювання та вимірювальна апаратура (О.Я. Усиков, Є.М. Кулешов, Г.Я. Левін, І. Є. Островський, І.Д. Трутень, А.Н. Чернець та ін.). Важливим етапом стали широко-масштабні теоретичні й експериментальні дослідження розповсюдження електромагнітних хвиль та їх розсіювання межами розділу середовищ, а та-

кож об'єктами природного та штучного походження, що проведені в широкому діапазоні частот (С.Я. Брауде, В.П. Герман, Б.Д. Замараєв, Ф.В. Ківва, Г.П. Кулемін, А.В. Мень, І. Є. Островський, В.Б. Разказовський, Ф.С. Санин, І.С. Тургенєв, Я.Л. Шамфаров, Й.М. Фукс та ін.). Ці широкомасштабні комплексні роботи мали цілий ряд фундаментальних результатів, отримали подальший розвиток і були реалізовані в перспективних практичних задачах.

В 1970—1980 рр. під керівництвом В.П. Шестопалова та А.І. Калмикова в ІРЕ АН УРСР активно розвивався новий науковий напрям — радіофізичні дослідження поверхні Землі з космосу. Створено систему всепогодного моніторингу в реальному часі з використанням багаточастотних активних і пасивних засобів дистанційного зондування, яка не має аналогів у світі. З 1983 р. цю систему і донині успішно експлуатують на супутниках серії «Космос-1500», «Океан», «Січ». Від федерації космонавтики СРСР В.П. Шестопалов у 1986 р. був нагороджений Медаллю ім. академіка М.К. Янгеля. Наприкінці 70-х рр. ІРЕ і КБ «Південне» взяли участь у запуску ШСЗ «Космос-1151» з радіолокаційним скатерометром.

З 1979 р. в ІРЕ (А.І. Калмиков, В.Б. Єфімов, В.О. Комяк, О.С. Курєкін, О.П. Пічугін, В.М. Цимбал та ін.) почалася розробка аерокосмічних систем дистанційного зондування. 1982 р. став до роботи літаковий комплекс для одержання й оброблення даних комплексної радіолокаційно-радіометричної системи ДЗ, перш за все — морської поверхні та льодових покривів. 28 вересня 1983 р. здійснено успішний запуск ШСЗ «Космос-1500» з комплексом радіофізичної апаратури ДЗ, що включає радіолокатор бокового огляду см діапазону (смуга огляду — 450-500 км) та

радіометр, що сканує поверхню Землі в мм діапазоні. За даними цього комплексу було отримано ряд фундаментальних результатів і здійснена практична провідка в важких льодах караванів судів в Арктиці й Антарктиці.

З 1970 р. директор ІРЕ АН УРСР О.Я. Усиков започаткував планомірний розвиток досліджень щодо оброблення зображень. За оригінальною схемою було створено когерентно-оптичну установку для фур'є-фільтрації зображень та аналізу просторових спектрів (В.М. Дудінов, В.С. Цветкова, Ю.В. Корнієнко, Л.А. Акімов).

У 1974 р. в ІРЕ під керівництвом О.Я. Усикова за участі А.А. Бабичева, Ю.В. Корнієнка, В.Г. Парусімова, Н.К. Зайця та С.О. Канигіна створено систему цифрового оброблення зображень з використанням ЕОМ ЕС-1020. У 1974-1976 рр. В.Г. Парусімов і Ю.В. Корнієнко виконали оброблення зображень Марса, одержаних автоматичними міжпланетними станціями «Марс-3», «Марс-4», «Марс-5». У 1977-1980 рр. розроблено методику застосування цифрового оброблення зображень для дослідження оптичних характеристик поверхні Місяця. (Ю.Г. Шкуратов, Д.Г. Станкевич). Тоді ж створено теорію фотоклінометричного визначення рельєфу поверхні планети за серією її зображень і метод автоматичного розпізнавання форм рельєфу.

У 1981-1983 рр. спільно з Інститутом геохімії і аналітичної хімії АН СРСР та Харківським університетом оброблено радіолокаційні дані космічного апарата «Піонер-Венера-1», одержаних від НАСА США в рамках програми науково-технічного співробітництва.

У 1987 р. Ю.В. Корнієнко і В.М. Уваров запропонували метод інтерферометричного синтезу не спотворених атмосферою оптичних зображень заатмосферних об'єктів, що використовує

надмірність кодування інформації про об'єкт у некогерентній хвилі, яка від нього приходить.

У 1962 р. О.Я. Усиков, П.В. Бліох в журналі «Геомagnetизм і аерономія» опублікували статтю, в якій розглянули цікавий ефект гравітаційної лінзи – відхилення променів світла в полі тяжіння масивних об'єктів. Ця стаття була першою публікацією в Радянському Союзі за таким абстрактним тоді питанням. Надалі цей науковий напрям було успішно розвинено учнем П.В. Бліоха А.О. Мінаковим, який на той час очолював відділ космічної радіофізики Радіоастрономічного інституту НАН України. Експериментально подібні об'єкти були незабаром виявлені під час спостережень на зарубіжних обсерваторіях.

У 1956 р. в ІРЕ з ініціативи та під керівництвом С.Я. Брауде у новоствореній лабораторії антен і радіоастрономічної апаратури були розпочаті дослідження в галузі декаметрової радіоастрономії (керівник – А.В. Мень). Був побудований цілий ряд радіотелескопів, найбільш досконалий та найбільший з них – УТР-2 – був введений в експлуатацію в 1972 р. У 1980 році був створений автономний сектор радіоастрономії, який в 1981 р. перетворений на Відділення радіоастрономії.

В 1985 р. на базі Відділення радіоастрономії Інституту радіофізики і електроніки АН УРСР створено **Радіоастрономічний інститут АН УРСР** (директор – Л.М. Литвиненко). Основні напрями діяльності: розробка теорії і фізичних принципів створення радіотелескопів і удосконалення інструментальної бази для радіоастрономічних досліджень; проведення радіоастрономічних досліджень в широкому діапазоні радіохвиль; дослідження Землі і планет, навколоземного і міжпланетного простору методами радіоастрономії і дистанційного зондування довкілля; прикладні дослід-

ження і розробки приладів і радіотехнічних систем різного призначення в декаметровому, НВЧ, міліметровому і субміліметровому діапазонах.

Біля витоків Інституту стояли С.Я. Брауде, Л.М. Литвиненко, Мень, Д.М. Ваврів, Ю.М. Ямпольський, П.В. Бліох, С.А. Песковацький і А.О. Мінаков.

З середини 50-х рр. в Інституті під керівництвом С.Я. Брауде та А.В. Мень було розпочато роботи зі створення радіоастрономічних антен декаметрових хвиль на нових принципах, що дозволяють знизити вплив негативних чинників. У результаті створено радіотелескоп УТР-2, який донині є найбільшим і найдосконалішим у світі інструментом декаметрового діапазону довжин хвиль. Його велетенська ефективна площа (150 000 кв. м.) і великі розміри (2 км x 1 км) забезпечують рекордні чутливість і кутову роздільну здатність. Радіотелескоп розпочав роботу в 1970 р., з 1972 р. стали відбуватись регулярні наукові вимірювання.

На основі радіотелескопу УТР-2 в Україні через десять років також збудовано унікальну систему радіоінтерферометрів УРАН, яка має бази від 40 до 950 км і включає в себе УТР-2, ще 4 радіотелескопи менших розмірів, які значно посилили можливості потужного УТР-2. Система забезпечує високу роздільну здатність близько 1 кутової секунди, що не поступається багатьом оптичним телескопам. На її базі основними напрямами стали спостереження галактичних і позагалактичних об'єктів в декаметровому, метровому та дециметровому діапазонах.

У перші роки становлення Інституту дослідження в галузі декаметрової радіоастрономії були значно розширено й інтенсифіковано. Інститут став головним по комплексній науковій програмі АН УРСР «Радіоастрономічні дослідження космічного випромінювання в

декаметровому діапазоні радіохвиль», 1988 р. -головною організацією в республіці з радіофізичних досліджень іоносфери. Проводилися також дослідження Землі та планет методами дистанційного зондування.

За час існування українських радіотелескопів одержано значний обсяг пріоритетних наукових результатів. Для досліджень стали доступними практично усі астрофізичні об'єкти від найближчого оточення Землі, Сонячної системи, нашої Галактики до найвіддаленіших об'єктів Всесвіту - радіогалактик і квазарів. Виявлено нові особливості низькочастотного спорадичного радіовипромінювання Сонця, Юпітера, міжпланетного середовища. Зареєстровано рекомбінаційні лінії дуже збуджених міжзоряних атомів вуглецю, що стали новим ефективним засобом діагностики космічної плазми. Задектовано імпульсне і континуальне декаметрове радіовипромінювання пульсарів, що динамічно змінюється за інтенсивністю, часом і частотою. Побудовано радіозображення залишків спалахів наднових зірок, емісійних туманностей, нетеплового випромінювання Галактики. Складено найповніший низькочастотний каталог позагалактичних радіоджерел. З рекордною роздільною здатністю вивчено кутову структуру далеких радіогалактик і квазарів, виявлено суттєву різницю з зображеннями більш високих частот, що відображає важливі еволюційні та космологічні процеси у Всесвіті. 1988 р. досліджено надкорону Сонця, просвічуючи її випромінюванням (С.Я. Брауде, А.В. Мень та ін.), 1989 р. побудовано теорію резонансних підсилювачів з поширеною взаємодією, що дозволило розробити нові типи генераторів та підсилювачів міліметрового діапазону (Д.М. Ваврів, О.М. Третьяков). В інституті проводяться також дослідження геокосмосу

за напрямом «Дистанційне зондування навколоземного простору та сонячної системи», де об'єктами досліджень є атмосфера, іоносфера і магнітосфера Землі, а також плазмові оболонки планет Сонячної системи, зокрема Юпітера.

В 1955 р. на базі Лабораторії металофізики АН УРСР створено **Інститут металофізики АН УРСР (ІМФ)** (директор - Г. В. Курдюмов). Основні напрями досліджень: фізика міцності та пластичності; фазові перетворення та їхній вплив на структуру й властивості металів і сплавів; електронна структура та електронні властивості металів і сплавів; фізика поверхонь металів; криогенна металофізика; розробка нових фізичних методів дослідження металів.

В ІМФ під керівництвом академіка АН УРСР В. М. Свечникова розпочато дослідження фазових рівноваг багатоконпонентних сплавів з високими показниками жароміцності, жаро- та зносостійкості. У 1948 р. Г. В. Курдюмов і Л. Г. Хандрос відкрили явище термоджорної рівноваги при фазових перетвореннях мартенситного типу (ефект Курдюмова), яке зумовлює унікальні фізико-механічні властивості, зокрема пам'ять форми, надпружність, аномально високу демпфувальну здатність відповідних металевих матеріалів.

На основі праць В. Н. Гріднева з дослідження фазових перетворень у нерівноважних умовах розроблено методи швидкісного електротермічного, лазерного, електроіскрового, термоциклічного, термомеханічного, ультразвукового, механічного ударного оброблення, а також розширено клас матеріалів, серед яких — титанові та жароміцні нікелеві стопи, в яких у сильно нерівноважних умовах формуються структурно-фазові стани, що забезпечують властивості високого рівня.

Співробітники Інституту є авторами двох відкриттів: «Властивість нео-

киснюваності ультрадисперсних форм простих речовин, що знаходяться на поверхні космічних тіл» (В. В. Немошкालенко, В. Г. Альошин, 1979 р.) та «Явище термопружної рівноваги при фазових перетвореннях мартенситного типу — ефект Курдюмова» (Л. Г. Хандрос, Г. В. Курдюмов, 1980 р.).

Для розвитку ракетно-космічної галузі впродовж 1960-1970-х рр. науковою школою акад. АН УРСР В.Н. Гріднева в Інституті проводилися систематичні дослідження фізичної природи фазових і структурних перетворень у сталях при швидких і надшвидких нагріваннях у процесах гартування та відпуску. Результати були практично застосовані у технологічних режимах швидкісного електротермічного оброблення (ШЕТО) при виготовленні корпусів ракетних двигунів твердого палива. Тим самим були перевершені кращі досягнення ракетників США того часу. Впровадження прогресивного процесу зміцнення конструкційних економнолегованих сталей у серійному випуску високоміцних ракетних двигунів уможливило підвищити тактико-технічні характеристики ракет протиповітряної оборони СРСР. В подальшому розширилася номенклатура виробів, що підлягали зміцненню методами ШЕТО, для корпусів ракет авіаційного призначення, лонжеронів гвинтів великовагових вертольотів та інших виробів оборонної техніки.

З 1958 р. під керівництвом І. Я. Дехтяра виявлено та досліджено явище радіаційно-стимульованої дифузії, що мало важливе значення для розробки радіаційно-стійких матеріалів, потрібних як ядерній енергетиці, так і космічній галузі. З 1963 р. під його керівництвом проводилися розробки автономних джерел струму великої потужності — цезієвих прямих термоемісійних перетворювачів (ТЕП) теплової енергії в електричну. Вони були призначені для

систем бортового живлення космічних апаратів з рекордними на той час експлуатаційними характеристиками. Для виконання цих робіт було створено унікальний надвисоковакуумний технологічний і вимірювальний комплекс з контролем складу залишкових газів у робочій камері та чистоти й стану поверхні монокристалів за даними спектрів відбитих повільних електронів.

У 1972-1990 рр. Г. Я. Козирським із співробітниками було виконано значний обсяг досліджень повзучості незміцнених і зміцнених зразків монокристалічних вольфраму, молібдену та їхніх стопів з ренієм, іридієм, осмієм, ніобієм та іншими легувальними домішками при температурах у 1360-1900°C і прикладених напруженнях у 10- 20 МПа (такі рівні механічних напружень у ТЕП зазвичай виникають при розпаді ядерного палива).

Відділ кристалізації Інституту металознавства АН УРСР також брав участь у підготовці матеріалознавчих експериментів у космосі з середини 1980-х рр. У співробітництві із ЦНІІМАШ (м. Москва, РРФСР) та НВО «Композит» готувалася серія експериментів з одержання монокристалів металів (цинк) і прозорих модельних речовин на обладнанні, розміщеному на ОС «МИР», а потім на МКС. Було здійснено один орбітальний експеримент, а розроблена програма продовжувалася в рамках російсько-української програми наукових і технологічних експериментів на російському сегменті МКС. Ця програма слугувала частиною російсько-української програми з дослідження та використання космічного простору у мирних цілях. Протягом 1990-х рр. і до 2013 р. виконувалися дослідницькі та конструкторські роботи з підготовки орбітального експерименту зі спрямованої кристалізації. В кооперації організацій НАН Укра-

їни (ІМФ ім. Г. В. Курдюмова, ІЕЗ ім. Є. О. Патона) та низки конструкторських бюро було створено наземні макети установок МОРФОС та МОРФОС-В для дослідження в космічних умовах процесу спрямованого твердіння методами прямого спостереження з накладанням низькочастотної вібрації. Було розроблено методику космічних експериментів і відпрацьовано основні вузли установок космічного базування.

Головна астрономічна обсерваторія НАН України, заснована у 1944 р. є активним учасником космічних досліджень, зокрема досліджень Сонця й інших тіл Сонячної системи. Науковці ГАО взяли участь у програмі спостережень перших штучних супутників Землі, а також досліджень за програмами Міжнародного геофізичного року та Міжнародного року сприяння а також у програмі дослідження Місяця автоматичними апаратами (1957—1959 рр.).

Уперше в світовій практиці в ГАО були розраховані ефемериди небесних об'єктів для спостережень з місячної поверхні. Виконано піонерські роботи зі створення селенодезичних опорних координатних систем, що їх використовували при здійсненні посадок космічних апаратів на Місяць, вивченні його геометричних та динамічних характеристик.

У 1982—1986 рр. ГАО забезпечувала наземний супровід космічної місії «ВЕГА» до комети Галлея за програмою РАПРОГ, що була складовою частиною міжнародної програми ІНВ. В обсерваторії створено малогабаритний кріогенний фотометр спектрального діапазону 0,9—3,5 мкм, за допомогою якого успішно виконані фотометричні спостереження в інфрачервоному діапазоні аварійного супутника Космос-1900 з ядерним реактором на борту. Було також розроблено оптико-електронну передавальну та

приймальну апаратуру для проведення лазерних атмосферних і комунікаційних експериментів між наземним телескопом і супутниками.

В 1963 р. Інститут електротехніки АН УРСР реорганізовано в **Інститут електродинаміки АН УРСР** (директор — О.М. Мілях). Основні напрями: дослідження та розробка методів аналізу і засобів обчислювальної техніки та режимної автоматики для оптимізації роботи складних енергосистем; дослідження та розробка електромагнітних і напівпровідникових приладів перетворення параметрів електромагнітної енергії з підвищеними показниками; комплексні дослідження для створення потужного електротехнічного обладнання; інформаційно-вимірювальні системи та метрологічне забезпечення в енергетиці; комплексні енергетичні системи з відновлюваними джерелами енергії.

З початку діяльності в Інституті розроблявся напрям — перетворення та стабілізація параметрів електромагнітної енергії (О.М. Мілях, Ю.І. Драбович). Результатом стало створення та впровадження обладнання для сучасних технологій - електротехнології обробки металу, технологічного устаткування космічних апаратів, автономних систем електроживлення тощо. На початку 60-х років розгортається спільна з Інститутом електрозварювання робота зі створення першої генерації «космічних» перетворювачів параметрів електроенергії. Безпосередню участь у цих розробках брали Ю.І. Драбович, М.М. Юрченко, П.М. Шевченко та інші. У 1969 р. на космічному кораблі «Союз-6» виведено у космос автоматичну зварювальну установку «Вулкан». Було проведено два космічних експерименти «Зарниця-1» (травень 1973 р.) та «Зарниця-2» (вересень 1975 р.). Інжектори електронів потужністю до 4,0 кВт при прискорювальній

напрузі 10 кВ спільно з системами електроживлення, апаратурою керування та телеметрії виводились у космос ракетою Р- 12 з космодрому «Капустин Яр».

З метою експериментального відпрацювання у космосі процесів нанесення тонкоплівкових покриттів на різні металеві та неметалеві підложки методом термічного випаровування та конденсації речовин було створено установку «Випаровувач», яка працювала у 1979-1981рр. на станції «Салют-6». Як джерело нагрівання використовувався електронний промінь, основними функціональними вузлами були два випаровувача, оснащених низьковольтними електронно-променевими пушками, та барабанний маніпулятор із зразками підкладок. За допомогою апаратури «Випаровувач-80» на борту орбітальної станції «Салют-6» в 1979-1982 рр. вперше у світі проведено серію експериментів (200 зразків) з нанесення тонкоплівкових покриттів у космосі методом електронно-променевого випарювання і конденсації речовин у вакуумі.

За допомогою апаратури «Універсальний ручний інструмент» космонавти С.Є. Савицька та В.О. Джанібеков на станції «Салют-7» (1984 р.) вперше провели у відкритому космосі технологічні операції - нагрівання, пайку, зварювання, різку і напилення.

У 1982 р. колективу науковців Інституту електродинаміки АН УРСР на чолі з А.К. Шидловським і групі льотчиків-космонавтів СРСР за роботу «Розробка обладнання та технології для нанесення покриттів в умовах космосу методом випаровування та конденсації речовин» було присуджено Державну премію УРСР в галузі науки і техніки.

У 1951 р. на базі Львівського відділу теорії пружності Інституту математики АН УРСР та Львівської групи Інституту автоматики і телемеханіки АН СРСР утворено **Інститут машинознав-**

ства і автоматики АН УРСР (з 1964 – **Фізико-механічний інститут АН УРСР**). Визначено основні напрями досліджень: теорія пружності та концентрація напружень біля отворів; контактні задачі теорії пружності; стійкість пружних систем; вплив середовища та водню на міцність матеріалів; теорія відбору, перетворення та передачі сигналів; прилади для пошуку корисних копалин та спецтехніки, фізико-метрія.

В інституті створено теорію адсорбційної та водневої втоми сталей, розвинуто теорію граничної рівноваги деформованих тіл із дефектами типу тріщин, що заклало основи нового напрямку в механіці матеріалів, розвинуто новий науковий напрям - фізико-хімічну механіку руйнування та міцності матеріалів, опрацьовано нові методи локальної зміцнювальної термообробки зварних швів і поверхневого зміцнення деталей машин, створено прилади та системи для дослідження космічних об'єктів.

Фахівці інституту зробили вагомий внесок у розв'язання великомасштабних науково-технічних проблем, серед яких створення та організація виробництва комплексу апаратури для розвідки і оцінювання запасів корисних копалин; атестація конструкційних матеріалів для космічної техніки, що контактує з водневомісними середовищами; розробка та виготовлення апаратури для керування космічними апаратами.

В 1981 р. виникла потреба у створенні Міжгалузевого центру комплексних досліджень матеріалів в агресивних середовищах. Саме у цей час співробітники Інституту досягли значних результатів щодо усунення водневої крихкості елементів конструкцій, а також розробки методів і засобів оцінки роботоздатності виробів у водневомісних середовищах. Ці розробки було пов'язано з виконанням Всесоюзної програми «Енергія-Бурани». Впровадження цих результатів у

практику підвищило ресурс елементів конструкцій космічної та авіаційної техніки (К.Б. Кацов, В. В. Панасюк та ін.). У рамках цієї програми Інститут виконав роботи з математичного моделювання і паралельної обробки та розпізнавання зображень у реальному часі, які впроваджено для космічних досліджень і використовувалися на орбітальній станції «Мир», при запуску, польоті та посадці космічної системи «Буран» (В.В. Грицик).

Важливий етап розвитку Інституту пов'язаний з науковим приладобудуванням для космічних досліджень. Діяльність в цьому напрямі була визначена загальнодержавною академічною програмою Ради «Інтеркосмос» Президії АН СРСР, серед виконавців якої: Інститут космічних досліджень АН СРСР, Інститут земного магнетизму, іоносфери і розповсюдження радіохвиль АН СРСР і Фізико-механічний інститут АН УРСР. Основним напрямом діяльності Інституту в рамках цієї програми була розробка науково-методичних основ та інформаційно-вимірювальних систем для дослідження фізичних процесів у космічній плазмі та верхніх шарах атмосфери, проведення експериментальних досліджень, опрацювання інформації як на борту космічних апаратів, так і на Землі.

Під час виконання програми створено прилади та інформаційно-вимірювальні системи, які забезпечили успішне проведення багатьох космічних експериментів на супутниках «Космос-484», «Космос-721», «Інтеркосмос-10, 18», «Прогноз-8», «Прогноз-10», станціях «Марс-6», «Марс-7», на аеростатах у серії випробувань за проектом «САМБО» (Синхронні авроральні множинні балонні обсерваторії), на ракетах в експериментах «Зарниця-2», «Поле», унікальних експериментів ВЕГА-1, ВЕГА-2, Фобос та ін. Серед науков-

ців ФМІ вагомий внесок у розробку апаратури для космічних досліджень зробили Б.І. Блажкевич, П.М. Сопрунюк, М.А. Раков, В.Є. Корєпапов, В.О. Погрібний, Л.О. Коваль, В.С. Цибульський та ін. У цих експериментах одержано унікальні дані про структуру та взаємозв'язок іоносфери і магнітосфери Землі та міжпланетного простору. Зокрема, на супутнику «Космос-484», що був запущений у 1971 році, було встановлено перший повністю створений в Україні науковий прилад ИП-1, за допомогою якого вперше у світі були отримані унікальні дані про варіації вектора електричного поля у космічній плазмі. Вже у роки незалежності України у 2004 році на борту супутника «Січ-1М» було здійснено перший міжнародний експеримент «Варіант» під головуванням та за участю Львівського центру Інституту космічних досліджень, в якому також вперше у світі проведено унікальні дослідження густини просторового струму у космічній плазмі. Цей результат було відзначено Державною премією України за 2008 рік.

Одним із прикладів розв'язання комплексу наукових і прикладних задач, пов'язаних зі створенням інформаційно-вимірювальних систем для космічних досліджень, є роботи, виконані в Інституті у 80-х роках в рамках міжнародного проекту «САМБО». Цей проект передбачав дослідження у полярних широтах магнітосферних збурень і їх проявів в іоносфері з одночасним виконанням наземних аеростатних, ракетних і супутникових вимірювань за єдиною скоординованою програмою. Політ аеростатів був узгоджений з польотом супутників «Інтеркосмос-10», «Інтеркосмос-18», «ГЕОС-2» над відповідними районами Швеції, Фінляндії і Радянського Союзу.

Одним із найбільш вражаючих космічних експериментів стала експедиція

до комети Галлея, основне завдання якої - вивчити комету Галлея і планету Венера. Серед усіх космічних місій до ядра комети Галлея багатоцільовим був проект «ВЕГА», який передбачав використати проліт і маневр космічного апарата у гравітаційному полі Венери з одночасною відправкою на цю планету дослідницького зонда і наступним виведенням прольотного модуля на оптимальну траєкторію подальшого польоту до самої комети. Інститут і Головна астрономічна обсерваторія брали участь у створенні апаратури для двох важливих досліджень, які проводилися в рамках цього експерименту: одержання зображень ядра комети та електромагнітного зондування її «околиць».

У Фізико-механічному інституті АН УРСР групою науковців під керівництвом Я.С. Підстригача проводилися роботи з вирішення проблеми зняття залишкових напружень у габаритних зварних конструкціях. З цією метою було розроблено теоретичні основи та методи оптимізації термонапруженого стану деформованих тіл, на основі яких запропоновано раціональні режими і схеми температурної локальної обробки зварних елементів тонкостінних конструкцій. Ці роботи були продовжені у Львівському філіалі математичної фізики Інституту математики АН УРСР (створеного наприкінці 1972 р. на базі Сектору математики і механіки ФМІ, який був реорганізований у вересні 1978 р. в Інститут прикладних проблем механіки і математики АН УРСР). Було сформульовано і розв'язано нові неklasичні екстремальні задачі термомеханіки оболонок при заданих областях допустимої зміни функції керування і обмеженнях на параметри розглядуваних фізико-механічних процесів. Результати досліджень впроваджено у виробництво елементів ракетно-космічної техніки та покладено в основу Міжга-

лузевого стандарту зонального відпуску зварних тонкостінних конструкцій. Основні виконавці цих робіт Я.С. Підстригач, Я.Й. Бурак, Б.І. Колодій та Г.В. Пляцко увійшли до авторського колективу, який був відзначений в 1975 році Державною премією УРСР в галузі науки і техніки за роботу "Розробка та впровадження в практику оптимальних режимів зонального відпуску зварних швів конструкцій оболонкового типу".

Наукові дослідження в галузі космічної біології та медицини розпочато з 1958 р. в Інституті фізіології ім. О.О. Богомольця під керівництвом М.М. Сиротиніна та інституті мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного під керівництвом Л.Й. Рубенчика. Метою досліджень було з'ясування дії на організм людини різних факторів космічного польоту, можливостей використання гіпотермії, зимової сплячки, анабіозу при освоєнні космічного простору та особливостей дії фармакологічних речовин в екстремальних умовах. Безпосереднім учасником перших експериментів з дослідження впливу імерсійної невагомості, комбінованої дії гіпоксії та охолодження або перегрівання, моделювання умов життя на Місяці в кратері вершини Ельбрусу був учень М.М. Сиротиніна П.В. Білошицький. Виконані під керівництвом М.М. Сиротиніна роботи по вивченню впливу замкнутих екологічних систем на працездатність і фізіологію людини, зіграли важливу роль при розробці режимів життєзабезпечення космонавтів при тривалих космічних польотах. Л.Й. Рубенчик обґрунтував використання мікроорганізмів як необхідних компонентів замкнених екологічних систем, висвітлюючи питання пошуку і поширення мікроорганізмів в космосі, їхню роль у походженні життя. На основі цих уявлень Л.Й. Рубенчиком і його учнем В.А. Кордюмом розроблено теоретичну базу майбутніх

космічних біологічних експериментів з організмами, які повинні знаходитися в польоті в активному фізіологічному стані. Обґрунтовано положення, що саме такий підхід надасть можливість відповісти на найбільш актуальні питання, що стояли перед космічною біологією в той час, коли стало зрозумілим, що в найближчому майбутньому космос стане сферою наукової та господарської діяльності людства. Як показали подальші роки, такий підхід повністю себе виправдав.

Звичайно, дослідженням організмів, які росли та розвивалися в космічному польоті, передувала напружена робота з удосконалення методичних підходів і створення технічного обладнання для космічних експериментів. Труднощі в створенні перших приладів для борта полягали в обмеженні їх ваги до декількох сотень грамів, габаритів – до 10 см і енергоспоживання – одиниці ватів. Були розроблені й створені спеціальні культиватори: «ІФС» (інокуляційно-фіксуєча система), «Ріст», «Світлоблок-1», «Біоконтейнер» (виробники: Дослідне виробництво Інституту фізіології ім. О.О. Богомольця та Експериментально-конструкторське виробництво медико-біологічного приладобудування Інституту експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Є. Кавецького, А.І. Шевко), фіксуєчі пристрої, відповідна система аналізів експериментального матеріалу. Вперше у світовій космічній біології співробітники Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного Є.Л. Кордюм та А.Ф. Попова запропонували та використали метод електронної мікроскопії.

З 1974 р космічні біологічні експерименти з бактеріями, водоростями і вищими рослинами, культурами органів, тканин і клітин, запропоновані й підготовлені в **Інституті молекулярної біології і генетики, Інституті ботаніки**

ім. М.Г. Холодного, Національному ботанічному саду ім. М.М.Гришка проводилися на біосупутниках серії Космос, космічних кораблях і орбітальних станціях спільно з Інститутом медико-біологічних проблем (ІМБП) МОЗ СРСР і НВО «Енергія» (Москва) за національною і міжнародними програмами. Паралельно з підготовкою та проведенням космічних експериментів проводилися лабораторні роботи щодо моделювання дії окремих факторів польоту – вібрації та прискорення в режимі підйому космічного апарату (спільно з Інститутом загальної генетики, Москва), зміни напруженості електромагнітних полів (спільно з Об'єднаним інститутом ядерних досліджень, Дубна та Фізико-технічним інститутом низьких температур, Харків), невагомості (мікрогравітації) із використанням горизонтальних кліностатів, важкого компоненту космічної галактичної радіації шляхом опромінення біологічних об'єктів важкими іонами певної енергії на ядерних прискорювачах (спільно з Об'єднаним інститутом ядерних досліджень, Дубна та Інститутом ядерних досліджень, Київ).

1974-1978 рр. – серія експериментів з бактерією протей звичайний (*Proteus vulgaris*), проведених Інститутом молекулярної біології і генетики (В.А. Кордюм, Л.В. Полівода, В.Г. Манько, В.Г. Бабський) та Інститутом ботаніки ім. М.Г. Холодного (Є.Л. Кордюм, А.Ф. Попова, С.А. Уварова) спільно з ІМБП на борту біосупутників «Космос-672, і -690», космічних кораблів «Союз-16, -19 (в рамках спільного польоту Союз-Аполлон) і -22», орбітальної станції «Салют-6» (радянсько-французька програма «Цитос», з боку Франції: Національний центр космічних досліджень Франції і Тулузький університет ім. П. Сабатьє). Досліджено швидкість росту, рухливість, хемотаксис, будову клітин і активність ферментів, проникність мембран в різних умовах

виращування – аеробних (прилади типу «ІФС»), анаеробних і факультативно анаеробних (прилади типу «Ріст», «Біотерм-8»).

1978-1992 рр. – серія експериментів з двома видами одноклітинної зеленої водорості хлорела (*Chlorella vulgaris*, автотрофний штам Ларг-1, і *Ch. pyrenoidosa*, гетеротрофних штам g-1-11). Експерименти проведені Інститутом молекулярної біології і генетики (В.А. Кордюм, Л.В. Полівода, В.Г. Манько, В.Г. Бабський) та Інститутом ботаніки (Є.Л. Кордюм, А.Ф. Попова) спільно з НВО «Енергія» в приладах типу «ІФС» на борту орбітальної станції «Салют-6» протягом 4,5, 5, 9, 18 і 28 діб і в приладах типу «Біоконтейнер» на борту орбітальної станції «Мир» протягом 1-го, 4-х і 12-ти місяців. Співробітники Інституту ботаніки ім. Н.Г. Холодного також брали участь в експерименті «Акваріум», запропонованому ІМБП, на борту «Космос-1887» і радянсько-чехословацькому експерименті «Хлорела» за участю Інституту мікробіології Академії наук Чехословаччини, проведеному на борту орбітальної станції «Салют-6» за участю космонавтів Г. М. Гречка, О.О. Губарева і чехословацького космонавта-дослідника В. Ремека. Досліджено швидкість росту, розмноження, будову та функціональний стан клітин, вміст полісахаридів і активність ферментів гідролізу крохмалю, баланс кальцію та інфікування бактеріями в різних режимах вирощування – на напіврідкому та твердому живильних середовищах в умовах освітлення і темряві, в трикомпонентній водній системі (водорості, риби, бактерії). Зроблено висновок, що зростання одноклітинних організмів – бактерій і водоростей – посилюється в орбітальному польоті при оптимальних умовах їхнього культивування та сповільнюється при несприятливих. За цикл

робіт «Мікроорганізми в космічному польоті» В.А. Кордюм, В.Г. Бабський, Н. Коньшин, В.Г. Манько, Л.В. Полівода (Інститут молекулярної біології і генетики), Е.Л. Кордюм, К.М. Ситник (Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного), Г.С. Нечитайло, А.Л. Машинський (НВО «Енергія») і космонавт Г.М. Гречко відзначені в 1979 р. Державною премією з науки і техніки Української РСР.

1980 р. – радянсько-в'єтнамський експеримент «Азола», розроблений фахівцями Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного, Інституту молекулярної біології і генетики, НВО «Енергія» та Академії наук В'єтнаму, та проведений на борту орбітальної станції «Салют-6» за участю космонавта В.В. Горбатко і в'єтнамського космонавта-дослідника Фам-Туана. Об'єкт дослідження – симбіотична водна папороть азола, яку широко використовують на рисових полях В'єтнаму як азотне добриво. Досліджено структуру клітин папороті, азотфіксуючої синьо-зеленої водорості і асоціативних бактерій. Також проведено експеримент «Протонема», розроблений в Інституті ботаніки ім. М.Г. Холодного (О.М. Недуха) спільно з НВО «Енергія». Об'єкт дослідження – протонема моху фунарія вологомірна (*Funaria hygrometrica*).

1978-1991 рр. – серія експериментів з покритонасінними рослинами: горох (*Pisum sativum*), тверда пшениця (*Triticum durum*), резушка талля (*Arabidopsis thaliana*), бальзамін (*Impatiens balsamina*), огірки (*Cucumis sativus*) спільно з НВО «Енергія» на борту орбітальних станцій «Салют-6» і «Салют-7» в приладах «Світлоблок» і «Біоконтейнер». Досліджено ріст проростків, структурно-функціональну організацію клітин вегетативних органів, зокрема гравірецепторних клітин кореневого чохла, баланс кальцію, фізико-хімічні властивості цитоплаз-

матичної мембрани, інтенсивності перекисного окислення ліпідів (Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного, Є.Л. Кордюм, О.М. Недуха, Н.О. Білявська, В.О. Тарасенко, І.І. Черняєва, П.Г. Сидоренко, А.Г. Подлуцький). Встановлено, що неможливість здійснення гравітропічної реакції в умовах космічного польоту через відсутність вектора гравітації компенсується фототропізмом, тобто односторонньо спрямоване світло забезпечує в цих умовах нормальне просторове розташування рослин.

1980-1983, 1989 рр. – серія експериментів Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України з епіфітними та наземними орхідеями (керівник А.М. Гродзінський, Т.М. Черевченко), що доставлялися на орбіту в оранжереї «Малахіт-2», у створенні якої брали участь фахівці КБ «Південне». Дослідження анатомо-морфологічних та фізіолого-біохімічних особливостей рослин після 60, 110, 171-добового перебування на орбітальних станціях «Салют-6» та «Салют-7» показало, що епіфітні види орхідних виявилися більш стійкими до умов невагомості, ніж наземні види. Оскільки орхідеї доставлялися на орбіту в квітучому стані і цвіли тривалий час, їхнє перебування на орбіті захоплювало космонавтів, які висловлювали щире подяку постановникам експериментів. Милувався квітучими орхідеями на борту орбітальної станції «Салют-7» і французький космонавт Жан-Лу Кретьєн.

1989 г. – експерименти з культурами протопластів ріпаку (*Brassica napus*) та моркви (*Daucus sativa*) на борту біосупутника «Біон-9», підготовлені фахівцями Європейського космічного агентства та ІМБП за участю співробітників Інституту ботаніки ім. Н.Г. Холодного (Є.Л. Кордюм, Д.О. Климчук) з метою дослідження впливу факторів космічного польоту на здатність протопластів

регенерувати клітинну оболонку і утворювати мікрокалус.

1991 р. – експеримент з культурою органів картоплі (*Solanum tuberosum*), підготовлений в Інституті ботаніки ім. Н.Г. Холодного (Є.Л. Кордюм, О.М. Недуха, В.В. Бараненко) спільно з фахівцями НВО «Енергія» і проведений на борту орбітальної станції «Мир» в приладі «Біоконтейнер». Вперше показано здатність покритонасінних рослин до вегетативного розмноження в умовах мікрогравітації на прикладі бульб картоплі – однієї з сільськогосподарських культур, рекомендованих для вирощування в космічних літальних апаратах.

1989-1996, 2013 – Участь фахівців Інституту зоології ім. І.І. Шмальгаузена під керівництвом Н.В. Радіонової в міжнародних експериментах із шурами, тритонами, мавпами та культурою остеобластів мишей спільно з ІМБП, Європейським космічним агентством і НАСА, проведених на біосупутниках «Біон-9, -10, -11» і шаттлі Колумбія (58-а експедиція). У біопсійному матеріалі, отриманому з кісток мавп і пацюків і кінцівок тритонів після закінчення експериментів з цими тваринами, досліджували утворення та будову кісткової тканини для з'ясування закономірностей формування кісткової тканини у тварин в умовах мікрогравітації. Результати цих фундаментальних досліджень розкривають механізми гравічутливості та адаптації кісткового скелета до змін гравітаційного навантаження і можуть бути застосовані для цілеспрямованої розробки методів діагностики та лікування захворювань опорно-рухового апарату та їхньої профілактики в умовах гіпокінезії і тривалих космічних польотів.

1996 – експеримент «Протонема», підготовлений в Інституті екології Карпат (керівник – О.Т. Демків, Я.Д. Хоркавців, Х.І. Чабан, О.Р. Кардаш) спільно

но із ІМБП і Огайским університетом (США) і проведений на біосупутнику «Біон-11». Досліджували просторову орієнтацію протонеми мохів потія проміжна (*Pottia intermedia*) і цератодон пурпурний (*Ceratodon purpureus*) в умовах мікрогравітації та структурно-функціональну організацію її апикальної клітини. Вперше показано, що гравічутлива протонема мохів в умовах мікрогравітації в темряві, на відміну від наземного контролю, утворює спіралеподібні дерновинки, нитки яких в основному закручуються вправо по відношенню до напрямку росту в гравітаційному полі.

1997 – Спільний українсько-американський експеримент, проведений на борту шаттла Колумбія (87-я експедиція, 19 листопада – 5 грудня) за участю українського космонавта-дослідника Л.К. Каденюка. У підготовці та проведенні експерименту брали участь з боку України Інститути НАН України: ботаніки ім. Н.Г. Холодного, (Є.Л. Кордюм – науковий керівник експерименту з боку України, А.Ф. Попова, Д.О. Климчук, О.М. Недуха, Н.І. Адамчук-Чала, Л.І. Мусатенко, О.К. Золотарьова) молекулярної біології і генетики (В.І. Пріма, О. М. Мартиненко), екології Карпат (О.Т. Демків, Х.І. Чабан), мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного (Р.І. Гвоздяк), фізіології рослин і генетики (С.М. Кочубей, О.І. Воловик) і Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка (Т.М. Червченко, Н.В. Заїменко), з боку США Канзаський, Луїзіанський, Огайський, Вісконсінський і Північної Кароліни університети і Космічний центр ім. Дж. Кеннеді, фірми «Байонетикс» і «Дайнемік». Метою експерименту було вивчення впливу мікрогравітації на ріст і розвиток рослин. Основні завдання полягали в дослідженні в умовах мікрогравітації: 1) запилення, запліднення і формування насіння, 2) структури

і функціонування фотосинтетичного апарату, 3) структури, проліферації і диференціювання клітин різних ростових зон кореня, 4) складу і змісту фітогормонів, амінокислот і ліпідів, 5) генної експресії, 6) просторової орієнтації вищих рослин і ролі фітохрому в ростових тропічних реакціях і 7) процесу патогенезу при інфікуванні рослин грибами і бактеріями. Об'єкти дослідження вирощували: ріпак (*Brassica rapa*) в «Установці для вирощування рослин», мохи – потія проміжна та цератодон пурпурний (*Ceratodon purpureus*) і сою (*Glycine max*) – в «Контейнері для біологічних досліджень». Спостереження за ростом рослин на орбіті, поливання рослин, запилення квіток ріпаку, фотографування та фіксацію матеріалу згідно з протоколом експерименту проводив Леонід Каденюк, який блискуче виконав всі завдання, завдяки чому учасники експерименту отримали першокласний матеріал для лабораторних досліджень. Отримано нові знання з реакцій рослин на організмовому, клітинному та молекулярному рівнях на дію мікрогравітації та висунуто оригінальні концепції щодо зростання і розвитку рослин в умовах мікрогравітації та механізмів їхньої адаптації до цих умов. Встановлено важливий аспект впливу мікрогравітації – зростання агресивності патогенних організмів. Високу оцінку проведення і результатів експерименту дав професор Том Скотт – координатор відділу біологічних і біомедичних наук і прикладних досліджень НАСА: «Спільний українсько-американський експеримент визнаний справжнім успіхом від самого початку до останньої публікації, що стало можливим в результаті проведення величезної кропіткої роботи і прекрасного співробітництва українських і американських дослідників на всіх рівнях». У 2011 р. автори книги, виданої у видавництві Академперіодика в 2007 р.

на двох мовах, українською та англійською, «Рослини в Космосі» (Plants in Space) (автори Є.Л. Кордюм, Д.К. Чепмен) удостоєні Премії Міжнародної академії астронавтики. Видання має науково-довідковий характер і ґрунтується на офіційних документах, матеріалах робочих нарад і публікацій в Наукових записках, які періодично друкувалися в США протягом трьох років, 1996-1998.

2014-2016 – Участь співробітників Інституту молекулярної біології і генетики (Н.О. Козировська, І.В. Орловська, І.Є. Заєць, О.В. Подоліч, О.Є. Кухаренко, Г.В. Зубова) спільно з Європейським космічним агентством і Німеччиною у міжнародному експерименті «BIOMEX» (біологічний і марсіанський експеримент), в якому об'єктом дослідження була «ком буча» (чайний гриб) – біоплівка, що складається із сукупності мікроорганізмів, що продукують целюлозу. Експеримент, мета якого полягала в дослідженні впливу факторів космічного польоту на виживаність мікроорганізмів і структуру целюлози, проводився на платформі, змонтованій на зовнішній частині МКС.

З 1994 р. фундаментальні та прикладні розробки в галузі космічної біології і медицини включено в космічні загальнодержавні програми Національного (пізніше Державного) космічного агентства України. Головною установою в проведенні таких досліджень було визначено Інститут ботаніки ім. Н.Г. Холодного (координатор – Є.Л. Кордюм). Велика робота була виконана із підготовки програми біологічних експериментів на борту українського орбітального модуля, розробка якого планувалася НАНУ і НКАУ, починаючи з 1998 р. Програму була складено та опубліковано в журналі «Космічна наука і технологія» в 2000 р. (т. 6, № 4, С. 90-128) під назвою «Space Biology, Biotechnology and Medicine». Вона чітко демонструвала величезний

науково-технічний потенціал України для фундаментальних і прикладних розробок в галузі космічної біології і медицини на основі нової методології, оригінальних ідей і підходів. 36 проектів було запропоновано інститутами НАН України: ботаніки ім. М.Г. Холодного, зоології ім. І.І. Шмальгаузена, молекулярної біології і генетики, екології Карпат, фізіології рослин і генетики, фізіології ім. О.О. Богомольця, гідробіології, біології та генетичної інженерії, мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного, кібернетики, біохімії ім. О.В. Палладіна, фізики, хімії поверхні, біоколоїдної хімії, проблем природокористування та екології, сорбції та проблем ендоекології, геохімії, мінералогії та рудоутворення, Центральний ботанічний сад ім. М.М. Гришка та Дослідно-конструкторське бюро Інституту експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Є. Кавецького. Проекти передбачали як експерименти з основних напрямів досліджень в галузі космічної біології і медицини, так і розробку та створення відповідного бортового обладнання для проведення експериментів, зокрема космічної оранжереї, біолабораторії, проточного спектрофотометра та ін.

На сьогодні в галузі космічної біології активно працюють інститути НАН України: ботаніки ім. М.Г. Холодного, біохімії ім. О.В. Палладіна, екології Карпат, молекулярної біології та генетики, харчової біотехнології та геноміки. Пропозиції інституту фізіології ім. О.О. Богомольця, Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного, Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка та Інституту фізіології рослин і генетики внесено до розділу «Проведення комплексу підготовчих робіт зі створення Місячної промислово-дослідницької бази» Плану спільної науково-дослідної діяльності ДП «КБ «Південне» і наукових установ НАН України на 2021 р.

В результаті виконання фундаментальних і прикладних досліджень, починаючи з 1958 по сьогоднішній день, Національна академія наук України, як показав аналіз стану світової космічної біології, є одним із основних центрів проведення комплексних досліджень біології рослин в умовах мікрогравітації на сучасному науково-методичному рівні. У квітні 2000 р. Україна була обрана членом Міжнародної робочої групи з наук про життя в космосі (International Space Life Sciences Working Group, ISLSWG), до складу якої входять НА-

СА, Європейське космічне агентство та космічні агентства Канади, Німеччини, Франції, Японії та Італії. Основна мета діяльності групи, яка була організована в 1991 р. – стимулювати міжнародне співробітництво та координацію досліджень в космічних наук та про життя, сприяти ефективному використанню космічних апаратів і Міжнародної космічної станції. Прийняття України в члени Групи стало належною оцінкою її внеску у світову науку та визнанням як гідного партнера в розвитку космічної біології.

Література.

1. Уткин. Звезды Генерального конструктора. – Днепропетровск: АРТ-Пресс, 2013. – 672 с.
2. ЦДАГО України, ф.1, оп.24, спр.5113, арк. 36–38.
3. ЦДАГО України, ф.1, оп.24, спр.5113, арк. 18–21.
4. ЦДАГО України, ф.1, оп.24, спр. 5202, арк.15.
5. ЦДАГО України, ф.1, оп.24, спр.5795, арк.7–157.
6. Літвінов О. П. Створення і впровадження провідних технологій ракетобудування під керівництвом Б. Є. Патона // Питання історії науки і техніки. – 2008. – № 3. – С. 19–25.
7. Онищук О. О. Розвиток наукових досліджень з оборонної тематики в АН УРСР у другій половині 1950-х – першій половині 1960-х рр. // Дев'ятнадцята всеукраїнська наукова конференція молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів, присвячена 95-річчю ювілею Національної академії наук України: Мат. конф., 18 квітня 2014 р., м. Київ. – К., 2014. – С.137–140.
8. Наука для космічної промисловості. Інформаційний бюлетень Координаційної ради з організації спільних робіт ДП «КБ «Південне» і наукових установ НАН України. – 1918. - №1. – 120 с.
9. А.С. Литвинко. Історичний досвід вітчизняної науки і техніки забезпеченні національної безпеки. Наука та наукознавство, 2014, № 4. С.115-121.
10. Луговський О.Г. З історії ракетно-космічної техніки в Україні в 50–60-х роках ХХ ст. // Наука та наукознавство. 2017. № 3 (97). С. 121-133.
11. Корнієнко О.М. Внесок Інституту електрозварювання ім. Є.О.Патона в ракетобудування, у виробництво конструкцій з алюмінієвих сплавів // Наука та наукознавство. – 2014. - №2. – С.89-101.
12. 50 лет Харьковскому физико-техническому институту АН УССР. - К.:Наук. думка, 1978. - 320 с.
13. Національна академія наук України. 1918–2018. Видатні відкриття. – К.: Фенікс, 2018.
14. Національна академія наук України. 1918–2018. Хронологія. – К.: Фенікс, 2018.
15. Храмов Ю.О. Історична фізика України. – К.: Фенікс, 2020.

А.С. Литвинко

Науково-технічні школи в ракетно-космічній галузі України

Наукова і науково-технічна школи є неформальними спільнотами дослідників високої кваліфікації на чолі з науковим лідером у даному науковому напрямі, об'єднаних спільними підходами до розв'язання проблем, стилем роботи й мислення, оригінальністю, новизною ідей і методів реалізації дослідницької програми, яка одержала значні результати, здобула авторитет і громадське визнання в даній галузі знань. Ця модель була розроблена Ю.О. Храмовим стосовно фундаментальної науки, зокрема, фізики, і згодом, поширена на науково-технічні науки [1].

Найхарактернішими ознаками наукової школи, її специфікою є, таким чином, наявність наукового лідера (видатного вченого-дослідника і педагога), стиль роботи і мислення, наукова ідеологія (фундаментальна ідея, науково-дослідна програма), особлива наукова атмосфера в колективі, висока кваліфікація дослідників, які гуртуються навколо лідера, значущість одержаних наукових результатів у певній галузі знань, високий науковий авторитет цього неформального колективу [2].

Унікальність наукової школи полягає ще у тому, що серед колективу її членів, об'єднаних спільними науковими інтересами, панує демократичність та ентузіазм, атмосфера творчого пошуку, безперервного спілкування, дискусій, принципової критики.

Роль наукового лідера у формуванні та розвитку школи надзвичайно велика. Його притягальна сила полягає у поєднанні наукового таланту з педагогічним і в особистих людських якостях, таких як обдарованість, визначні наукові результати, педагогічна майстерність, цілеспрямованість, принциповість, висока культура, особистий

авторитет, доброзичливість, ентузіазм, вміння спрямувати роботу і підтримувати самостійність та ініціативу учнів і співробітників.

Школа — яскравий прояв колективної форми творчості під ідейним і практичним керівництвом наукового лідера, який насичує її ідеями та визначає зміст і методи роботи. Вона зберігає традиції, «ідеологію», досвід низки поколінь, сприяє розкриттю творчих здібностей молодих учених, ініціює нові «точки росту» науки та її окремих напрямів [1]. Розроблена модель була використана для пошуку наукових шкіл у фундаментальних науках, зокрема, фізиці, і невдовзі поширена на технічні науки.

Науково-технічна школа вбирає у себе основні ознаки наукової школи, проте має і свої особливості. Це — чітка науково-технічна спрямованість досліджень, доведення одержаних результатів до практичної реалізації, тісна і творча колективна співпраця працівників науки, техніки і виробництва, економічна ефективність науково-технічних досліджень і розробок. За напрямом науково-технічних розробок одним із різновидів науково-технічної школи є науково-конструкторська школа.

В Україні наукові школи почали формуватися в 30-ті роки ХХ ст. в процесі розвитку фундаментальної науки. У 50-ті роки разом зі становленням і бурхливим розвитком ракетно-космічної техніки цей процес поширився і в галузь науково-технічної діяльності, починають виникати науково-технічні, науково-конструкторські школи, при цьому формування та функціонування науково-технічних (конструкторських) шкіл цієї галузі відбувалося в структурі: науковий лідер (вчений-дослідник, ін-

женер, конструктор) – відділ КБ заводу, інституту – кафедра вузу – рада (прийняття колегіальних рішень з метою реалізації науково-технічної програми у вигляді завершеного виробу – складної науково-технічної системи).

Лідерами науково-технічних (конструкторських) шкіл з ракетобудування стали видатні вітчизняні вчені, конструктори: М.К.Янгель, В.С.Будник, В.Ф.Уткін, М.Ф.Герасюта, І.І.Іванов, В.М. Ковтуненко, їх учні та послідовники М.І. Галась, С.М. Конюхов, С.П.Парняков, В.В. Пилипенко, В.Г. Сергєєв, Ю.О. Сметанін та ін. Всім їм притаманна висока науково-аналітична обдарованість, глибока інженерна інтуїція, видатні організаторські здібності, педагогічна майстерність, відданість науці й справі розбудови ракетно-космічної галузі, сильний, вольовий характер і цілеспрямованість, одержимість у роботі, почуття особистої відповідальності за доручену справу, безстрашність у відстоюванні своїх ідей, шановливе ставлення до людей.

Школа М.К. Янгеля

Провідною і найпотужнішою у галузі бойового ракетобудування стала Дніпропетровська науково-конструкторська школа М.К.Янгеля, видатного конструктора і вченого, одного з організаторів ракетно-космічної галузі СРСР і України. Призначений 1954 р. на посаду головного конструктора ОКБ-586 (з 1966 – КБ «Південне») заводу № 586 у Дніпропетровську, М.К.Янгель задав потужного імпульсу й нового змісту роботі ОКБ-586, очоливши в 1954-1971 роках створення бойових ракет і ракетних комплексів Р-12, Р-14, Р-16, Р-36, МР-УР100, Р-36М, у кожному з яких послідовно зростала досконалість і нарощувалася бойова потужність, а також космічних ракет-носіїв «Космос», «Космос-2», «Циклон-2», «Циклон-3»,

ракетного блоку місячного корабля комплексу Н1-Л3, космічних апаратів «Космос», «Інтеркосмос», «Метеор», «Цілина». При розв'язанні цих складних науково-технічних програм вчений обрав новий, успішно виправданий у часі напрям – створення бойових ракет на висококиплячих компонентах палива з автономною системою керування, яка забезпечувала політ ракети без впливу ззовні, та із застосуванням високозахисених шахтних пускових установок. Як лідер і організатор розробок Михайло Кузьмич спрямував роботу на створення на основі міжконтинентальних стратегічних ракет ракетно-ядерного щита СРСР, що відіграло вирішальну роль у досягненні паритету в галузі стратегічних озброєнь між СРСР і США [3].

Основу колективу ОКБ-586 спочатку склала група спеціалістів, переведених за ініціативи В.С.Будника ще у 1951 р. до Дніпропетровська з інших науково-дослідних організацій країни – М.Ф.Герасюта, Ю.Б.Двінін, І.І.Іванов, В.М.Ковтуненко, В.М.Лобанов, П.І.Нікітін, Ф.Ф.Фалунін, М.С.Шнякін та ін., а також залучена до неї творча група молодих спеціалістів заводу – В.І.Гусєв, В.С.Інютін, В.О.Концевий, В.Ф.Уткін, О.І.Чигарьов та ін. З часом колектив поповнювався переважно молодими спеціалістами з провідних навчальних закладів країни. Зусиллями М.К. Янгеля, його однодумців і послідовників ОКБ зазнало значної реорганізації: були засновані відділи дослідних робіт (міцності, балістики і систем керування, технологічний), конструювання (корпусів ракет, двигунів, наземного устаткування та ін.), лабораторії (пневмогідролічних, вогневих стендових та інших видів випробувань), почали розвиватися його експериментальне виробництво, система спеціалізованих КБ, комплексів і служб. З часом серійно-експериментальне виробництво

ОКБ було передано заводу і тим створено умови для плідної взаємодії дослідно-конструкторських бюро і заводу у розробці майбутнього серійного виробництва ракет від стадії ескізного проекту.

Михайло Кузьмич заснував раду головних конструкторів — «мозковий центр», «школу системної колективної творчості, в якій народження ідеї, її наукове обґрунтування, конструкторська розробка, експеримент, виробничий процес і реалізація у вигляді ракетного і космічного польоту становила єдиний і безперервний процес» [3, с.35]. При цьому, за встановленим вченим правилом, принципові рішення по створенню ракетним і ракетно-космічним комплексам обов'язково приймалися радою тільки колеґіально.

Разом з колеґами М.К. Янгель розробив і наполегливо реалізовував основні принципи концепції створення бойових ракет: перебування ракети в заправленому стані протягом усього заданого терміну бойової експлуатації; невразливість стислої пускової установки; висока боєготовність ракети і її захищеність в польоті; максимальна ефективність враження цілі; технологічність і економічність виготовлення елементів ракетного комплексу; надійність функціонування останнього; забезпечення тривалої життєздатності базових моделей шляхом їх послідовної модернізації та створення на їх базі спеціалізованих модифікацій [3].

Михайло Кузьмич ініціював будівництво шахтних пускових установок, що значно збільшувало захищеність ракет. Шахтний спосіб старту став у подальшому основним для стратегічних ракет наземного базування в СРСР. М.К.Янгель вперше запропонував ідею застосування нового бойового оснащення на важкій міжконтинентальній ракеті — головної частини, що розділя-

ється, і першої у світі орбітальної головної частини, а також першого у світі комплексу засобів подолання ПРО, який з часом став багатоелементним і складався з квазіважких несправжніх цілей, легких цілей для позаатмосферної ділянки траєкторії та пристрою розсіяння диполів. М.К.Янгелю належить ідея ампулізації — максимальної герметизації паливних баків ракети при її довгостроковому чергуванні у заправленому стані при самозаймистих компонентах палива. Усі ці ідеї мали широкі перспективи подальшого вдосконалення бойових ракет і були реалізовані.

Михайло Кузьмич був ідеологом створення мобільних транспортно-пускових комплексів з твердопаливними міжконтинентальними ракетами, він з притаманною йому наполегливістю і цілеспрямованістю довів можливість мінометного старту важкої 200-тонної рідинної ракети з пускового контейнера під дією порохових газів і запуск маршового двигуна в умовах невагомості ракети після її викиду з контейнера. Він першим поставив задачу використання ЦОМ для системи керування ракети. Створення такої системи теоретично було доведено у КБ «Електроприлад» (Харків), заснованому за ініціативи вченого 1959 р.

Принципи та ідеї, закладені М.К.Янгелем, було втілено у розробку чотирьох поколінь вискоєфективних бойових ракет, багато з яких стали основою для ракет-носіїв. Михайло Кузьмич з перших років роботи над бойовими ракетами передбачав можливість створення на їх основі носіїв для виведення на орбіту космічних апаратів наукового, військового й господарського призначення. Так, на базі бойових ракет ще у 50-ті роки почалося створення ракети-носія для штучних супутників Землі, ракета Р-12, слугувала основою для носія «Космос», Р-14 — для носія «Інтеркос-

мос», Р-36 — для серії носіїв «Циклон», зокрема з автоматизованим стартом і відповідно базою програми «Січ». Під керівництвом Михайла Кузьмича розроблено перші дніпропетровські космічні апарати військового і наукового призначення, універсальні орбітальні станції АУОС, метеорологічні супутники і супутники зв'язку, посадковий блок на Місяць.

При розробці ракет і ракетно-космічних конструкцій дослідникам ОКБ доводилось долати чималі труднощі технологічного характеру, пов'язані з використанням агресивних компонентів палива. З метою вирішення проблем, що виникали, М.К.Янгель залучав учених галузевих інститутів та інститутів Академії наук України, зокрема Інститут проблем матеріалознавства, Інститут механіки, Інститут кібернетики, Інститут електрозварювання, Інститут проблем міцності та ін., які потім надовго ставали надійними суміжниками ОКБ. Активну допомогу надавали видатні вчені академіки М.В.Келдиш, Б.Є.Патон, О.Ю.Ішлінський, В.О.Котельников та ін. Школа М.К.Янгеля включала в себе також дослідників низки розгалужених суміжних організацій.

Потужний науково-технічний потенціал школи М.К. Янгеля, її досягнення стали основою розвитку ракетно-космічної галузі та її виробництва в Україні: розгорнулося виробництво з виготовлення апаратури керування та телеметрії (Київ, Харків, Чернігів, Сміла), штучного волокна (Кам'янецьк-Шахтинськ, Світлогорськ), ичностей (Дніпропетровськ, Київ), засновано ичностейвіда на Запорізькому електродному заводі.

У 1966 р. М.К. Янгель ініціював створення спеціалізованого академічного підрозділу — Сектору проблем технічної механіки (з 1993 — Інститут технічної механіки НАНУ і НКАУ) з метою

розвитку і поліпшення організації наукових досліджень з основних напрямів ракетної техніки.

Сила лідера, - зазначав учень М.К.Янгеля, академік НАН України В.П.Горбулін, - «полягає не тільки і не стільки в тому, що він зробив сам; його сила полягає перш за все у тому, наскільки працездатним він зробив свій колектив, у школі, яку він залишив після себе, вмінні цього колективу висувати нових керівників, здатних продовжити справу вчителя та розвинути її, наповнивши новими ідеями» [4, с.14]. Науково-конструкторська школа М.К.Янгеля, самотня за своїм стилем, почерком, власним напрямом досліджень, фактично, визначила шляхи розвитку бойової ракетної техніки другої половини ХХ сторіччя. Ї секрет цього полягав у високій людській натхненності її лідера, М.К.Янгеля, його особистій чарівності, справедливості суджень і компетентності у своїй справі. Він сформував колектив ефективно працюючих новаторів, готових віддати всі свої сили улюбленій справі [4, с.44].

Школу М.К. Янгеля представляють широко відомі вітчизняні вчені М.І. Галась, Б.І. Губанов, В.І.Драновський, Ф.П.Санін, Ю.П.Семенов, Ю.О.Сметанін та ін. У рамках школи М.К. Янгеля сформувалися і почали плідно функціонувати зі своїми напрямками, стилем, особливостями «дочерні школи» учнів вченого: В.Ф.Уткіна, М.Ф. Герасюти, В.М. Ковтуненка, С.М. Конюхова, В.В. Пилипенка.

Школа В.С.Будника

Першою за часом формування в ракетно-космічній галузі України була науково-конструкторська школа В.С. Будника. З часу призначення у 1951 р. Василя Сергійовича головним конструктором заводу №586 у Дніпропетровську його неординарні людські

якості й риси характеру проявилися у повній мірі. Це, перш за все, загострене відчуття нового, перспективного напрямку розвитку ракетної техніки, сміливість прийняття рішень і величезна енергія у впровадженні їх у життя, досвід і знання, набуті у процесі роботи з видатними головними конструкторами того часу, талант акумулювати інформацію, комунікабельність, вміння спілкуватися з людьми різного рангу та віку.

Як головний конструктор заводу № 586 В.С. Будник керував серійним виготовленням перших бойових балістичних ракет Р-1, Р-2, Р-5 С.П. Корольова, у розробці та передачі на озброєння яких брав участь ще з 1947 р. в ОКБ С.П. Корольова і двигунів. Одночасно з 1952 р. В.С. Будник вперше за власною ініціативою започаткував замислену ще в ОКБ С.П. Корольова програму розробки принципово нових у бойовій ракетній техніці типів стратегічних ракет з ичностейвідом компонентами палива, автономною системою керування, оптимальним часом приведення у дію і перебування у стані боєготовності. Для вирішення цієї науково-технічної програми В.С.Будник сформував колектив СКБ заводу № 586, основу якого склали група спеціалістів-заводчан, а також конструктори-ракетобудівники, його одностайні ще по ОКБ С.П.Корольова та ОКБ В.П. Глушка — М.Ф.Герасюта, М.Б.Двінін, М.М.Жуков, І.І.Іванов, В.М.Ковтуненко, М.І.Кормільцев, В.Н. Лобанов, М.В. Лобанова, М.Д.Назаров, Л.М.Назарова, П.І.Нікітін, І.М.Рябов, Г.Ф.Туманов, Ф.Ф.Фалунін, М.Д.Хохлов, М.С.Шнякін та ін. Вчений спрямував роботу молодих фахівців на проектну розробку нової ракети, і вже у 1953 р. було підготовлено ескізний проект ракети Р-12 на ичностейвідом компонентах палива, з автономною системою керування і дальністю польоту до 1500-2000 км. Активна творча

діяльність колективу під керівництвом В.С.Будника дозволила вже у 1954 р. на базі СКБ створити ОКБ-586 у складі дослідно-конструкторського і розрахунково-теоретичного відділів, де головним конструктором став М.К.Янгель, а його першим заступником — В.С. Будник.

Період 1951-1954 рр. був першим у формуванні та творчому зростанні науково-конструкторської школи В.С.Будника, це час, коли у надрах конструкторського відділу супроводження серійного виготовлення бойових балістичних ракет Р-1, Р-2, Р-5 за документацією ОКБ-1 С.П.Корольова народився і практично був створений проект принципово нового типу балістичних ичностейвідом ракет на ичностейвідом компонентах палива. Колектив, що почав розробку нового напрямку в ракетобудуванні і заклав основні характеристики і параметри майбутньої ракети Р-12, склали учні і співробітники В.С.Будника — М.Ф.Герасюта, П.П.Караулов, Е.М.Кашанов, В.Ф.Кулагін, Л.П.Мягих, П.І.Нікітін, Г.М.Піленков, Ю.О.Сметанін та ін.[5].

Другий період діяльності школи вченого охоплює 1954-1961 роки, час активного проведення проектно-конструкторських робіт, який завершився задачею на озброєння ракети Р-12, льотних випробувань ракети Р-14 і першої у світі міжконтинентальної балістичної ракети важкого класу Р-16 з дальністю польоту 11000-13000 км. У ці періоди сформувався науковий, проектний і технологічний дослідницький колектив школи, щиро відданий справі ракетобудування, повною мірою розкрився талант В.С.Будника як наукового лідера та організатора конструкторського супроводження серійного виробництва ракет, утвердився його авторитет як проектанта та організатора. Він зібрав і об'єднав дослідників глибоких різнобічних знань і широкого кругозору мислення, чітко

формулював завдання діяльності для кожного з учасників процесу проектування і розробки. Думка, рішення, пропозиції, висловлені й прийняті Василем Сергійовичем, цінувалися і приймалися до неухильного виконання [5, с. 97]. Період 1962—1972 років пов'язаний з подальшим удосконаленням конструкцій і організацією серійного виробництва ракети Р-12 і стратегічних бойових ракет нових поколінь, розширенням їх функціональних можливостей, використанням для мирних цілей.

Таким чином, ідеологія, науково-технічна програма школи В.С.Будника була втілена у розробку багатьох поколінь ракет — від Р-1 до Р-12, якою започатковано новий напрям у розвитку ракетної техніки в СРСР і Україні, стратегічних ракет Р-14, Р-16, у створення найпотужнішої бойової ракети Р-36 з орбітальними та такими, що розділяються, головними частинами, з наземним і шахтним базуванням, першого рухомого ракетного комплексу РТ-20П на базі твердопаливної ракети. У ці роки під керівництвом В.С.Будника, який очолив створене у 1968 р. у КБ «Південне» проектне бюро бойових ракет, ракет-носіїв і головних частин було відпрацьовано мінометний старт моноблочної орбітальної ракети Р-36М з відокремлюваною головною частиною і принципово новим типом старту з шахтної пускової установки, а також ракет-носіїв серій «Циклон», «Космос», супутників ДС-1, ДС-2 та ін. Поряд з ним у цей період працювали його учні і соратники М.Ф.Герасюта, Е.М.Кашанов, П.І.Нікітін, Ю.О.Сметанін та ін.

В 1972 р. Василь Сергійович очолив сектор ракетно-космічної техніки Дніпропетровського відділення Інституту механіки АН УРСР і наукову програму його школи було спрямовано на розробку проблем оптимального проектування ракетно-космічних систем: створення

математичних моделей рідинних і твердопаливних ракет, основних принципів і розрахункових модулів систем автоматичного проектування, на створення методологічних принципів системних досліджень. Основними напрямками роботи було вивчення робочих процесів у паливних баках балістичних ракет, процесів оптимізації проектних параметрів рідинних і твердопаливних ракет, дослідження інерційних механічних енергоакумуючих систем, ефективності та надійності складних технічних систем, можливостей конверсійного використання технологій і розробок ракетно-космічної галузі та ін. Особливістю розробок була їх практична спрямованість.

В.С.Будник значну увагу приділяв підготовці молодих творчих ічностейвідя. З метою максимального наближення підготовки студентів до конкретної практики він доручив найбільш кваліфікованим спеціалістам відділу головного конструктора — М.Ф.Герасюті, В.М.Ковтуненку, Н.І.Ур'єву та ін. вести викладацьку діяльність на спеціально створеному фізико-технічному факультеті Дніпропетровського університету, де сам читав курс лекцій «Конструкції і проектування літальних апаратів» на кафедрі технічної механіки. В.С. Будник підготував понад 20 кандидатів і 3 доктори наук, які спільно з іншими дослідниками утворили його науково-конструкторську школу.

Василь Сергійович плідно співпрацював з М.К. Янгелем близько 17 років, прогрес у ракетно-космічній техніці — це результат колективних зусиль і колективної творчості і тому досить часто учнями М.К.Янгеля і В.С.Будника вважаються одні й ті ж вчені — М.Ф.Герасюта, Е.М.Кашанов, В.М.Ковтуненко, С.М.Конюхов, П.І.Нікітін, Ю.О.Сметанін, В.І. Кукушкін та ін. Фактично, всі працівники очолюваного Василем Сер-

гійовичем першого КБ, а також проєктних комплексів, підпорядкованих йому як заступнику головного конструктора, можуть вважатися його учнями [5].

Школа М.Ф. Герасюти

Формування науково-технічної школи М.Ф. Герасюти почалося в 50-ті роки у Дніпропетровську, куди вчений приїхав у складі спеціалістів групи В.С.Будника для серійного виробництва ракет Р-1, Р-2, Р-5. Саме тут у ці роки проявився талант М.Ф.Герасюти – фахівця у галузі прикладної механіки, динаміки, обчислювальної математики, його виключна здатність передбачення нового і вміння ясно та наочно ставити нові складні наукові задачі, переконувати співрозмовника у необхідності прийняття того чи іншого рішення. Під керівництвом Миколи Федоровича та його безпосередній участі у Дніпропетровську розроблено та впроваджено методи розв'язання ічностейвідями крайових і варіаційних задач побудови оптимальних траєкторій руху ракет і космічних апаратів, статистичних методів оцінки льотно-технічних характеристик ракет. Він співавтор розробки чотирьох поколінь ракетних комплексів від Р-12 до Р-36М2, ракет-носіїв «Космос», «Інтеркосмос», «Циклон», «Зеніт» [6].

У 50-ті роки М.Ф. Герасюта започаткував дослідження зі створення наукової методології розв'язання задач балістики, динаміки перехідних процесів, розробки математичних моделей, створення алгоритмів, основи програмного забезпечення проєктування і балістичного забезпечення ракет. Цими роботами було практично сформовано два напрями досліджень школи М.Ф.Герасюти – з балістики і динаміки польоту. Першими учнями у даних напрямках стали нині відомі вчені О.О.Красовський, П.М.Лебедея, Г.Д.Макаров, І.В.Алексахін та ін.

У 60-ті роки у зв'язку зі створенням ракет нового покоління перед дослідниками школи постав новий комплекс задач, пов'язаний з розрахунком індивідуальних доз заправки для ракет з ичностейвідями компонентами палива, динаміки старту бойової ракети далекої дії на власних двигунах із шахтних пускових установок, динаміки «холодного», «теплого» й «гарячого» розділення ступенів ракети, створення методик оцінки «кучності» та аналізу впливу різних факторів на «кучність» тощо. У ці роки разом з роботами з балістики й динаміки польоту почалося формування третього напрямку школи – розробка засобів подолання протиракетної оборони імовірного супротивника. Лідером цього напрямку став Н.І.Ур'єв, а напрямку з динаміки і управління польотом- Й.М.Ігдалов, учні та послідовники М.Ф.Герасюти.

Розвитку досліджень у школі вченого значно сприяло заснування у КБ «Південне» проєктно-теоретичного комплексу у складі відділів балістики, динаміки і керування, спецзасобів та обчислювальної технік. Зусиллями М.Ф.Герасюти як заступника головного конструктора і начальника проєктно-теоретичного комплексу, його учнів і співробітників, ці відділи стали науковими центрами, де зосереджувалися дослідження відповідно до трьох напрямів роботи школи. Крім того, гостра потреба у фундаментальних розробках з проблем ракетної техніки зумовила заснування у 1966 р. Сектору проблем технічної механіки (з 1968 р. – Дніпропетровське відділення Інституту механіки АН УРСР, з 1980 р. – Інститут технічної механіки АН УРСР), організацію якого проводив М.Ф.Герасюта. Під керівництвом Миколи Федоровича, який очолив Сектор проблем технічної механіки на громадських засадах, було розроблено перспективний план нау-

кової роботи Сектору, тісно пов'язаний з тематикою розробок КБ «Південне». Це дослідження аеротермодинамічних характеристик космічних апаратів, що здійснюють вхід в атмосферу; дослідження динамічних процесів у ракетних двигунах та їх системах; розробка теоретичних основ та інженерних методів теорії надійності конструкцій літальних апаратів; дослідження динаміки руху ракет і літальних апаратів, зокрема, розробка методів оцінки керованості і технічної стійкості ракет далекої дії та космічних апаратів, методів аналітичного проектування систем керування літальними апаратами, дослідження задач космічної балістики. Микола Федорович відіграв важливу роль в організації у Секторі проблем технічної механіки відділів динаміки й керування механічними системами, системного аналізу і проблем керування, зміцнення їх висококваліфікованими науковими кадрами. З КБ «Південне» у відділі було переведено низку його талановитих учнів: Г.Л.Мадатов, В.В.Горбунцов, І.Г.Комаров, Є.І.Бойко, В.Ф.Лагерь та ін.

У 70-80-ті роки розвиток школи М.Ф.Герасюти пов'язаний з розробкою бойових ракет третього покоління і ракет-носіїв на їх базі, а також ракет четвертого покоління на твердому паливі, вперше у світі реалізованого бойового залізничного ракетного комплексу, що вимагало вирішення широкого спектра задач динаміки польоту і балістики. Так, було створено піонерську програмно-технічну систему контролю реалізації цілевказів при бойовому застосуванні ракет; визначено траєкторії маневру довільної форми апаратів з гіперзвуковими швидкостями польоту, що спускаються в атмосферу, з одночасним урахуванням зносу покриття, зміни форми, аеродинамічних характеристик; розв'язано динамічні задачі старту ракети з платформи залізничного ваго-

на з наступним маневром; розроблено принципово новий метод керування польотом ракети шляхом «качання» її головної частини та ін.

На всіх етапах розвитку школи М.Ф.Герасюта вдосконалював процес підготовки спеціалістів у Дніпропетровському університеті з спеціальності керування літальними апаратами. За ініціативою Миколи Федоровича його учні Л.Т.Грипп, О.С.Компанієць, Ю.Д.Шептун, Ю.П.Панкратов, В.М.Морозов, О.С.Андронов, С.Н.Миронов та ін. організували в ракетно-космічному навчальному центрі КБ «Південне» підготовку спеціалістів з теоретичних основ і інженерних методів балістики, балістично-навігаційного забезпечення польоту космічних апаратів, динаміки перехідних процесів, систем керування і динаміки польоту ракет, систем керування і комплексу командних приладів. З метою підготовки спеціалістів з ракетної техніки, зокрема з спеціальності керування літальними апаратами, М.Ф.Герасюта вів викладацьку діяльність на фізико-технічному факультеті Дніпропетровського університету, де завідував кафедрою автоматизованого контролю та керування, читав лекції з динаміки та стійкості польоту ракет. Він ініціював відкриття заочної аспірантури з спеціальностей – аеродинаміка, конструкція і проектування, міцність, технологія, динаміка, балістика і керування рухом літальних апаратів.

Науково-технічну школу М.Ф.Герасюти з балістики, динаміки і керування польотом, яка за короткий час стала провідною в СРСР і Україні, представляють доктори наук, нині широко відомі вчені В.В.Авдєєв, О.П.Алпатов, Й.М.Ігдалов, О.О.Красовський, Г.В.Можаяєв, О.В.Новіков, Н.І.Ур'єв, Ю.Д.Шептун, кандидати наук – Ю.Є.Азаров,

І.В.Алексахін, В.В.Брікер, Є.І.Бушуєв, В.В.Горбунцов, Л.Т.Грипп, А.В.Іванов, В.П.Клюєв, Л.Р.Козак, Ю.І.Козинченко, В.Г.Комаров, Е.П.Компанієць, В.О.Ларін, В.В.Лазарян, Г.Л.Мадатов, Г.Д.Макаров, А.Ф.Макаришев, Г.О.Меланченко, В.М.Морозов, Н.О.Федорова, А.Д.Шептун, М.О.Якушкінта багато інших провідних спеціалістів, які ввібрали наукові ідеї, методологію досліджень, сформульовані засновником школи М.Ф.Герасютою, і в подальшому використовували та розвивали їх [6]. Безпосереднім продовжувачем справи М.Ф. Герасюти став А.М. Подолинний.

Школа В.Ф. Уткіна

Науково-конструкторська школа В.Ф.Уткіна (1923-2000) формувалася в рамках шкіл М.К.Янгеля та В.С.Будника разом з науковим зростанням її лідера, який за ініціативи В.С.Будника приїхав до Дніпропетровська у 1952 р. як старший інженер відділу головного конструктора заводу № 586, а вже у 1971-1990 рр. був головним (Генеральним) конструктором і начальником КБ «Південне».

Тут з 1971 р. він очолив розроблення бойових ракет третього покоління 15A14, 15A15, 15A16, 15A18, твердопаливної ракети РТ-23УТТХ («Скальпель»), яка може стартувати з шахти і з мобільного залізничного комплексу, ракети Р-36М2 («Сатана»), яка не мала світових аналогів. Було розроблено і здано в експлуатацію космічні ракетні комплекси «Циклон», «Зеніт», понад 300 супутників сім'ї «Космос» військового, наукового та господарського призначення, супутник дистанційного зондування Землі «Океан-1», супутники «Інтеркосмос», серія багатопрофільних автоматичних орбітальних станцій (АУОС). За безпосередньою участю В.Ф.Уткіна було, зокрема, завершено льотно-конструкторські випробування

ракети Р-12 (1958), проведено запуск першої ракети-носія сім'ї «Космос» (1962) і ракети-носія «Циклон» (1967), ракети Р-36 з шахтної пускової установки (1965), а виведенням ракетою-носієм «Циклон-3» супутника «Океан-Є» (1979) започатковано за допомогою космічних апаратів океанографічні дослідження. Так, виведення КА «Космос-1500» (1983) дозволило одержати дані, використані для звільнення з льодового полону каравану суден у протоці Лонга у Східно-Сибірському морі. У 1983 р. почалися розробки ракетних комплексів Р-36М2 «Воевода» і РТ-23УТТХ «Молодець», а у 1989 р. захищено ескізний проект комплексу «Універсал» з ракетою РТ-2ПМ2 [7].

Володимир Федорович успішно поєднував наукову і педагогічну діяльність. Він підтримував тісний зв'язок з Дніпропетровським університетом, де був членом вченої ради і Головою державної екзаменаційної комісії, у фізико-технічному факультеті очолював спеціалізовану вчену раду з захисту дисертацій, ініціював створення на базі КБ «Південне» філіалів профільних кафедр - «Проектування і конструкції», «Двигунобудування», «Системи автоматичного керування», завідуючими яких і викладачами були провідні спеціалісти КБ - М.І.Галась, О.В.Клімов, О.В.Новіков та ін. У 1974-1989 роки докторами наук стали провідні спеціалісти КБ «Південне» - М.І.Галась, Б.І.Губанов, С.М.Конюхов, В.І.Кукушкін, І.Г.Писарєв, Ф.П.Санін, Ю.О.Сметанін, О.І.Шевцов.

Талановитий учений і педагог, інженер-конструктор і організатор, В.Ф.Уткін як особистість поєднував у собі велику ерудицію, глибокі знання в багатьох галузях науки і техніки, професіоналізм, постійний пошук принципово нових рішень і наполегливість у їх реалізації. Йому були притаманні

інтелігентність, поважне ставлення до людей, прагнення допомагати їм. Саме завдяки таким особистим і професійним якостям, здатністю приймати самостійні рішення і доводити їх актуальність ідоцільність, вимогливістю до себе і співробітників, а також наявності у КБ «Південне» науково-технічного потенціалу і промислової бази, вчений заклав основи створення унікального колективу, науково-конструкторської школи творців ракетно-космічної техніки. Він спрямував її роботу не тільки на збереження лідируючих позицій у ракетобудуванні, закладених М.К.Янгелем, але й на вихід на нові рубежі. Результати роботи колективу стали потужним фактором стримування і встановлення рівноваги в галузі ядерного озброєння у світі, відіграли вирішальну роль у досягненні стратегічного паритету з США, сприяли початку переговорного процесу щодо обмеження і скорочення стратегічних озброєнь СРСР і США.

Ядро науково-конструкторської школи В.Ф.Уткіна склали відомі нині вітчизняні вчені — С.М.Конюхов, М.І.Галась, В.І.Драновський, О.В.Клімов, Ю.О.Сметанін, С.І. Ус, М.В. Цуркан.

Школа С.М. Конюхова

В 1991–2010 рр. Генеральним конструктором — Генеральним директором Конструкторського бюро «Південне» був С.М. Конюхов. За його участі розроблено низку ракет-носіїв та космічних апаратів оборонного, наукового і народногосподарського призначення. Під його керівництвом укладено і впроваджено міжнародні комерційні проекти, зокрема «Морський старт» і «Наземний старт» з використанням РН «Зеніт-3SLБ» і «Зеніт-2SLБ», «Дніпро», «Океан-О» та інші. Він був відомим освітянином, блискучим педагогом, який виховав низку поколінь фахівців

у галузі створення, вивчення та дослідження космічної техніки, сучасних методів проектування ракетно-космічних систем, засновником наукової школи [8, с. 155; 9, с. 151; 10, с. 278]. Цьому сприяли його якості вченого, лідера й просто людини.

Учні, однодумці, колеги та послідовники вважали вченого справжнім лідером з професійними якостями керівника, ентузіаста та патріота ракетної техніки, оптиміста, відкрити, чесну та порядну людину. Президент НАН України Б.Є. Патон зазначав:

«Чудові організаторські здібності, величезна працездатність, широкий світогляд Станіслава Миколайовича дали змогу підприємству досягти вагомих результатів у розвитку ракетно-космічної галузі та надати Україні статус світової космічної держави». Академік-секретар Відділення механіки НАН України В.В. Пилипенко зазначав, що С.М. Конюхов був «керівником-новатором, який здатний спрогнозувати основні напрями розвитку галузі і згуртувати колег на виконання будь-яких завдань по створенню ракетно-космічної техніки та її конверсії. Вчений мав не лише глибокі різнобічні знання, досвід і організаторські здібності, а й вмів правильно орієнтуватися у складній ситуації, оперативно приймати рішення й організувати колектив на його досягнення, взявши при цьому всю відповідальність на себе [11, с. 87].

Активна науково-організаційна та педагогічна діяльність С.М. Конюхова сприяла становленню вітчизняної системи середньо-спеціальної та вищої фахової освіти в галузі ракетобудування та її інтеграції в європейський і світовий освітній простір. У 1987-1992 рр. вчений був керівником кафедри системного проектування виробів машинобудування Інституту підвищення кваліфікації МЗМ СРСР [12, ічн. 9]. З 1988 р. був

головою державної екзаменаційної комісії із захисту дипломних проектів у Дніпропетровському університеті.

У 1995 р. він очолив кафедру «Нової техніки» Харківського політехнічного інституту. В КБ «Південне» проходили виробничу та переддипломну практику студенти й учні понад 15 навчальних закладів. Б.Є. Патон з цього приводу писав: «С.М. Конюхов був прекрасним педагогом і наставником висококваліфікованих наукових та інженерно-технічних кадрів» [12, ічн. 38]. На думку ректора Дніпропетровського університету М. В. Полякова, С.М. Конюхов як педагог виявляв «доброзичливість до тих, хто шукає свій шлях у науці», виразно проявлялись такі риси характеру вченого, як «науковий професіоналізм, з'ясування цінності дисертацій не тільки в суто теоретичному плані, а й у сенсі використання одержаних результатів у практиці ракетно-космічної галузі» [9, с. 150, 151]. У 1996 р. за участі вченого і фахівців КБ «Південне» створено Національний центр аерокосмічної освіти молоді України ічн. О.М. Макарова, у 1998 р. на базі підприємства створено Ракетно-космічний навчально-дослідний центр, до якого увійшли філії кафедри Державного університету та Харківського авіаційного інституту, відділ підготовки фахівців, дослідний сектор, а також аспірантура. Під керівництвом вченого шість його учнів захистили кандидатські та п'ять – докторські дисертації. [9, с. 53; 10, с. 278; д, ічн. 27]. Їх наукові результати впроваджено в практику розробок підприємства. Наукову роботу ічностейві понад десять докторів наук і більше сотні кандидатів наук, було захищено понад 30 кандидатських і 7 докторських дисертацій. [12, с. 58; 13, с. 59]. Вчений виховав цілу плеяду вчених, проєктантів, конструкторів, випробувачів, виробників, залишивши після себе унікальну ракетно-космічну школу світового рівня [12, с. 58; 14, с. 90].

Науково-технічні досягнення вченого і його науково-технічної школи у розвитку світової та вітчизняної ракетно-космічної галузі сприяли реалізації державних оборонних програм зі створення сучасних зразків озброєння, військової техніки, космічних ракетних комплексів з ракетами-носіями та Національних космічних програм України. КБ «Південне» стало універсальним і багатопрофільним підприємством, здатним здійснювати на сучасному науково-технічному рівні практично будь-який проєкт у сфері високих технологій. Сам С.М. Конюхов зауважував: «Наше спільне завдання в сьогоднішній важкий час та у перспективі – зберегти для України високі технології, фундаментальну та прикладну науку, інженерно-наукові кадри – все те, що створено працею кількох поколінь та є ознакою цивілізованої держави» [9, с. 58].

Школа В.М. Ковтуненка

Науково-конструкторська школа В.М.Ковтуненка у галузі аеродинаміки і проєктування космічних апаратів і систем почала формуватися у Дніпропетровську, куди вчений приїхав на запрошення В.С.Будника у 1953 р. і включала у себе три ланки – виробничу, освітню і дослідницьку.

Як науковий лідер і начальник розрахунково-теоретичного, з часом проєктного відділу ОКБ-586 у 1953-1965 роках, КБ-3 у складі КБ «Південне» у 1965-1977 він очолив розрахунки з аеродинаміки та ічностейвіда бойових ракет Р-12, Р-14, Р-16, Р-36, ракет-носіїв «Космос», «Інтеркосмос»; створення серії космічних апаратів різного призначення, зокрема першої у світі серії уніфікованих КА (платформ) ДС-У1, ДС-У2, ДС-У3 з універсальною системою керування і телеметрії та автоматичної космічної станції, а також інших проєктів, зокрема проєкту «Космічна

стріла»; дослідження навколоземного космічного простору, Сонця і планет сонячної системи; розробку і реалізацію програми міжнародного співробітництва в освоєнні космічного простору, у створення перших індійських супутників «Аріабата» та «Бхаскара»[15].

У ці роки школу В.М.Ковтуненка представляли його соратники і послідовники, нині широко відомі вітчизняні вчені — В.С.Гладилін, В.І.Драновський, С.С.Кавелін, В.І.Кукушкін, П.І.Нікітін, О.М.Попель, Ю.О.Сметанін, В.С.Хорошилов, його учні — Д.І.Белов, В.Ф.Камеко, Ф.І.Кондратенко, В.М.Мішин, І.М.Поллуксов, Ф.І.Резніченко, П.С.Савойський, І.М.Фоміщенко, К.Є.Хачатурян, Є.П.Яскевич та ін.

Освітня ланка науково-конструкторської школи В.М.Ковтуненка формувалася під впливом його педагогічної діяльності у Дніпропетровському університеті (1953-1977), де він очолював спочатку кафедру прикладної газодинаміки і ічностейвідя, а потім аерогідромеханіки. Тут він поставив і розв'язав задачу про форму осесиметричного тіла мінімального опору в умовах надзвукових швидкостей. Було з'ясовано, що формою утворюючої тіла мінімального опору є форма, близька до затупленого конусу, який у подальшому став класичною формою головних частин літальних апаратів. Цим самим вчений заснував новий науковий напрям з визначення оптимальних форм тіла у потоці рідини і газу.

Тематика досліджень було підпорядковано, в основному вирішенню аеродинамічних задач за профілем робіт КБ «Південне», і вчений спрямував дослідження на створення інженерних методів розрахунку аеродинамічних характеристик літальних апаратів, складної аеродинаміки головних частин ракет далекої дії, основної аеродинамічної структури літального апарата — її го-

ловної частини. Також досліджувалися питання гідродинаміки тіл, що проникають у воду, аерогідромеханіки гіперзвукових течій, аеродинаміки і ічностейвідя конічних тіл, що планують, для вивчення верхніх шарів атмосфери та ін.

Ці питання вирішували учні В.М.Ковтуненка — Ф.І.Аврахов, В.Р.Журавський, М.М.Личагін, Л.Є.Піцик, В.І.Тимошенко, І.С.Тонкошкур, О.О.Харитонов, серед них ректор ДНУ, член-кореспондент НАН України М.В.Поляков, професори Є.Р.Абрамовський, О.Г. Гоманта ін.

Науково-дослідницьку ланку школи В.М. Ковтуненка представляв колектив відділу аерогазодинаміки Дніпропетровського відділення Інституту механіки АН УРСР В'ячеслав Михайлович керував відділом аерогазодинаміки у 1966-1977 рр. У молодому колективі створювалися невеликі творчі групи для проведення досліджень з аеродинамічного забезпечення проектно-конструкторських розробок ракетно-космічної техніки. Під керівництвом В.М. Ковтуненка спільно зі спеціалістами НВО іч. С.О.Лавочкіна та Московського авіаційного інституту було розв'язано комплекс задач з аеродинамічного забезпечення міжнародного проекту «Венера — комета Галлея». Виконані дослідження було використано при виборі траєкторії польоту КА у полі комети Галлея, режимів роботи систем орієнтації та стабілізації, для забезпечення теплового захисту і надійного функціонування комплексу наукової апаратури. Проводилися також роботи по проектам «Марс -94/96» і «Буран».

При безпосередній участі В.М. Ковтуненка, його учня і заступника В.О. Шувалова і підтримці В.С.Будника у 1974 р. створено унікальний ічностейвідямічний стенд, поєднуючий у собі властивості газодинамічної труби,

електрорадіаційного стенду і вакуумної беззехової камери. Стенд набув «статусу національного надбання».

З 1977 р. В.М.Ковтуненко — головний (з 1986 р. — генеральний) конструктор НВО ич. С.О. Лавочкина. Тут вчений спрямував роботу на вивчення об'єктів далекого і ближнього космосу за допомогою автоматичних космічних апаратів. Тільки у 1978-1986 роках вісім КА здійснили чотири експедиції на планету «Венера», а згідно з міжнародним проектом «Венера — комета Галлея» за допомогою АМС «Вега-1» і «Вега-2» досліджено планету Венера і комету Галлея: вперше у світовій практиці виконано запуск аеростатного зонду для вивчення циркуляції атмосфери планети і досліджено ядро комети при прольоті біля нього крізь газопилову атмосферу. Керівниками проекту були В.М.Ковтуненко і директор Інституту космічних досліджень АН СРСР З. Сагдєєв.

Для реалізації багатоцільових комплексних програм дослідження планет і малих тіл Сонячної системи В.М.Ковтуненко запропонував розробку базового службового модуля міжпланетних станцій, і вже у 1988-1989 роках проведено експедиції «Фобос-1» і «Фобос-2» до Марса і Фобоса, що стало першим етапом впровадження у практику міжпланетного апарата нового типу. В.М.Ковтуненко — один із ініціаторів створення спеціалізованих автоматичних космічних апаратів для астрофізичних досліджень, зокрема астрофізичних супутників Землі «Астрон» (1983) і «Гранат» (1989), які використовувалися як позатмосферні ічностейвід обсерваторії, а також комплекси «Прогноз» та «ІРС».

Серед учнів і послідовників В'ячеслава Михайловича у цей період його життя — С.Д. Куліков, А.А.Моїшеєв, К.М.Пхикадзе, А.Л.Родін та ін. Учнями В'ячеслава Михайловича і спадкоємцями його

ідей є також доктори наук В.О.Шувалов, В.І.Тимошенко, В.П.Басс, О.В.Лиманський, В.М.Чепурний та ін. Створені В.М.Ковтуненком колективи представляють різні ланки його науково-конструкторської школи. Ці колективи і тепер плідно працюють, продовжуючи розвивати науково-технічну спадщину вченого.

Школа І.І. Іванова

Одним з найголовніших напрямів ракетно-космічної техніки є двигунобудування і в цьому напрямі в Дніпропетровську функціонували науково-конструкторські школи І.І. Іванова (1918-1999) і В.В.Пилипенка (1935-2015).

Школа І.І. Іванова почала формуватися на початку 50-х років разом із науковим зростанням її лідера. У 1951 р. Іван Іванович приїхав на запрошення В.С.Будника до Дніпропетровська, де очолив у КБ заводу № 586 напрям рідинних ракетних двигунів. Впроваджуючи у виробництво РРД розробки В.П.Глушка і одночасно працюючи над усуненням високочастотних коливань у них, що істотно підвищувало надійність роботи двигунів, І.І.Іванов ініціював створення нової виробничої і випробувально-експериментальної бази для виготовлення і випробувань РРД та їх агрегатів [16].

У 1954 р. він організував створення в ОКБ-586 проектно-конструкторського напрямку стосовно РРД, яке очолив. Тут крім роботи над маршовими РРД розробки В.П. Глушка для ракет Р-1, Р-2, Р-5, І.І. Іванов спрямував дослідження своїх однодумців і послідовників на створення плазмових та іонних двигунів і енергоустановок (ЕУ), у тому числі космічних ядерних ЕУ, а також двигунів власної конструкції. Значну увагу було приділено забезпеченню високої надійності двигунів та їх технологічності, дослідженню стійкості процесу горіння

палива у камерах згоряння і газогенераторах, розробці конструкторських і технологічних заходів для усунення у них високочастотних коливань. Під його керівництвом і безпосередній участі колективом КБ-4 було створено енергоустановки різного призначення, а також РРД, що не мали аналогів у світовій практиці — рульові двигуни для першого і другого ступенів ракет Р-16, Р-36, двигун орбітальної головної частини, маршові двигуни других ступенів ракет 15A14, 15A15, 15A16, при цьому в останніх уперше було застосовано схему допалювання відновлювального генераторного газу в камері згоряння, що дозволило досягти максимальної економічності двигунів. Розроблено спеціальні космічні двигуни, а також високонадійний рідинний ракетний двигун для блоку «Е» ракети Н1-Л3 для забезпечення спуску пілотованого космічного корабля на Місяць, пошуку місця посадки та її здійснення, злету з Місяця. Бортові джерела потужності для ракет-носіїв розробки КБ І.І. Іванова вирізняли висока економічність і технічний рівень конструктивного виконання: більшість камер згоряння були трубчастими, що підвищувало їх надійність і спрощувало технологію виготовлення.

Плідному функціонуванню науково-конструкторської школи І.І. Іванова значно сприяла його науково-педагогічна діяльність у Дніпропетровському університеті на фізико-технічному факультеті та у Дніпропетровському ракетному технікумі. У цих закладах за його підтримки засновано лабораторії для вивчення РРД, оснащені зразками ракетних двигунів, агрегатів, вузлів, технічною документацією, Вчений був членом спеціалізованої вченої ради Дніпропетровського університету з спеціальності «теплові двигуни літальних апаратів», викладав двигунобудування на кафедрі теплотехніки.

Цілеспрямований і вимогливий, І.І. Іванов вирізнявся глибокими знаннями своєї справи, його інтелігентність і врівноваженість завжди притягувала до себе оточуючих. Послідовниками І.І. Іванова були відомі нині вчені у галузі двигунобудування — О.В. Клімов, який змінив І.І. Іванова на посаді головного конструктора КБ у 1979 р. та ін.

Послідовником І.І. Іванова був В.В. Пилипенко (1935-2015), видатний спеціаліст у галузі динаміки рідинних ракетних установок та складних гідромеханічних систем, засновник науково-конструкторської школи в цьому напрямку.

Школа В.В. Пилипенка

Формування його школи почалося з середини 60-х років, коли Віктор Васильович очолив у 1964р. сектор динаміки рідинних ракетних двигунних установок (РРДУ) у КБ «Південне». Вже тоді він проявив себе як цілеспрямований дослідник, який вмів бачити нові проблеми й пропонувати оригінальні шляхи їх вирішення [17].

У 60-70-х роках перед двигунобудівниками постала проблема кавітаційних автоколивань у насосних системах живлення РРД, і для її вирішення В.В. Пилипенко 1966 р. перейшов на роботу в Сектор проблем технічної механіки АН УРСР, де з 1970 р. очолив створений за його ініціативою відділ динаміки двигунних установок літальних апаратів, колектив якого і став ядром його науково-конструкторської школи.

Віктор Васильович спрямував роботу колективу на розв'язання проблеми кавітаційних автоколивань у насосних системах живлення РРД, створення теорії та засобів усунення кавітаційних автоколивань у них. Результати проведених протягом низки років теоретичних і експериментальних досліджень дозволили сформувати фундаментальні уявлення

про закономірності цього динамічного процесу. Створена вченим теорія кавітаційних автоколиваний уможливила прогнозувати стійкість насосної системи живлення РРДУ по відношенню до кавітаційних автоколиваний і проводити кількісний аналіз впливу конструктивних і режимних параметрів системи на кавітаційні автоколивання. Вона використовується для розв'язання багатьох задач динаміки рідинних ракетних двигунних установок та поздовжньої стійкості рідинних ракет-носіїв, лінійної і нелінійної динаміки і стійкості системи «РРДУ – корпус РН», для вирішення проблемних питань динаміки РРДУ, пов'язаних з математичним моделюванням процесу запуску двигунів і перехідних процесів у установках при аварійних ситуаціях з урахуванням кавітаційних явищ у насосах.

Під керівництвом та безпосередній участі В.В. Пилипенка розвинуто лінійну теорію поздовжньої стійкості і створено нелінійну теорію поздовжніх коливань рідинних РН, розроблено методики аналізу динамічної сумісності РРДУ з конструкцією РН, які не мали аналогів, нові методи розрахунку теплових режимів в елементах конструкцій літальних апаратів, запропоновано методологію теоретичного аналізу деяких класів аварійних ситуацій у системах рідинних ракет, створено теорію низькочастотних кавітаційних автоколиваний у насосних системах живлення РРДУ і розроблено ефективні засоби їх погашення – принципово нові пристрої для забезпечення поздовжньої стійкості рідинних РН і пневматичні системи віброзахисту, які можуть застосовуватися у ракетно-космічній, а також автомобільній та автотракторній техніці.

У подальшому В.В. Пилипенко ініціював розробку і проектування принципово нових кавітаційних генераторів коливання тиску рідини. В результаті в

практику впроваджено нові екологічно чисті технології і пристрої для кавітаційно-імпульсної гідро абразивної обробки різних поверхонь, зокрема металевих поверхонь ракетних конструкцій, для інтенсифікації процесів диспергування, емульгування, буріння свердловин.

Вчений, його учні та співробітники брали активну участь у науково-технічному супроводженні створення РН «Зеніт», зокрема вирішенні проблеми забезпечення її поздовжньої стійкості; у розробленні заходів з підвищення надійності маршової РРДУ третього ступеня РН «Циклон-3»; з'ясуванні причин аварійного пуску ракети «Зеніт-3SL»; одержанні розрахункових та експериментальних значень амплітуд поздовжніх коливань ракет РС-20 і 11К68 прототипів РН «Дніпро» та «Циклон-3М» на активній ділянці польоту за час роботи РРДУ першого ступеня; аналізі динаміки РРД «Вулкан» ракети-носія «Аріан-5»; розробленні практичних рекомендацій щодо забезпечення поздовжньої стійкості ракет «Зеніт-2SL» і «Зеніт-3SL» (у рамках програми «Морський старт») та «Зеніт-2SLБ» і «Зеніт-3SLБ» (у рамках програми «наземний старт»), багатоступінчастої ракети «KSLV-II» та ін.

В.В. Пилипенко багато уваги приділяв підготовці наукових кадрів, його учнями є понад 20 кандидатів і докторів наук, серед яких О.В. Пилипенко, О.С. Білецький, Ю.Є. Григор'єв, М.І. Довгоцько, В.А. Задонцев, Л.Ж. Запольський, І.К. Манько, М.С. Натанзон та ін. Зростанню молодих наукових кадрів його школи сприяла педагогічна робота Віктора Васильовича на кафедрі двигунобудування фізико-технічного факультету Дніпропетровського університету.

В.В. Пилипенко зазначав, що протягом всього його життя велике задоволення йому давав сам процес пізнання, наукова робота, створення нового.

Творчий стиль вченого — глибина наукового пошуку, вміння точно обирати перспективні напрями досліджень, багатство ідей та успішна практична їх реалізація і стали основою формування і плідної діяльності його, нині широко відомої в Україні та за її межами, науково-конструкторської школи в галузі динаміки РРДУ і поздовжньої стійкості рідинних РН.

Проблема автономного керування ракетою є однією з найважливіших у ракетно-космічній галузі. Вона включала задачі початкової азимутальної орієнтації ракети, наведення ракети на ціль і її дистанційного перенацілювання, стабільної роботи апаратури при зовнішніх впливах, точної стрільби тощо. Над вирішенням даної проблеми в Україні працювала низка колективів, зокрема, — ОКБ-692 (КБ «Електроприладобудування», НВО «Електроприлад», «Хартрон», Харків) і КБ заводу «Арсенал» (Київ). Саме ці колективи приладобудівників склали основу науково-технічних шкіл з систем автономного керування ракет Я.Е.Айзенберга і науково-технічної школи з ракетно-космічного приладобудування С.П. Парнякова (1913-1987).

Школа Я.Е. Айзенберга

Я.Е. Айзенберг — відомий як розробник електронних систем керування ракетної техніки. В 1959-2002 рр. працював в ОКБ-692 (НВО «Хартрон»). З 1995 р. — президент і генеральний конструктор науково-виробничого об'єднання «Хартрон». В теоретичному комплексі, який він очолював, було створено підрозділ з визначення вимог до архітектури та обчислювальним характеристикам бортових ЕОМ і розробці програмного забезпечення. Я.Е. Айзенберг був головним розробником систем керування ракетами та космічними апаратами, талановитим організатором, засновником науково-технічної школи з систем

стабілізації та керування ракетами. Розробки колективу, який очолював Яків Ейнович, було застосовано різних типах і проектів ракет: від ракет стратегічного призначення та надважких ракет-носіїв до створення та запуску функціонально-важких блоків: орбітальної станції «Мир», транспортної системи «Енергія», космічного корабля «Буран», функціонально-вантажний блок «Зоря», що став першим блоком Міжнародної космічної станції. Яків Ейнович був відомий як один із творців ракети СС-18 [18].

Формування школи вченого почалося з середини 60-х років, коли діяльність Якова Єйновича була пов'язана з розробкою ракетних комплексів з аналоговими системами керування. Було створено надійну методику проектування таких систем, визначення ступеня впливу параметрів коливання рідкого наповнювання, вирішено проблему стійкості польоту ракети 8К99. Значну роль у розробці цих напрямів належить одностудіям і співробітникам А.Е. Айзенберга — В.В. Сорокобатьку, В.Г. Сухороброву, В.М. Романенку, В.О. Батаєву [19].

Під керівництвом та безпосередній участі Я.Е. Айзенберга було створено систему керування ракети 8К67 (Р-36).

Тільки у спогадах Я.Є. Айзенберга міститься чітке пояснення причин аварії ракети Р-16, що сталася 24 жовтня 1960 р.: «Щоб підвищити ймовірність успішного запуску двигуна другого ступеня в польоті, зазначав він, вирішили замість передбаченої технології робіт впровадити іншу, що було першою серйозною помилкою, яка призвела, врешті-решт, до трагедії» [19].

Наступний етап діяльності А.Е. Айзенберга та його колективу пов'язаний зі створенням нових систем керування з використанням дискретних цифрових приладів в системах керування. Завдя-

ки цим розробкам ракета-носії 11К69 («Циклон-2») одержала широке використання.

Важливим етапом у розвитку школи стало вирішення теоретичним комплексом НВО «Хартрон», який вже очолював Я.Е. Айзенберг впровадження програмування бортових обчислювальних машини систему керування.

Я.Є. Айзенберг — головний теоретик багатьох систем керування ракетно-космічної галузі, зокрема, стратегічної ракети «Воевода», РН «Енергія», безпосередньо під його керівництвом створено систему керування крилатої ракети «Метеорит».

З середини 80-х років розпочато співробітництво Я.Е. Айзенберга та його колективу з ОКБ-1 (нині ракетно-космічна корпорація «Енергія»), у рамках якого були створено системи керування КА «Квант», «Квант-2», «Кристал», «Спектр» «Природа», які лягли в основу станції «Мир». Яків Ейнович особисто брав участь у всіх етапах роботи, від ідеї до особистої участі у випробуваннях. Добре знав кожного співробітника комплексу, спілкувався, вислуховував поради та заперечення.

Айзенберг був Головним теоретиком і Генеральним конструктором систем керування польотами безпілотних космічних кораблів «Квант» і «Кристал», які доставляли на орбітальну станцію «Мир» продовольство для екіпажів, наукову апаратуру та паливо.

Перший запуск ракети «Енергія» стався 15-го травня 1987 р., систему керування якої розробили в НВО «Електроприлад», санкціонував Яків Айзенберг за результатами моделювання ситуації.

В середині 90-х рр. головною роботою колективу під безпосереднім керівництвом Айзенберга було створення системи керування, завершено її випробування, здано на озброєння МБР СС-18.

Я.Е. Айзенберг взяв на себе відповідальність за крайній старт обледенілої ракети «Енергія» з пристикованим «Бураном». Зателефонувавши до Харкова, він отримав результати моделювання ситуації і сказав: «Зараз запускати можна, через годину буде пізно» [20].

Я.Е. Айзенберг став Генеральним конструктором і Генеральним директором НВО «Електроприлад» в 1990 р., коли стала руйнуватися система космічної кооперації та економічні зв'язки. У дев'яності Яків Ейнович одним з перших в Україні виступив на державному рівні з пропозицією провести реструктуризацію підприємства та адаптацію його до ринкових умов. Йому вдалося не тільки провести акціонування і реструктуризацію «Хартрона», але і зберегти науково-технічний потенціал підприємства, знайти місце високотехнологічним космічним розробкам в «земних» проектах [21]. Яскравим прикладом цього є «Хартрон-Експрес», що зайнявся електронними пристроями для пасажирських вагонів. Також було розроблено нову «систему релейного захисту» для електричних підстанцій, величезних табло для залізничних вокзалів та ін. Проведена реорганізація всередині фірми дозволила деяким із створених структур знайти собі партнерів і інвесторів, наприклад американський «Вестингауз». Саме з ініціативи Яківа Ейновича розпочато роботи зі створення автоматизованих систем керування технологічними процесами в атомній енергетиці, а також модернізація існуючих там систем [19].

Формування та розвиток школи Я.Е. Айзенберга зумовлено його лідерськими якостями як вченого, дослідника і людини. Яківа Ейновича вирізняли працездатність, скромність, доброзичливість, оригінальність мислення, оптимізм, наполегливість. У результаті навколо нього сформувався

неформальний колектив з характерними ознаками науково-технічної школи. Її ядро склали В.В. Сорокобатько, В.Г. Сухоребрій, В.М. Романенко, В.О. Батаєв, Б.М. Конорев, В.Т. Щербаченко, А.С. Грістан, О.В. Бек, В.П. Каменев, Ю.М. Златкін, К. Філіпова, А. Мялік.

Школа С.П. Парнякова

С.П. Парняков почав працювати на Київському заводі «Арсенал» у 1946 р. начальником Центральної заводської лабораторії (ЦЗЛ), і саме тут були започатковані основи його подальшого творчого і професійного зростання, функціонування науково-технічної школи в галузі ракетно-космічного приладобудування. У 1956 р. він очолив КБ-7 як головний конструктор, спеціально створене в рамках заводського ЦКБ, на яке покладалася принципово нова задача розробки і створення систем початкового просторового азимутального орієнтування (прицілювання) для ракет усіх видів старту і усіх класів — від оперативно-тактичних до стратегічних міжконтинентальних. Аналогів подібних приладів і систем прицілювання у світі не було. Поштовх розвитку цього напрямку дав С.П. Парняков, який запропонував новаторський спосіб вертикальної передачі азимутального напрямку з рівня землі на рівень установки гіровертиканта у приладному відсіку другого ступеня ракети Р-7 для забезпечення передстартової азимутальної орієнтації гіровертиканта автономної системи керування польотом ракети [22].

За задумом С.П. Парнякова КБ-7 початково склали конструкторська науково-дослідницька група з розробки систем прицілювання та дві дослідні лабораторії з геодезичного забезпечення цих розробок. До роботи з ракетної тематики він залучив своїх послідовни-

ків і однодумців із ЦЗЛ, з часом КБ-7 постійно поповнювалося молодими інженерами — випускниками різних вузів країни. У період створення перших зразків техніки прицілювання С.П. Парняков особисто брав участь у всіх етапах її відпрацювання від ідеї до особистої участі у випробуваннях. Добре знаючи кожного співробітника КБ, він предметно розмовляв з кожним із них, виказував зауваження, вислуховував заперечення, сперечався, переконував. Він постійно підкреслював, що успіх справи базується на глибокому аналізі роботи прилада у комплексі з іншими приладами, сміливості вирішення окремих питань, працьовитості, наполегливості, віри в успіх справи. Кожна нова ідея, смілива думка, колективно обговорювалися у головного конструктора, піддавалися ретельному аналізу, особливо з точки зору необхідної точності і тільки після цього приймалося остаточне рішення. Як науковий лідер С.П. Парняков спрямував роботу колективу з розробки апаратури прицілювання за наступними напрямками:

для стаціонарних наземних і шахтних ракетних комплексів від візуальної системи прицілювання для ракети Р-7 і до автоматизованої для ракети «Сатана»;

для рухомих ракетних комплексів, починаючи від візуальної системи для ракети Р-11 і закінчуючи повністю автоматизованою системою для комплексу «Тополь»;

для ракетних комплексів підводних човнів з метою узгодження ракетного і навігаційного комплексів, починаючи з візуальної оптико-механічної системи для ракети Р-11, покладеної в основу першого морського варіанту, і закінчуючи унікальною оптико-електронною автоматичною системою для ракети РСМ-54, яка забезпечувала безперервну передачу азимутального напрямку — від навігаційного комплексу

до контрольного елемента на ракеті, не порушуючи герметичності корпусу підводного човна;

для автономного визначення істинного азимуту з використанням гірокомпаса, починаючи від візуального ІГ5 і закінчуючи автоматизованими АГК-П;

для пілотованих орбітальних станцій і космічної навігації.

Ракетні комплекси усіх Генеральних конструкторів – С.П.Корольова, М.К.Янгеля, В.М.Челомея, В.П.Макеєва, С.П.Непобедимого, А.Д.Надирадзе, В.Ф.Уткіна забезпечувалися апаратурою передстартової азимутальної орієнтації, створеною колективом КБ-7. І якщо перші системи прицілювання були побудовані на базі оптико-механічних кутомірних візуальних приладів типу теодоліт і точність орієнтації за напрямком у них складала декілька кутових хвилин, то з часом вони були повністю автоматизованими комплексами з найскладнішою електронікою та високоточними гіроскопічними приладами і забезпечували азимутальне наведення чутливого елемента гіростабілізованої платформи у площину пуску вже за одиниці кутових секунд.

З кінця 50-х років під керівництвом С.П. Парнякова колектив КБ-7 розробив цілу гаму гірокомпасів, які входили до складу систем прицілювання для самохідних і шахтних ракетних комплексів, у системи топо-геодезичної прив'язки, у склад радіолокаційних станцій, звукометричні комплекси, розвідувальні комплекси і в інші системи, де необхідно було точно визначати напрямок «південь-північ». Спочатку це були гірокомпаси зв'язальним зняттям інформації – перший в СРСР артилерійський поплавковий гірокомпас, триступеневий маятниковий гірокомпас з торсійним підвісом гіромаятника. У подальшому створено автоматизовані

гірокомпаси, які дозволяли автоматизувати всі операції з визначення азимуту заданого напрямку, зняття і обробку інформації з одночасним збільшенням точності і скороченням часу визначення азимуту – 1 перший в СРСР і світі високоточний автоматичний гірокомпас АГК-1 і його модифікації, високоточний автоматичний самоеталонузуючий гірокомпас АГК-П. В середині 70-х років у гіроскопічному напрямі було започатковано створення нових торсійних підвісів, зокрема стрічкових, на лазерному принципі та інших.

У 1965–1985 роках важливим напрямком розробок С.П. Парнякова і його учнів було створення приладів для космічної навігації: бортових секстантів для пілотованих космічних кораблів, тренажного секстанта, імітатора зоряного неба, який забезпечував спостереження усіх яскравих зір, прецизійної оптико-механічної астронавігаційної системи для місяцеходу, астроорієнтира у широкому діапазоні кутових координат – практично до півсфери. Розроблено і змонтовано на низці науково-дослідних суден плавучі командно-вимірювальні комплекси для роботи в акваторії Світового океану з метою забезпечення керування і цілодобового зв'язку з пілотованими космічними кораблями і безпілотними автоматичними міжпланетними станціями.

Багато років вчений читав лекції і очолював Державну комісію із захисту дипломних проектів на приладобудівному факультеті Київського політехнічного інституту, був пов'язаний з радою молодих спеціалістів ЦКБ заводу, підтримував молоді кадри у прагненні наукового зростання та оволодіння технічною творчістю.

Формування та розвиток школи С.П. Парнякова обумовлені його лідерськими якостями як вченого, конструктора і людини. Серафима Платоновича

вирізняли талант інженера і дослідника, величезна працездатність, виняткова пам'ять, широка ерудиція, оригінальність мислення, феноменальна технічна інтуїція, оптимізм, вимогливість до себе та інших, відкритість. У результаті навколо нього сформувався неформальний колектив з характерними ознаками науково-технічної школи. Її ядро представляють доктори наук Ю.В.Байбородін, Б.А.Бордюг, В.О.Боровий, Б.Я.Брусилівський, В.І.Бузанов, В.Г.Бурачек, О.С.Власенко, А.С.Довгополий, В.Г.Лукомський, А.Г.Лисенко, В.С.Недавній, А.В.Новіков, Є.С.Парняков, С.Ф.Петренко, А.М.Струтинський, О.Д.Федоровський, С.І.Черняк, а також кандидати наук А.О.Борисюк, О.М.Горбань, В.К.Винник, В.М.Воробйов П.С.Дидюк-Сніцаренко, А.Б.Камелін, І.А.Коваленко, С.І.Пацкін, Р.О.Петренко, М.О.Пономарьов, Ф.А.Сумішин.

Частина описаних науково-технічних

шкіл створено в КБ «Південне» його провідними діячами – видатними вченими і конструкторами. Територіально вони, як і КБ «Південне» розміщені в Дніпропетровську. Тому можна говорити про єдину школу КБ, яка об'єднує школи Янгеля, Будника, Уткіна, Герасюти, Ковтуненка та Іванова, оскільки їм притаманно чимало спільних рис, стиль роботи і мислення, одержані пріоритетні результати в галузі ракетної науки і техніки.

Розглянуті школи визначають обличчя низки напрямів технічних наук і, фактично, є їх історією, викладену крізь призму науково-технічних шкіл. Отже, можна стверджувати, що історія формування, розвитку та внеску технічних шкіл в окремі технічні напрями є водночас їх історією, тобто наведений короткий нарис про науково-технічні школи є також і історією ракетно-космічної галузі України.

Література

1. Храмов Ю.А. История формирования и развития физических школ на Украине. Киев, Феникс, 1991, 214 с.
2. Бакута С.А. Храмов Ю.А. Научно-техническая школа: статус, характерные черты // Науковедение и информатика. – 1990. - № 34. – С.72-76.
3. Санін Ф.П., Копил О.А., Савчук В.С. Науково-конструкторська школа М.К.Янгеля та її роль у розвитку ракетобудування в СРСР // Наука та наукознавство. – 2011. - № 4. – С.35-45.
4. Горбулін В.П. Историческая личность: к 100-летию со дня рождения Михаила Кузьмича Янгеля // Там же – С. 5-15.
5. Савчук В.С. В.С.Будник та його науково-конструкторська школа // Наука та наукознавство. – 2016. – « 3. – С.89-101
6. Федоренко И.В. Н.Ф. Герасюта и его научно-техническая школа // Наука та наукознавство. – 2008. - № 3. – С.85-96.
7. Литвинко А.С. В.Ф.Уткин и его научно-техническая школа // Наука та наукознавство. – 2014. - № 3. – С. 117-127.
8. *Призваны временем*. Т. 1. От противостояния к международному сотрудничеству / подобщ. ичн. С.Н. Конюхова. Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2004. 768 с.
9. *Конюхов*. К 75-летию со дня рождения / – Д.: АРТ – ПРЕСС, 2012. – 256 с.
10. *Судьба моя – КБ «Южное»* : фотоальбом к 80-летию со дня рождения академіка НАН України, Генерального конструктора С.Н.Конюхова. Киев: Спейс-Информ, 2017. 352 с.
11. *Горбулін В.П., Шевцов А.І.* Генеральний конструктор ракетно-космічної техніки України (до 80-річчя від дня народження академіка НАН України С.М. Конюхова). Вісник НАН України. 2017. № 4. С. 83-87.
12. *Лично едело. Конюхов Станислав Николаевич. Поточний архів Президії НАН України*, ф. 251, оп. 655, спр. 20, 40 арк.
13. *70-річчя академіка НАН України С. М. Конюхова*. Вісник НАН України. 2007. № 4. С. 58-60.
14. *Відділення механіки НАН України* : Іс-

- торико-біографічний довідник. Київ : Академперіодика, 2015. 343 с., с. 58-60.
15. Губка О.А. Научно-конструкторская школа В.М. Ковтуненка: составляющие, звенья, направления деятельности // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «ІФНІТ». – 2017. – Випуск 25. – С.165-176.
 16. Розвиток ракетно-космічної техніки в Україні: Підручник / Санін Ф.П., Джур Є.О., Кучма Л.Д., Хуторний В.В - Д.: АРТ-ПРЕС, 2002. –402 с.
 17. Пилипенко О.В., Довгоцько Н.И. Віктор Васильович Пилипенко – выдающийся ученый в области ичносте // Техническая ичносте. – 2015. - № 4. – С. 3-22.
 18. Айзенберг Яков Эйнович // Харькову 350 : 500 влиятельных ичностей. – Х., 2004.
 19. Я. Е. Айзенберг. Ракеты. Жизнь. Судьба: воспоминания – Харьков, Инвестор, 2010. – 159 с.
 20. <http://ep-z.ru/sample-page/dnevnik/ayzenberg>.
 21. <http://hartron.com.ua/ru/content/80>.
 22. Хорошева С.А., Храмов Ю.А.С.П.Парнякови его научно-техническая школа в области ракетно-космического приборостроения // Наука та наукознавство . – 2016. - № 3.

Ю.О. Храмов, Г.Л. Звонкова

Підготовка спеціалістів для ракетно-космічної галузі України (1951—1991)

В розглядуваний період підготовка фахівців для ракетно-космічної науки техніки інтенсифікувалася. У 1951—1957 рр. фізико-технічний факультет Дніпропетровського університету фактично був єдиним «ракетним» факультетом в Україні, на якому відбувалася комплексна підготовка фахівців з ракетно-космічної техніки. В деяких інших навчальних закладах України інженерного профілю на споріднених факультетах у цей час засновувалися кафедри за певними напрямками, близькими до ракетно-космічної галузі. В 1959/60 навчальному році на авіаційному факультеті почалася підготовка фахівців з проектування і виробництва ракетних апаратів [13]. Передумови підготовки фахівців з деяких напрямів, важливих для ракетно-космічної техніки, наприкінці 50-х — на початку 60-х рр. почали також створюватися на інженерно-фізичному факультеті Політехнічного інституту в Харкові [7]. Зазначені напрями підготовки кадрів для ракетно-космічної галузі отримали подальший розвиток у 60-ті — 70-ті рр.

Структурна організація системи підготовки спеціалістів для ракетно-космічної галузі протягом усіх наступних років діяльності першого і єдиного тривалий час ракетного факультету в Україні зазнавала постійних змін, спрямованих у бік її покращення та удосконалення.

Свою діяльність фізико-технічний факультет (ФТФ) Дніпропетровського державного університету розпочав зі створення базових кафедр (номерних). Першими створені три кафедри, які відповідали основним напрямкам підготовки спеціалістів з ракетно-космічної техніки: кафедра № 1., відповідальна за

підготовку з проектування й конструювання; кафедра № 2 — за підготовку з двигунобудування; кафедра № 3 — за підготовку з систем керування. Поступово з'являлися також інші кафедри, які мали забезпечувати як загальнонаукову та загально технічну підготовку студентів, так і спеціальну, за новими напрямками.

Структура факультетської системи підготовки фахівців для ракетно-космічної галузі формувалася й розвивалася у прямій залежності від розвитку і втілення концептуальних ідей ракетобудування колективами ОКБ-586 та Південмашу. Вже на початку діяльності Дніпропетр. ракетно-космічного центру група конструкторів на чолі з В. М. Будником запропонувала розробку нової ракети 8К63. Саме тоді, в 1957—1966 рр. було створено і виготовлено ракети першого покоління: (8К63, 8К64, 8К65) [16; 27] із застосуванням нових, високотемпературних компонентів палива, та автономної інерціальної системи керування.

Фізико-технічний факультет, на якому викладало чимало фахівців з ОКБ-586, в ці роки зберігав ту номенклатуру кафедр, яка склалася у 1951 — 1957 рр. Але нові виробничі завдання поставили по новому й завдання підготовки кадрів. Починаючи з 1958/59 навчального року кафедрами фізтеху проведено значну роботу зі складання нових навчальних планів, до обговорення яких залучалися й співробітники ОКБ, Південмашу та суміжних підприємств. Графік навчання — 3,5 роки на стаціонарі й надалі 1,5 року — виробнича практика на заводі, й півроку дипломне проектування — був затверджений МВО СРСР і забезпечував необхідну на той час роботу в ракетно-космічній галузі випускників.

Вже з 1958/59 навчального року факультет перейшов на нові навчальні плани. Причому, поряд зі штатними викладачами працювали й викладачі-сумісники, більшість з яких «працювали безпосередньо над створенням нових типів ракет; вони знали всі тонкощі технології виробництва і конструювання бойової техніки. Саме в цей період в ОКБ йшла розробка першого покоління бойових ракет 8К63 (СС-4), 8К65 (СС-5), 8К64 (СС-4). І досвід виробників, помножений на їх наукові і конструкторські здобутки, справляв значний вплив як на навчальний процес, так і на розвиток науково-дослідної роботи на ФТФ» [31, с. 66].

Кафедри теорії пружності і прикладної газодинаміки та теплообміну, створені на початку 60-х рр., були вже в 1964/65 н. р. переведені на інший факультет, але продовжували вести заняття на фізико-технічному. Кафедри За та Зб отримали надалі назви відповідно — кафедра систем автоматичного управління та кафедра радіоелектронної автоматики.

Отже, в зазначений період сформувалася достатньо стабільна кафедральна структура факультету і вся його діяльність спрямовувалась на перехід на нові плани навчання, що було зумовлене потребами ОКБ та заводу.

На етапі створення і виробництва ракет другого покоління 8К67, 8К69, 8К67П (1967 – 1974) [16] університет, а разом з ним і ФТФ зазнали значних позитивних перетворень. Нова доба університету характеризувалась тим, що багато в чому завдяки фізико-технічному факультету Дніпропетров. ун-т з вересня 1966 р. отримав статус базового університету і був підпорядкований безпосередньо Головному управлінню навчальних закладів Міністерства вищої та середньої спеціальної освіти СРСР.

На цей час ФТФ був в університеті найперспективнішим факультетом,

який успішно здійснював підготовку фахівців для військово-промислового комплексу, проводячи одночасно певну науково-дослідну роботу. Тому ще 9 травня 1963 р. ЦК КПРС та Рада Міністрів СРСР видали Постанову, згідно з якою, Раді Міністрів СРСР було доручено організувати на базі фізико-технічного факультету Дніпропетров. фізико-технічний інститут. Але цей задум так і не отримав реального втілення. Фізико-технічний факультет залишився в структурі Дніпропетров. ун-ту. Тим не менш це стимулювало виникнення нових кафедр і науково-дослідних лабораторій на факультеті. Зокрема, до існуючих кафедр додалася кафедра економіки й організації виробництва, яка виділилася з кафедри технології й організації виробництва (початково кафедра № 4). Її організація була пов'язана з необхідністю підсилення економічної підготовки інженерів фізико-технічних спеціальностей для знаходження й обґрунтування економічно ефективних напрямів розвитку ракетобудівного виробництва. В цей період змінює свою назву кафедра теорії машин і механізмів, яка з 1969 р. отримала назву кафедри деталей машин. Продовжувалося залучення на кафедри з метою проведення занять провідних фахівців КБ «Південне» та Південмашу, що значно підсилювало можливості підготовки на факультеті спеціалістів сучасного рівня. Така співдружність стала традиційною, простежувалася і в подальшому та визначила стратегічний напрям підготовки фахівців для ракетно-космічної галузі й іншими вищими навчальними закладами.

Навчальний процес, хоч і базувався на програмах, затверджених Міністерством для машинобудівних та механічних спеціальностей, але робочі програми та навчальні плани «передбачали більше навантаження порівняно

з планами технічних вузів. Вони були наближені до відповідних планів МАІ та МВТУ ім. М.І. Баумана» [31, с. 105]. Використовувалися також модифіковані програми з креслення Львівського університету для фізиків, математиків й механіків. В цей період стали систематичними щотижневі наради співробітників деканату та завідувачів кафедр, що проводилися щосередини. До 1975 р. підготовлено паспорти усіх спеціальностей, за якими навчалися в університеті, в тому числі і на ФТФ. Більшість спеціальних курсів відбивали найсучасніші розробки в ракетно-космічній галузі. Так за спеціальністю 0539 (інженери-механіки) усі спеціальні курси були новими розробками вчених фізико-технічного факультету. Спецкурси, вважаючи на їх засекреченість, були номерними. Читання спецкурсів супроводжували відомості з виробничої практики, показ моделей, демонстраційних креслень, стендів, кінофільмів, акцентувалися виробничі завдання [31]. Кафедри регулярно проводили олімпіади з різних дисциплін. Проблемою на той час залишалась відсутність предметних аудиторій. На етапі створення ракет третього покоління 15A14, 15A15, 15A16, 15A18 (1975 – 1987) і четвертого покоління 15A18М, 15Ж60, 15Ж61 (1988–1991) [16; 27] навчальний процес був стабільним. Відповідно до сучасних тенденцій розвитку підготовки кадрів та науково-конструкторської діяльності відбувалися перейменування деяких кафедр, з'явилися нові напрями підготовки фахівців, нові спеціальності й нові кафедри. Так з 1981 р. на факультеті почали підготовку спеціалістів з робототехніки, що стало чинником створення нової кафедри робототехніки (1983). Вона стала четвертою в СРСР і другою в Україні подібною кафедрою. Усього в зазначеному періоді навчальний процес забезпечували 5 профільюючих кафедри

та 6 загально інженерних та загально-освітніх. У 1989 р. кафедра технології виробництва, заснувавши нову спеціальність (металорізальні верстати та інструменти) набула також статусу профільюючої кафедри.

У 1970-ті рр. усталилися форми практик для всіх спеціальностей фізико-технічного факультету. Структура практик мала такі складові.

1. Ознайомлювальна практика (два тижні після першого курсу навчання) на підприємствах Дніпропетровська. Мета – ознайомлення з основним обладнанням та технологічними процесами підприємств.

2. Перша технологічна практика (два місяці після третього курсу) з метою отримання робочих професій.

3. Друга технологічна практика (чотири тижні після четвертого курсу). Проходила на Південмаші з працею на інженерних посадах.

4. Конструкторсько-технологічна практика (проходила в десятому семестрі п'ятого курсу).

5. Переддипломна виробничо-технологічна практика (проходила в 11 семестрі шостого курсу).

Комплекс зазначених практик забезпечував цільову підготовку фахівців ракетно-космічної техніки, які набували не тільки міцних теоретичних знань, але й реальної технологічної підготовки й певних професійних навичок. Це надавало можливість якнайшвидшого опанування конкретних новітніх розробок КБ «Південне» і Південмашу та інших підприємств ракетно-космічної галузі після закінчення університету. На початок 1980- рр. ФТФ був визнаним осередком підготовки фахівців ракетно-космічної галузі в Україні.

1985 – 1990 рр. принесли нові форми взаємодії факультету з базовими підприємствами з метою читання спеціальних дисциплін фахівцями підприємств, на-

ближенням студентів до виробничих завдань, організації різних видів практики, дипломування безпосередньо на підприємствах. Почала розгортатися така форма організації навчального процесу як створення філій кафедр на підприємствах. У 1986 р. на Південмаші відкрилася філія кафедри технології виробництва (завідувач кафедри О. М. Макаров). Надалі подібну філію кафедри радіоелектронної автоматики було відкрито в КБ «Південне», кафедри систем автоматичного управління в НВО «Орбіта», кафедри робототехнічних систем – на ВО «Дніпровський машинобудівний завод», кафедри проектування і конструювання – на заводі «Південмаш» (1989). Усього до 1990 р. було створено 9 філій кафедр ФТФ на підприємствах [12, с. 205]. Досвід Дніпропетр. ун-ту створення філій кафедр на базових підприємствах було запозичено Московським авіаційним інститутом, Красноярським ракетним інститутом.

Структура системи підготовки фахівців для ракетно-космічної галузі в Дніпропетр. ун-ті продовжувала вдосконалюватися. Так, «у 1986 р. навчальний відділ університету, профілюючи кафедри й відділ підготовки кадрів Південмашзаводу приступили до впровадження в життя комплексної системи: школа – технікум – ВНЗ – завод, яка передбачала цілеспрямовану ґрунтовну підготовку майбутніх фахівців. З цією метою створено низку навчально-науково-виробничих комплексів (ННВК), один з яких, наприклад, об'єднував 3 школи, 2 ПТУ, Дніпропетр. ун-т і Південний машинобудівний завод, а інший – 3 школи. Дніпропетровський механічний технікум, університет, КБ «Південне» [12, с. 203]. Такими комплексами було охоплено практично усі підприємства Придніпровського регіону. У 1991 р. всі ННВК об'єднано в єдиний Центр неперервної інженерної освіти університету.

Діяльність Дніпропетровського університету з інтеграції освіти й виробництва набула визнання в усьому СРСР, свідченням чого стало проведення в травні 1989 р. на базі університету та Південмашу всесоюзної наради «Інтеграція освіти, науки і виробництва як фактор підвищення якості підготовки спеціалістів».

У 60-ті – 70-ті рр. ФТФ ун-ту залишався в Україні єдиним факультетом, який повністю спеціалізувався на підготовці фахівців для ракетно-космічної галузі. Зрозуміло, що вагомим чинником інституалізації в університеті підготовки фахівців для РКТ була наявність у місті потужного ракетно-космічного виробничого і конструкторського центру. Ракетно-космічна галузь потребувала розвитку проектування і виробництва усіх структурних елементів ракет і ракетних комплексів, супутникових систем і т. У таких містах як Київ та Харків, які мали потужний науковий і виробничий потенціал, почали виникати конструкторські бюро, які проектували відповідні структурні елементи. А підприємства міст виробляли їх. Це ставало потужним стимулом для підготовки фахівців у різних напрямках ракетно-космічної галузі. Така підготовка починалася зазвичай з відкриття певної спеціальності, що викликало необхідність заснування відповідної випускової кафедри. В кінцевому рахунку розвиток такого напрямку підготовки міг перерости в організацію нового факультету, діяльність якого була спрямована на підготовку фахівців ракетно-космічної галузі.

Такі умови виникли наприкінці 50-х – на початку 60-х рр. у Харкові на інженерно-фізичному факультеті Харківського політехнічного інституту. Важливим чинником цього процесу стала діяльність у Харкові з 1951 р. заводу «Комунар» з виробництва апаратури

бортових автономних систем керування та наземного випробувально-пускового електрообладнання ракетних комплексів. Він став першим в СРСР і єдиним підприємством з серійного виробництва систем керування (СК) бойових балістичних ракет.[8, с. 30]. Сприяла цьому також організація у 1959 р. на базі «Комунара» за пропозицією М.К. Янгеля головного комплексного науково-дослідного і дослідно-конструкторського бюро з розробки СК для ракет, створюваних в ОКБ-586.

Вже в 60-ті рр. виникла гостра нестача кваліфікованих кадрів для ОКБ-692. Молодих фахівців, які закінчили математичні або авіаційні факультети, необхідно було доучувати на підприємстві протягом досить тривалого часу. Все частіше виникало питання про цільову підготовку для підприємства фахівців в галузі динаміки польоту й керування. Ідею її втілення ініціювали Головний конструктор КБ «Електроприладобудування» В.Г. Сергєєв та професор кафедри динаміки та міцності машин ХПІ А.В. Дабагян. Зазначені установи успішно реалізували цю ідею й у 1964 р. на інженерно-фізичному факультеті ХПІ було відкрито нову спеціальність «Динаміка польоту й керування рухом ракет і космічних апаратів». Цей напрям підготовки був інституалізований відкриттям 1 лютого 1964 р. кафедри «Автоматичне керування рухом» [8; 26; 33]. Кафедра готувала фахівців в першу чергу для ОКБ-692.

У 70-ті рр. кафедра отримала нову назву: «кафедра автоматичних систем виробництва», а спеціальність «динаміка польотів й керування» було передано (1977) на кафедру прикладної математики..

У Харківському авіаційному інституті шлях до ракетно-космічної освіти розпочався, як вже зазначалося, з лекційних курсів професора Голдаєва

з ракетних двигунів. «У 1961 р. проведено перший офіційний випуск інженерів-механіків з ракетних двигунів. Трохи пізніше спочатку в рамках спеціальності «Літакобудування», а з 1967 р. – безпосередньо за фахом «Літальні апарати» розпочато підготовку фахівців зі створення ракетно-космічних літальних апаратів»[14, с. 72].

Інституалізація цього напрямку підготовки в ХАІ відбулася 5 листопада 1979 р. створенням факультету літальних апаратів ракетно-космічного напрямку. Ініціатор його створення професор М.В. Білан був його деканом від часу заснування факультету до 2004 р. [28]. Першою навчальною спеціальністю, відкритою 1980 р. на новому факультеті стала спеціальність «Електроракетні двигуни і енергоустановки». У 80-ті рр. на факультеті активно налагоджувався навчальний процес. Важливою складовою його було встановлення взаємодії з Південмашем та КБ «Південне».

Перший контингент студентів за трьома напрямками фізико-технічного факультету Дніпропетровського університету, що охоплював усі курси, був встановлений у кількості 500 осіб. Але потреба у фахівцях з РКТ була значною, що відбилося й на прийомі студентів. Чисельний склад ОКБ-586 почав зростати після приходу до його керівництва М. К. Янгеля та початку не тільки випуску існуючої моделі ракети Р-1, але й розробки нових моделей бойових ракет. Бували роки, коли більше половини прийому до університету склали фізтехівці. Молоді, кваліфіковані кадри з ракетної техніки були вкрай потрібні, що й викликало невпинне зростання прийому на ФТФ.

До кінця 50-х рр. набір студентів збільшився до 200 осіб. Зросли плани прийому. Так, план прийому студентів у 1962/63 р. становив 275 осіб, а вже у 1963/64 н. р. – 325 осіб. На початку 60-х рр. запра-

цювало й вечірнє відділення факультету. У 1962/63 навчальному році на вечірнє відділення вперше набрано 50 студентів.

У 80-ті рр. щороку план прийому на фізико-технічний факультет складав на денному відділенні 275 осіб і на вечірньому відділенні – 150 осіб [1]. Потужним був склад науково-педагогічних працівників. На факультеті працювало 10 професорів та докторів наук, 92 доценти і кандидати наук, 12 старших викладачів та 30 асистентів. Практичні і лабораторні заняття забезпечували 42 навчальні лабораторії. Значна увага приділялася використанню електронно-обчислювальної техніки. Студенти, що займалися науково-дослідною роботою, мали можливість навчатися за індивідуальними планами. Факультет плідно працював над створенням наскрізних програм навчання і розрахунково-конструкторської практики та втіленням їх у навчальний процес.

До 90-х рр. факультет випускав інженерів за чотири спеціальностями: «Проектування та конструкції», «Двигунобудування», «Системи автоматичного керування», «Робототехнічні системи».

На нових спеціальностях в інших ВНЗ України, що відкривалися значно пізніше ніж у Дніпропектр. ун-ті, і також готували фахівців для ракетно-космічної галузі, шлях формування перших наборів був в чомусь подібним до університету. Коли відкрилася нова спеціальність «Динаміка польоту й керування рухом ракет і космічних апаратів» у ХПІ, то перший набір формувався за рахунок переведення частини студентів з інших факультетів. Формувалися групи не тільки першого, але й другого та третього курсів [3].

Перший набір складав по одній групі кожного із зазначених курсів чисельністю близько 25 осіб в кожній. Навчальний план спеціальності формувався ХПІ та НПО «Хартрон», що дозволяло

узгодити багато принципових питань підготовки спеціалістів. Зазначимо що це мало важливе значення, оскільки за радянських часів навчальні плани були уніфікованими, але ХПІ серед небагатьох інститутів в СРСР мав право на розробку і використання самостійних навчальних планів. Навчальний план ХПІ був визнаний як гідний впровадження в навчальний процес інших вузів. [8]. У структурно-логічній схемі підготовки важливу роль відігравали такі елементи, як сильна математична підготовка, введення дослідницьких курсових робіт, як основи індивідуальної підготовки майбутніх інженерів, їх зв'язок з практикою проектування базового підприємства тощо [8, с.76]. У 70-ті рр. спеціальність «Динаміка польоту й керування рухом ракет і космічних апаратів» було передано на кафедру прикладної механіки, що визначило розширення навчальних дисциплін, пов'язаних з математикою та програмуванням й збільшення обсягу спеціальних дисциплін.

Важливим чинником, який позитивно впливав і впливає на процес підготовки фахівців для ракетно-космічної галузі України, є організація неперервного, наскрізного його супроводження за різними формами, починаючи від школярів і закінчуючи магістрами (спеціалістами).

Організаційні форми такого супроводження були різноманітними, деякі з часом змінювалися, деякі довели свою ефективність незалежно від часу й існують й досі, поповнюючи арсенал засобів заохочення до ракетно-космічної освіти та науки.

У 1961 р. за ініціативою студентів при Південному машинобудівному заводі були відкриті безкоштовні підготовчі курси. На них за програмою середньої школи проводили заняття студенти фізтеху. Набір слухачів здійснювали за путівками Південмашу [31, с. 129]. Ці

курси стали прообразом підготовчого відділення для робітничої молоді, яке створено на факультеті у 1969 р.

Всі ці дії повністю вписувалися в загальну політику Дніпропетровського університету щодо наскрізної підготовки фахівців для ракетно-космічної галузі. У 1985 р. в університеті розроблено концепцію цільової підготовки спеціалістів, яка базувалася на створенні навчально-науково-виробничих комплексів (ННВК). Стимулювало цю діяльність й розширення напрямів діяльності Південмашу, зокрема створення у Павлограді механічного заводу (ПМЗ), який потребував нових кваліфікованих кадрів. Тому у 1986 р. навчальний відділ університету, профілюючи кафедри і відділ кадрів ПМЗ приступили до впровадження в життя комплексної системи: школа-технікум-ВНЗ-завод, яка передбачала цілеспрямовану ґрунтовну підготовку майбутніх фахівців з цієї метою створено низку ННВК, один з яких, наприклад, об'єднував 3 школи, 2 ПТУ, Дніпропетровський університет і Південний машинобудівний завод, а інший – 3 школи, Дніпропетровський механічний технікум, ДДУ і конструкторське бюро «Південне» [12]. Між іншим, на той час, цей досвід запозичили Московський авіаційний інститут, Московський вищий технічний університет, Красноярський ракетний інститут [36].

Отже, університет ще у середині 1980-х рр. почав створювати підґрунтя вертикалі, яка починалася з середньої освіти, продовжувалася у фізико-технічному факультеті (інституті) і мала завершення на підприємствах ракетно-космічної галузі.

Організація науково-дослідної та конструкторської роботи майбутніх ракетників під час навчання

З перших років свого існування ракетний факультет Дніпропетровського

держуніверситету почав розгортати і науково-дослідну роботу студентів. Протягом перших двох років було створено наукове студентське товариство. У період з 1953 — 1956 рр. на факультеті було започатковано не менше 8 наукових гуртків за різними напрямками. Серед них математичний, фізичний, радіофізичний, гурток з проблем опору матеріалів, гурток з теорії машин і механізмів гурток з аеродинаміки та теорії пружності та інші. Було започатковано студентські наукові конференції, на які запрошувалися та у яких брали участь й студенти суміжних і відповідних напрямів з інших міст. Було започатковано участь студентів ФТФ й у відповідних конференціях інших міст. В ці роки виникає думка про необхідність створення студентського конструкторського бюро.

З середини 50-х до початку 1960-х рр. набули характеру традиційних підсумкові студентські наукові конференції. Наприкінці 60-х рр. ФТФ сформувався як принципова нова ракетно-космічна (наукова і навчальна структура), яка виробила відповідні форми науково-дослідної і науково-конструкторської роботи студентів. Складнощі його роботи полягали передусім у відсутності площ та нестачі коштів.

Середина 60-70-тих рр. була знаковою для факультету в тому сенсі, що університет увійшов у число базових вищих навчальних закладів СРСР і розгорнув широке будівництво нового університетського комплексу. Факультет вважався найбільш перспективним і це відбилося й на наборі й підготовці фахівців для ракетно-космічної галузі.

У ці роки на факультеті значно посилилася тенденція залучення студентів до науково-дослідної роботи. Реалізація цієї тенденції здійснювалася за двома основними напрямками.

1. Об'єднання студентів для проведення наукової та конструкторської

роботи (студентські наукові гуртки, студентське проектне конструкторське бюро).

2. Участь студентів у господарсько-договірній тематиці, здійснюваній кафедрами й іншими підрозділами фізико-технічного факультету. За першим напрямом на кафедрах факультету у 1972 р. працювало 11 гуртків загальною кількістю їх учасників у 420 студентів. Регулярно проводилися предметні олімпіади.

Наприкінці 50-х рр. другий напрямок втілювався через перетворення наукового студентського товариства у студентське науково-технічне бюро (СНТБ). Випускалися спеціальний бюлетень СНТБ, а також спеціальний додаток до факультетської стінгазети, в яких висвітлювалася робота СНТБ. Встановлено міцні зв'язки з зі студентами ВНЗ Львова, Ленінграда, Москви та інших міст. Продовжувалася практика виступів членів СНТБ на наукових конференціях. Кращі студентські роботи почали подаватися на республіканські і всесоюзні конкурси. За цей час значна кількість студентів пройшла школу СНТБ. Нового імпульсу надало перетворення у 1966/67 н. р. СНТБ у СПКТБ (студентське проектно-конструкторське бюро), у розробках якого втілювалися конструкторські ідеї студентів. СПКТБ встановило тісні зв'язки з підприємствами і виконувало розробку тем, запропонованих виробничниками (завод гірничого обладнання, Південмаш, ПМЗ, Дніпропетровський завод радіорелейних приладів), виконували замовлення кафедр факультетів ун-ту. У ці роки в СПКТБ працювало до 180-200 студентів фізтеху. Студенти — члени СПКТБ мали авторські свідоцтва, публікували наукові статті, розробляли технічні конструкції, приймали участь у впровадженні ряду механізмів на виробництві. Відповідно отримували й премії та дипломи всесо-

юзного і всеукраїнського рівнів, зокрема премії імені акад. Корольова. Кожен п'ятий студент, завершивши навчання, був рекомендований до аспірантури.

Активно розвивалося ракетне та авіаційне моделювання. Причому на загально університетському рівні. Його базою стало стали студентське конструкторське бюро авіаційного моделювання (СКБ-2) та первинна організація ДТСААФ університету.

Залучення студентів до наукової та конструкторської роботи стало важливим чинником формування у майбутніх спеціалістів вміння застосовувати на практиці отримані знання. Цей напрямок роботи підготовки майбутніх спеціалістів ракетно-космічної галузі в університеті був системним й добре організованим. Від абітурієнта до наукового співробітника або конструктора — так формувався системний принцип підготовки фахівців ракетно-космічної галузі в Дніпропетр. ун-ті.

Його системність позитивно позначилася й у подальші роки. На початку 80-х у науково-дослідній роботі було задіяно близько 450 студентів ФТФ [2]. Основними результатами такого системного підходу до організації НДР студентів стали самостійні дослідження, раціоналізаторські пропозиції, публікації, виступи на конференціях тощо. У 80-ті рр. на факультеті діяло вже три студентських проектно-конструкторських бюро: вібронебезпечних машин, малогабаритних літальних апаратів, студентське технологічне бюро. Студентами у цей час створено низку винаходів, які були впроваджені у виробництво, отримано низку всесоюзних і республіканських нагород і премій. 80-ті рр. були початком значних успіхів ракетно-моделістів університету на багатьох змаганнях з ракетомоделізмом обласного, республіканського і всесоюзного рівнів, ядро яких складали майбутні ракетники.

Саме в цей час були закладені численні перемоги ракетомodelістів університету, переважну кількість яких склали фізтехівці, на міжнародних змаганнях 90-х рр. Так першу золоту модель України на чемпіонаті світу з ракетомodelьного спорту отримав у 1992 р. фізтехівець І. А. Волканов.

Література

1. Архів Дніпровського національного університету ім. Олеся Гончара. Оп. 3., Спр. 1039
2. Архів Дніпровського національного університету ім. Олеся Гончара. Оп. 3. Спр 1289.
3. Архив НТУ «ХПІ». Оп. 20. Приказы № 1601–№1700. З. 23.10.64по 11.11.64. Т. XX. 312 листов. Л. 227–228.
4. Бобков Ю. В. Факультету авіаційних і космічних систем – 20! URL: <https://kri.ua/faks-about>
5. Бондаренко О. В., Бондаренко И. И. Участие студентов в изобретательской, научно-исследовательской и инновационной деятельности. *Матеріали VIII Наукових читань «Дніпровська орбіта»*. Дніпропетровськ, 2013. С. 116–118.
6. Горелова С. А., Ларин А. А. НПО «ХАРТРОН» – ведущее предприятие по разработке систем управления космическими летательными аппаратами (страницы истории). *Вісник Дніпропетровського університету. Серія історія і філософія науки і техніки*. 2011. №1/2, Т. 19. С. 172–176.
7. Державний архів Дніпропетровської області. Ф. 2307. Оп. 1. Спр. 2653.
8. Динамика полета и управление: 50 лет в ХПИ. Монография / Д. В. Бреславский, В. Б. Успенский, А. А. Ларин и др. Под общей редакцией Д. В. Бреславского – Харьков: НТУ «ХПИ», 2014. – 488 с.
9. За передову науку, 1967. № 12
10. Задача особой государственной важности. Из истории создания ракетно-ядерного оружия и Ракетных войск стратегического назначения (1945–1959): сборник документов / составители В. И. Ивкин, В. А. Сухина. М.: РОССПЭН, 2010. 1207 с.
11. *История науки, техники и транспорта: учебник для вузов* / В. В. Фортуна-тов [и др.]; под об. ред. В. В. Фортуна-това. – М.: Издательство Юрайт, 2020 – 432 с.
12. Історія Дніпропетровського університету / Відп. ред. В. Ф. Прісняков; автори: В. С. Савчук та ін. – Дніпропетровськ : ДДУ, 1993. – 240 с.
13. Історія факультету. Факультет ракетно-космічної техніки. URL: <http://faculty4.khai.edu/ru/site/istoriya-fakulteta.html>
14. Кривцов В. С., Гайдачук А. В. ХАИ – КБ «ЮЖНОЕ»: 60 лет сотрудничества. *Космическая техника. Ракетное вооружение*. 2014. Вып. 1(106). С. 72–75.
15. Кривцов. В. С., Горбенко А. В., Харченко В. С. Інноваційна освіта та наука в галузі інформаційних технологій: досвід національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». *Scienceandinnovation*, 2015. 11(3). С. 81–84.
16. Колтачихина О. Ю., Храмов Ю. О. Основные периоды та етапи в розвитку ракетно-космічної техніки України (до 60-річчя КБ «Південне» ім. М. К. Янгеля). Ч. 1. *Наука і наукознавство*. 2014. № 1. С. 85–99.
17. Київський політехнічний інститут: нарис історії / Редколегія: М. З. Згуровський та ін.; Авт. колектив: М. З. Беляков та ін. К.: Наук. думка, 1995. 320 с.
18. Линник А. К. (2019). Этапы сотрудничества КБ «Южное» и физико-технического факультета Днепровского национального университета в вопросах взаимного кадрового обеспечения: прошлое, настоящее, будущее. *Космическая техника. Ракетное вооружение. SpaceTechnology. MissileArmaments*. Вып. 1 (117). С. 190–196.
19. Лабуткина Т. В. «Неявные» исследовательские проекты в обучении студентов на примере разработок космических информационных технологий. – *Матеріали XIV Наукових читань «Дніпровська орбіта»*. Дніпро, 2019. С. 87–92.
20. Мякинченко Р. П., Аджамский С. В., Нагорный В. Ю. Анализ современных возможностей создания малых космических аппаратов техническими университетами Украины. – *Матеріали XII Наукових читань «Дніпровська орбіта»*. Дніпропетровськ, 2014. С. 134–135.

21. Научно-производственное предприятие «ХАРТРОН-АРКОС». Хроника дат и событий. 1959 – 2005 гг. / Второе издание (доп.). Х.: НПП «ХАРТРОН-АРКОС». 2006. 212 с.
22. Новиков А. В., Новикова Т. А. Дуальное образование: проблемы и перспективы подготовки специалистов для ракетно-космической отрасли. *Космична наука і технологія*. 2019. Т. 25. № 2. С. 71–76.
23. Охочинский М. (2008). К истории подготовки инженеров-ракетчиков. *Высшее образование в России*. № 3. С. 66–69.
24. Петренко А. Н., Лабуткина Т. В. Подготовка кадров для космической отрасли Республики Казахстан: итоги и перспективы совместной деятельности. – *Матеріали VI Наукових читань «Дніпровська орбіта»*. Дніпропетровськ, 2011. С. 150–153.
25. Петренко А. Н., Лабуткина Т. В. Физико-технический факультет: история, сегодняшний день, перспективы развития. – *Матеріали VI Наукових читань «Дніпровська орбіта»*. Дніпропетровськ, 2011. С. 154–161.
26. Плаксий Ю. А., Успенский В. Б. 40 лет специальности «Динамика полета и управление». Вехи истории. *Газета «Политехник»*, 2004. № 19–20 (21.09)
27. Призваны временем. От противостояния к международному сотрудничеству / Под общ. ред. С. Н. Конюхова. Д.: АРТ-ПРЕСС, 2004. 768 с.
28. Профессор Николай Васильевич Белан: биобиблиогр. сб. / сост. И. В. Олейник, В. С. Гресь; под ред. Н. М. Ткаченко. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2012. 144 с.
29. Про внесення змін до організаційної структури КПІ ім. Ігоря Сікорського (реорганізацію Факультету авіаційних і космічних систем, кафедр ММІ, ФЕА та наукових підрозділів) – URL:
30. Публічний звіт Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара за 2018/2019 навчальний рік. – Дніпро, 2019. 35 с. – URL:
31. Савчук В. С., Санін Ф. П., Яценко В. Я., Кавун М. Е., Портнов А. В. Секретний підрозділ галузі: Нариси історії фізико-технічного інституту Дніпропетровського національного університету; М. В. Поляков (керівник редкол). – Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту. 2001. 376 с.
32. Співпраця для зміцнення ракетно-космічної галузі України. Київський політехнік газета НТУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського. 2019., № 23 (3277) від 27 серпня 2019 р. С. 1.
33. Успенский Д. В., Плаксий Ю. А. 50 лет специальности «Динамика полета и управление» в Харьковском политехническом институте. – *Матеріали IX Наукових читань «Дніпровська орбіта»*. Дніпропетровськ, 2014. С. 94–97.
34. У ДНУ пройшли успішні випробування першої в Україні студентської ракети. – URL: <http://www.dnu.dp.ua/news/3003>
35. Федоров В. Н. Из опыта подготовки студентов-иностранцев на факультете авиационных и космических систем Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт». – *Матеріали X Наукових читань «Дніпровська орбіта»*. Дніпропетровськ, 2015. С. 78–81.
36. Флагман космічної освіти, або «Секретний підрозділ-2» / Ред. кол. М. В. Поляков (голова) та ін.; автори-упорядники Петренко О. М., Савчук В. С., Сухоніс Ф. А. – Д.: Пороги, 2011. 306 с.
37. Шевченко Я. Д., Шевченко В. Г. Сторінки історії аерокосмічного інституту Національного авіаційного університету. *Питання історії науки і техніки*. 2010. Вип. 2. С. 74 – 76.

Савчук В. С.

Короткий нарис історії ракетно-космічної науки і техніки України очима її генерального конструктора В.Ф. Уткіна

Вибір шляху

Протягом понад 40 років я брав участь у створенні ракетно-космічної техніки. З 1952 р. пройшов у КБ «Південне» всі кар'єрні сходи, не минаючи жодної. Від інженера до головного, потім генерального конструктора, а з листопада 1990 р. став директором Центрального науково-дослідного інституту машинобудування (ЦНДІмаш) – головного інституту ракетно-космічної галузі СРСР. Мені доводилося брати участь на найвищому рівні в обговоренні питань створення оборони країни.

Коли тепер я озираюся на пройдений шлях, то деякі події у світлі сьогодення можуть здатися тривіальними, але мені здається, у тому числі й через них можна повніше простежити становлення ракетно-космічної техніки на різних її етапах. За часом ці події вже не є державною або військовою таємницею, і стало можливим про них написати.

Сорок років – це, з одного боку, величезний творчий період, пов'язаний зі спілкуванням з багатьма учасниками створення цієї складної техніки, з іншого боку, він занадто малий для того, щоб перевірити часом події, що відбулися в ці роки. Мене трохи бентежить, що я викладаю свою точку зору, а вона може відрізнятись від оцінок інших учасників. Однак по різних спогадах можна буде в майбутньому відтворити всю історичну картину розвитку вітчизняної ракетно-космічної техніки в цілому.

Я щасливий, що працював у Дніпропетровську в КБ «Південне» майже 40 років, 50 років мирного життя в період холодної війни – це найбільше щастя для всіх народів, і зумовлено воно,

як я собі уявляю, не в останню чергу, унікальною властивістю комплексів стратегічного призначення стримувати розв'язання ядерної війни й всесвітню катастрофу. Всі, хто близько стояв до цієї проблеми, добре собі уявляли, що переможця в атомній війні не буде.

Чи були ми ініціаторами цієї гонки озброєння? Мені б не хотілося вдаватися в політичний бік, але про технічний було б корисно небагато сказати. Для кращого розуміння наведу слова колишнього міністра оборони США Роберта Макнамари: «Совети вимушені грати в догонялки. Коли справа стосується новітньої технології, США повинні використовувати цю перевагу, діючи на передових рубежах знання. За допомогою цього ми завжди будемо на кілька кроків попереду й зможемо припинити будь-які спроби наздогнати нас».

Я навожу таблицю з його книги, яка свідчить, що багато перших кроків зроблено США, це змушувало нас не дрімати, а забезпечувати паритет, тобто положення, що переконливо показує – в ядерній війні переможців не буде. Ї необхідно сказати, що розсудливість відіграла свою роль. Сіли за стіл переговорів і стали домовлятися, як на цій маленькій Землі знайти шляхи, щоб не знищити один одного.

Дата випробувань або прийняття на озброєння

(за даними Р. Макнамари)

Зброя	Американська	Радянська
Атомна бомба	1945	1949
Міжконтинентальний бомбардувальник	1948	1955
Реактивний бомбардувальник	1951	1954
Воднева бомба	1952*	1953

МБР	1958	1957
Супутники фоторозвідки	1960	1962
МБР на підводних човнах	1960	1964
Твердотопливная МБР	1962	1966
ПРО	1974	1966
Протисупутникова зброя	1963	1968
МБР із роздільними головними частинами	1970	1975

Якось ми летіли на Байконур разом з видатним американцем, легендарним астронавтом Т. Стаффордом. Я його запитав: «Пан Стаффорд, скажіть мені, будь ласка, які думки відвідали вас, коли ви дивилися з орбіти Місяця на Землю?» Він відповів: «Винятково філософські. Коли в цій космічній темряві я побачив нашу гарну Землю, то подумав, яка вона маленька, гарна, чому на ній так багато між людьми розбрату. Цього не повинно бути. Якби кожний побачив, що мені довелось, такі думки народилися б у кожного. Необхідно берегти й охороняти нашу планету». От така філософія повинна ввійти в кожний будинок.

Я не перераховуватиму видатні роботи російських учених в галузі ракетної й космічної техніки, які заклали базу наукових і конструкторських знань і визначили ще до Великої Вітчизняної війни передову роль нашої держави в створенні реактивних некерованих снарядів, що показали найвищу ефективність у війні. Ці знання забезпечили триумфальний розвиток вітчизняної ракетної техніки після війни.

13 травня 1946 р. Радою Міністрів СРСР прийнято особливу постанову про створення ракетного озброєння, якою формувалася вся інфраструктура ракетної галузі й створювалися особливо сприятливі умови для розвитку

ракетного озброєння, а потім і космонавтики. Серед інших заходів на базі підмосковного артилерійського заводу №88 створено НДІ-88 (НДІмаш). Це була перша в країні науково-дослідна, конструкторська й виробнича організація з розробки балістичних ракет далекої дії як нового виду зброї. У початковий період його діяльності тут працювали або починали працювати видатні конструктори зі світовим ім'ям, керівники найбільших ракетно-космічних центрів: С.П. Корольов, М.К. Янгель, В.П. Мішин, Д.І. Козлов, Г.Н. Бабакін, В.П. Макеєв, В.М. Ковтуненко, М.Ф. Решетньов. З Інституту виділилася низка НДІ й КБ, що стали відомими організаціями з розробки ракет, космічних об'єктів, ракетних двигунів, засобів полігонних і стендових вимірювань, нових матеріалів. Тематика, розроблювана в НДІ-88 під керівництвом С.П. Корольова, стала основою для створення інших організацій ракетно-космічної техніки. З 1967 р. НДІ-88 одержує відкриття найменування ЦНДІмаш. У цьому Інституті, родоначальнику вітчизняної ракетно-космічної техніки, мені пощастило працювати директором з кінця 1990 р.

Дніпропетровський автозавод №586, будівництво якого почалося за рішенням Державного Комітету Оборони від 21 липня 1944 р., і який приступив вже до випуску перших зразків автокранів, амфібій, вантажних автомобілів, в 1952 р. було переорієнтовано під виробництво перших серійних балістичних ракет далекої дії Р-1 і Р-2 розробки НДІ-88. Поруч із ним створюється спеціальний Дніпропетровський проектний інститут (ДПІ), щоб вести величезне за масштабами промислове й житлове будівництво.

Значно розширено і посилено раніше створений трест №17. Необхідність пошуку й освоєння нових шляхів у тех-

нології ракетобудування приводить до створення філії союзного НДІТМ, нині – УкрНДІТМ. Для підготовки фахівців середньої ланки створюється Дніпропетровський механічний технікум, для обслуговування трудівників заводу будуються й вводяться в експлуатацію сучасний лікарняний корпус і поліклініка.

У цей період у Харкові, на заводі «Комунар», освоювалося виготовлення автономних приладів системи керування для розробок М.О. Пілюгіна, В.Л. Лапігіна. Потім у Харкові в 1957 р. було організовано КБ по розробці систем керування для Дніпропетровського ракетного куща. Головним конструктором призначили Б.М. Конопльова, а після його загибелі 24 жовтня 1960 р. – В.Г. Сергєєва.

Перший етап.

Коли я зібрався переводитися із НДІ-4 МО в Дніпропетровськ, то зайшов за дозволом на переведення до начальника 7-го Головного управління Леоніда Васильовича Смирнова. Вже потім, приїхавши в Дніпропетровськ, я був приємно здивований, що він теж приїхав туди, оскільки його призначили директором заводу. Леонід Васильович багато зробив, щоб організувати роботу заводу по новій тематиці. Він мав дуже важливі якості, які для нас, молодих фахівців, минулого гарним прикладом. Він завжди любив глибоко розібратися в розглядуваному питанні і тільки тоді приймав рішення. Мені дуже часто доводилося з ним зустрічатися надалі, коли він працював у Москві на посаді голови Військово-промислової комісії.

На початку 60-х рр. на завод стали надходити додаткові замовлення. Для ракети Р-11М ОКБ-1 С.П. Корольова необхідно було робити наземну частину: розробити креслення машин, ЗІП та їх виготовити. В 1954 р. почалося

серійне виробництво ракет Р-5М. Ця велика розмаїтість у замовленнях, зі своєю нормативною документацією, зі своїми приватними технічними умовами, вимагала дуже уважного систематизування. Військові приймання були від різних родів військ: від авіації, ГАУ, ВМФ, кожна з них мала свій підхід до приймання готової продукції. Все це змушувало нас глибоко розуміти процеси, що мають місце. Особливо складно було технологам. Вони просто збивалися з ніг – як все це переварити?

Наприкінці 1954 р. на заводі виготовили перші п'ять ракет Р-5М. Здавалися вони замовнику вони дуже важко, до того ж відбулася прикра помилка: на заводі приварили на днище кронштейни під прилади ближче до центра, порівняно з показаним на кресленнях. Коли стали зістиковувати баки, то прилади для радіосистеми, встановлені в міжбаковому просторі, кришками встромилися один в одного. Вирішили зробити надбудову на приварені кронштейни-перехідники. Ми разів п'ять пройшли по всіх зауваженнях, деякі з них вдалося зняти, але остаточного позитивного результату не одержали. Ракети здати не змогли.

На початку 1955 р. перша ракета серійної партії Р-5М була відправлена на льотні випробування на полігон Капустін Яр. Двічі робили спробу запустити ракету, але двигун не вийшов на режим. Комісія встановила причину: за раціоналізаторською пропозицією заводу в ОКБ змінили конфігурацію трубопроводу, по якому перекис водню надходив у реактор. В результаті у верхній, вигнутій частині труби, збирався повітряний міхур, що проскакував у двигун, і той «захлинявся», глухнув. Щоб знайти причину відхилень у роботі двигуна, трубопровід зробили із плексигласу і на випробувальному стенді на заводі відразу чітко побачили картину цього процесу. На першій же нараді Л.А. Грі-

шин, Л.В. Смірнов, Б.А. Комісаров, Л.А. Берлін і я обговорювали причину того, як могла пройти неперевіреною зміна конфігурації трубопроводу, стали шукати винних. Обстановка загострилася. І тоді розрядити її допоміг Л.А. Гришин, який задумливо вимовив: «Так, мабуть, перейшли до поділу здобичі». Далі обговорення пішло цивілізованим шляхом. Винуватці були покарані, помилка виправлена.

З метою підсилення колективів на завод і в КБ було переведено групу фахівців з інших організацій. Крім цього, направлено молодих фахівців з багатьох вищих навчальних закладів країни — Ленінградського військово-механічного інституту, Московського, Ленінградського й Дніпропетровського університетів, Казанського авіаційного інституту та ін. Таким чином, у КБ зібралися фахівці різних шкіл країни, такі як В.І. Кукушкін, Е.М. Кашанов, Л.А. Караханян, Ю.О. Сметанин, В.О. Пашенко, М.І. Галась, Ю.П. Семенов, Б.І. Губанов, О.В. Климов, С.М. Солодников, В.Ф. Егоров і інші, які не мали поки досвіду, але мали неприборкане прагнення до освоєння практичних і теоретичних знань, велику працездатність. Згодом вони стали відомими фахівцями в ракетно-космічній техніці. Це уможливило, крім розв'язання питань по серійному випуску ракет, згодом створювати унікальні ракети власної розробки, що відрізнялися високими характеристиками по надійності, боездатності, захищеності та іншим параметрам.

В 1953 р. з ініціативи головного конструктора В.С. Будника, начальників відділів М.Ф. Герасюти, П.І. Нікітіна, В.М. Ковтуненка, які приїхали в Дніпропетровськ із НДІ-88 і ОКБ-1 Корольова, розпочато роботу по створенню власної ракети Р-12, яка принципово відрізнялася від ракет С.П. Корольова. На Р-12 використовувалися висококи-

плячі компоненти палива. Вона мала автономну систему керування, відрізнялася малим часом приведення в бойову готовність і могла перебувати в ній порівняно тривалий час. Слід зазначити, що сама ідея розробки виробу на високиплячих компонентах палива виникла в НДІ-88. Матеріали НДР, за вказівкою міністра, було передано нашому заводу. Було також підписано наказ про розробку й випуск ракети Р-12.

Паралельно з цим на заводі №586 тривала робота з серійного випуску ракет Р-1, Р-2 і Р-5М. У червні 1953 р. вдалося виготовити перші ракети Р-2. Крім цього, оскільки на заводі була сильна група конструкторів-автомобілістів і фахівців зі складання автомобілів, було ухвалене рішення про випуск поряд з ракетами мирної продукції — тракторів. Цю пропозицію було підтримано. З Мінського тракторного заводу Л.А. Берлін привіз креслення, почали готувати виробництво і вже 31 грудня 1953 р. виготовили й відправили споживачу перші п'ять тракторів. До 1985 р. Південний машинобудівний завод (ПМЗ) став щорічно випускати 65 тисяч потужних тракторів своєї конструкції.

Така широка номенклатура виробів, що випускалися заводом, вимагала його структурної перебудови й кадрових переміщень. Постановою Ради Міністрів СРСР від 10 квітня 1954 р. створене Особливе конструкторське бюро №586 (ОКБ-586). Тимчасово обов'язки начальника ОКБ №586 поклали на директора заводу Л.В. Смірнова, головним інженером був призначений О.М. Макаров, начальником виробництва й заступником головного інженера — Л.Л. Ягджиев. Науково-дослідними й дослідно-конструкторськими роботами в ОКБ на початковому етапі, до приїзду в Дніпропетровськ М.К. Янгеля, керував головний конструктор В.С. Будник. Районним інженером військового при-

ймання був призначений Б.А. Комісаров, широко відомий ракетникам в подальшому як заступник голови ВПК.

У липні 1954 р. для керівництва ОКБ-586 направлено з Москви головного інженера НДІ 88 Михайла Кузьмича Янгеля, який і став головним конструктором ОКБ. Першим його заступником призначили В.С. Будника, головним конструктором заводу – М.С. Шнякіна. Останньому його роль у новій структурі була незрозумілою, і він звільнився із заводу. Михайло Кузьмич відразу енергійно взявся за створення працездатного колективу. Необхідно сказати, що характер Михайла Кузьмича, на перший погляд, здавався м'яким, поступливим, але насправді він мав достатню твердість, щоб проводити намічену лінію.

Спочатку не все було гладко з розмежуванням прав і обов'язків керівників технічних служб заводу та Особливого конструкторського бюро. Здорове співробітництво народжувалося з працею. Але все це на щастя благополучно вирішилося в результаті доброго взаєморозуміння керівників заводу й КБ Л.В. Смірнова, О.М. Макарова, М.К. Янгеля, В.С. Будника.

Я в цей час працював у групі провідних конструкторів і одночасно був секретарем партійної організації ОКБ. Перша зустріч з М.К. Янгелем, з В.С. Будником і М.С. Шнякіним відбулася в мене, в кабінеті партбюро. Вона носила важкий і напружений характер. У В.С. Будника й М.С. Шнякіна не склалися стосунки. Вони обидва – талановиті конструктори, які мали значний досвід роботи (М.С. Шнякін раніше був заступником В.П. Глушка, а В.С. Будник – С.П. Корольова), стояли на різних позиціях, насамперед щодо виробництва й технології виготовлення виробів на заводі. Микола Сергійович як конструктор двигунів був більше

вимогливий до виробництва, намагався виховувати й підтримувати культуру виробництва, не допускати розхитаності, легкості в підписанні журналів відхилень, карток-дозволів, що відстежували відхилення від технічної-креслярсько-технічної документації. Василь Сергійович, як представлялося М.С. Шнякіну, «під тиском» директора Л.В. Смірнова частіше схилявся до можливих компромісів, які часом приводили до надлишкової кількості карток і журналів відхилень. Я думаю, що позиція М.С. Шнякіна в цих питаннях під час становлення рухомого виробництва була правильнішою. Але життя є життя: і тверда, позиція М.С. Шнякіна й більш м'яка – В.С. Будника мали право на існування. Істина, як завжди, була десь посередині.

Тоді в партбюро відбулася серйозна розмова. М.К. Янгелю необхідно було зробити вибір, на кого опертися. Він підтримав В.С. Будника, на що М.С. Шнякін подав заяву про звільнення і незабаром виїхав із Дніпропетровська. На його місце призначили Івана Івановича Іванова, талановитого інженера й конструктора, що приїхав, як і М.С. Шнякін, від В.П. Глушка. Іван Іванович зробив значний внесок у створення й розвиток двигунів в ОКБ. Він мав велику самостійність та виняткову порядність.

Хочу звернути увагу на те, що нова ракета створювалася при активній участі молодого колективу, що приїхав у Дніпропетровськ. Для оперативнішого розв'язання виникаючих у виробництві питань доцільно було створити групу провідних конструкторів, яка працювала би день і ніч, оскільки цього вимагало життя. Досвід створення подібної групи з молодих фахівців був у Л.А. Берліна. М.К. Янгель призначив його начальником групи, його заступниками було призначено мене та П.М. Лебедева

(згодом очолював тракторне КБ). Група мала високу мобільність, здійснювала ефективний, оперативний зв'язок між ОКБ і заводом, коли там одночасно здійснювався й серійний випуск ракет С.П. Корольова й виготовлявся власний дослідний зразок ракети. Особливо важкою була друга половина 1952 р.: важко йшли в освоєнні кермові машини, торовий балон для ракети Р-2 зі сталі 25ХГСА й інші вузли, «гудів» редуктор. Було встановлено нічні чергування, постійно відбувалися зустрічі з військовими, технологами й виробниками. Отже, кипіла багатогранна й дуже цікава робота.

У цей період було чимало різноманітних пошуків у конструюванні вузлів ракет у різних КБ. Заступник С.П. Корольова — О.Я. Щербаков, який працював у Златоусті, запропонував варіант ракети Р-1 з баками, виготовленими з дерева. За розпорядженням міністерства складання двох ракет з баками, виготовленими в Златоусті, було доручено нашому заводу. Л.В. Смірнов призначив мене відповідальним за складання цих зразків. Приїхав О.Я. Щербаков, дуже симпатична, мила людина. Під нашим спостереженням зібрали ракети, відправили влітку в Загорськ на стендові випробування, а в грудні мене відрядили на їх пуск. Ми з начальником випробувального стенда В.П. Волковим обговорили всі зауваження, які в основному стосувалися двигуна, і прийняли по них рішення. Почали заправку бака паливом. Виявилось, що дерев'яні баки за літо розсохлись і паливо почало витікати. Таким чином, спроба замінити алюміній на дерево не відбулася, економічного ефекту від запропонованої в Златоусті раціоналізації не вийшло.

Щоб виконати найскладніші завдання, покладені на ОКБ, М.К. Янгель прийняв низку організаційних заходів. Розробив «Положення про ОКБ»,

провів деякі кадрові перестановки, сформував оперативну групу провідних конструкторів, групу військового представництва. За його особистою участю створено також базове технічне училище №17, що готувало кадри для заводу, організовано експериментальне виробництво ОКБ-586. Весь комплекс вжитих заходів та ентузіазм колективу ОКБ і заводу дозволили виготовити паралельно з серійними ракетами С.П. Корольова, тракторами та іншою продукцією, нову ракету Р-12 на висококиплячих компонентах палива.

Згадую прикрий випадок 1953–1954 рр. При зберіганні ракет Р-2 в арсеналі у замовника було ушкоджено гризунами кабельні мережі. Довелося провести значний обсяг відновлювальних робіт, розібралися в причинах неполадок. На нараді в Міністерстві оборони СРСР доповіли результати, у яких було показано, що миші здатні проникати в отвір діаметром, що дорівнює діаметру звичайного олівця. Випливало, що це могло відбуватися як на заводі в Дніпропетровську, так і при зберіганні на базі в замовника. Обстановка загострилася: хто винуватий? Справа скінчилася тим, що начальника бази полковника В.А. Волкодава зняли з роботи.

У лютому 1955 р. було ухвалено рішення про будівництво науково-дослідного випробувального полігона №5 у районі станції Тюра-Там Казахської ССР. З 1961 р. він став називатися космодромом Байконур. Першим начальником полігона у квітні 1955 р. призначили генерал-лейтенанта Олексія Івановича Нестеренка, з яким я познайомився ще в 1952 р., коли він був начальником НДІ-4 Міністерства оборони СРСР.

На завод і КБ чинили великий тиск, щоб прискорити розробку ракети Р-12. З постанови Ради Міністрів СРСР слідувало в квітні 1957 р. вийти на льотні

випробування. До розробки ескізного проекту було залучено досвідчених конструкторів, що звільнилися від роботи над ракетами серійного виробництва. У жовтні 1955 р. вже було виготовлено ескізний проект, паралельно з ним випускалася креслярсько-конструкторська документація. Виникли серйозні технологічні та організаційні проблеми. На заводі з'явилися нові компоненти палива. Почали з підбору матеріалів, пошуку підприємств-виготовлювачів, підготовки лабораторій і стендової бази. Постали питання відпрацювання стійких до компонентів палива конструкційних матеріалів, ущільнювальних прокладок, гум, змащень, а також матеріалів для теплозахисного покриття головної частини. Багато чого потрібно було вперше починати відпрацьовувати й виготовляти на нашому заводі та в промисловості країни.

Одержавши достатній досвід при розробці ракети Р-12, КБ прийняло чергове урядове завдання на розробку ескізного проекту нової ракети Р-15. Вперше в НДІ-88 інженер В.А. Панін показав можливість пуску бойової ракети із працюючим двигуном з-під води. Наше КБ з натхненням узялося за розробку проекту ракети Р-15 для Військово-Морського Флоту. До вересня 1957 р. проект був готовий, але через завантаження ОКБ іншими замовленнями М.К. Янгель вирішив передати його у КБ В.П. Макеєва (м. Златоуст).

В травні 1957 р. у НДІ-229 (м. Загорськ) проведено успішне стендове випробування ракети Р-12, а 22 червня того ж року — її перший пуск по програмі льотно-конструкторських випробувань на полігоні Капустин Яр.

20 серпня 1957 р. видано наказ міністра оборонної промисловості СРСР про передачу Китайській Народній Республіці двох ракет Р-2 з усією технічною документацією на них. Це вияви-

лося дуже клопітливою справою, тому що треба було підготувати весь комплект креслярсько-технічної, технологічної, нормативної документації.

В 1957 р. почалася розробка міжконтинентальної балістичної ракети Р-16, і до листопада підготовлено ескізний проект. Суперечки по цій ракеті розгорілися тому, що проект зазнав критики з боку С.П. Корольова, В.П. Мішина та інших фахівців з ОКБ-1. Для приймання ескізного проекту в січні 1958 р. призначено експертну комісію на чолі з М.В. Келдишем. Після тривалого й бурхливого розбору та обговорення ескізний проект ракети Р-16 було схвалено та прийнято для подальшого виконання робочих креслень. Строк початку льотно-конструкторських випробувань (ЛКВ) ракети було призначено на червень 1960 р.

За наказом Держкомітету по оборонній техніці від 24 березня 1958 р. на заводі, паралельно зі створенням Р-16, велася робота з виготовлення крилатої ракети «Буря». За заводом №586 закріпили виготовлення деталей і прискорювачів, за ОКБ — курирувати виробництво. Але головним напрямком ОКБ залишалися ракети власної розробки — Р-12 і Р-14. Остання повинна була мати дальність польоту 450 км. Початок її льотно-конструкторських випробувань планувався на квітень 1960 р.

У зв'язку зі збільшенням номенклатури створюваних машин і розширенням кола розв'язуваних завдань необхідно було провести реорганізацію структури конструкторського бюро. Було вирішено в складі ОКБ-586 створити конструкторське бюро по рідинних ракетних двигунах. Таке рішення М.К. Янгель підписав у липні 1958 р. про утворення КБ-4, головним конструктором якого призначено І.І. Іванова.

Дуже важливою обставиною було те, що, як правило, часу на розробку було обмаль, тому конструктори

починали роботу паралельно з ескізним проектом. Частина конструкторів переводили в проектні відділи, де вони робили креслення для ескізного проекту, освоювали теорію й практику проектування ракети, і потім, коли вже випускали робочі креслення у своєму відділі, їм ця робота була багато в чому знайома. Коли конструктори ще працювали над проектом, технологи приходили в ОКБ і разом у кульмана ухвалювали рішення щодо технологічних питань креслень, що дуже скорочувало час.

У цілому завод і ОКБ спільно працювали ефективно, і їх почали наводити як приклад гарної співдружності, організації праці тощо. Л.В. Смірнов як директор заводу багато в чому сприяв цьому і, треба сказати, жорстко тримав цю лінію. Він почав проводити оперативні наради щодня, також слухав доповіді представників заводу й ОКБ, вирішував конфліктні технічні питання.

Найтяжким ударом для всіх суміжних організацій-розроблювачів, для полігона, для всього нашого колективу стала аварія ракети Р-16 24 жовтня 1960 р. Трагічно загинули наші товариші: Л.А. Берлін, В.А. Концевой, В.В. Орлинський, Л.П. Єрченко, Є.І. Аля-Брудзинський, В.Г. Карайченцев. У цій катастрофі загинув Головом Ракетних військ головний маршал артилерії М.І. Неделін, заст. міністра Л.А. Гришин, головний конструктор системи керування Б.М. Конопльов, заст. головного конструктора рухомих установок Г.Ф. Фірсов, головний конструктор старту Капустинський та інші фахівці з суміжних організацій, талановитий випробувач полігона Р.М. Григор'янц — начальник 2-го управління, А.І. Носов — заст. начальника частини по НОИР, Є.І. Осташев — начальник 1-го управління й багато інших — загалом 74 чоловіка. М.К. Янгель і В.І. Кузнецов

відійшли за кілька хвилин до трагедії і залишилися живі.

У ЦК КПРС М.К. Янгель доповідав: «В 18.45 за місцевим часом, за 30 хвилин до пуску ракети Р-16, на заключній операції при підготовці до пуску відбулася пожежа, що викликала руйнування баків з компонентами палива. У результаті є жертви до ста або більше людей. У тому числі зі смертельним результатом кілька десятків чоловік. Головний маршал артилерії М.І. Неделін перебував на площадці для випробувань, зараз його розшукують. Прошу термінової медичної допомоги потерпілим від опіків вогнем і азотною кислотою. Янгель».

Комісію за дорученням ЦК КПРС очолював секретар ЦК Л.І. Брежнєв. Члени комісії: А.А. Гречко, Д.Ф. Устинов, К.М. Руднєв, В.Д. Калмиков, І.Д. Сербін, Г.Я. Гуськов, Г.М. Табаков, Г.О. Тюлін. Комісія разом із провідними спеціалістами промисловості й з командним складом полігона ретельно розібралася в причинах аварії, намітила заходи, проведення яких дозволило виконати заплановану програму по випробуванню ракети Р-16.

З метою вирішення всіх питань після аварії та ухвалення рішення з подальшого виготовлення ракет Р-16 директор заводу Л.В. Смірнов підписав наказ про створення на заводі комісії під моїм головуванням, заступником призначив начальника 1-го виробництва Л.М. Ганзбурга. Ми щодня розглядали доповіді про кожну внесену зміну в креслення, всі допущені відхилення при виготовленні вузлів і складанні ракет, зауваження після проведення лабораторних, стендових і комплексних випробувань. Визначалися з обсягом доробки зібраних ракет. Йшла велика перевірка й у суміжників. У результаті за відносно короткий строк удалося доробити ракету по виявлених зауваженнях і провести 2 лютого 1961 р. успіш-

ний пуск першої міжконтинентальної двоступінчастої балістичної ракети Р-16, двигуни якої працювали на висококиплячих компонентах палива.

У січні 1965 р. було організоване Міністерство загального машинобудування. Першим міністром став Сергій Олександрович Афанасьєв, який до цього багато разів бував на нашому заводі, добре його знав, вникав у суть технічних труднощів, сам добре розумівся на технологічній службі. Як міністр, показав зразок проведення засідання колегії. Ретельно готувався, і коли проводив колегію, було видно, що він знає питання часом значно краще, значно глибше за доповідача. Це завжди змушувало перед колегією бути зібраним, ретельно розбиратися з розглядуваним питанням. Ще дуже цікава деталь, Сергій Олександрович у важку хвилину, коли траплялася аварія ракети або щось не ладилося, завжди подзвонить і скаже: «Не губіться, організуйте справу. Говорить, чим допомогти, будемо допомагати. Не соромтеся, дзвоніть». Водночас знали, що мине час, ми стоятиме на трибуні колегії й буде жорстка розмова, поки не розберемося з причиною, не намітимо шляхів її усунення. Але найбільше мені подобалася його переконаність, розуміння суті справи, напористість, з якої він діяв.

Таким чином, з 1946 по 1963 рр., коли прийнято на озброєння ракети Р-7 і Р-16 наземного й шахтного базування, була пророблена величезна робота — від розробки організуючих документів до становлення промисловості, будівництва полігонів, створення спеціальних військ — Ракетних військ стратегічного призначення, постановки на бойове чергування ракет, запуску першого штучного супутника Землі, польоту в космос першого космонавта.

Підіб'ємо підсумок по першому поколінню стратегічних ракет. Виготов-

лення Р-1 заводі в Дніпропетровську стало початком великого шляху підприємства — від автозаводу до найбільшого ракетного центра. Для конструкторського бюро «Південне» та інших КБ, у тому числі ОКБ-1, — це школа й багатий накопичений досвід з проектування й створення ракет; для випробувачів полігона — досвід підготовки й пуску; для замовника — початок експлуатації нової, грізної зброї.

Р-5М — перша в країні стратегічна ракета, конструкція якої складалася з несучих баків для окислювача й палива, ракета, що нам, «серійникам», відразу сподобалася. Головне ж значення цієї ракети в тому, що вона вперше у світі була запущена з атомним зарядом на дальність 1200 км, і її пуск пройшов нормально.

Розвиваючи й удосконалюючи стратегічні ракети наземного базування, СРСР і США суперничали, щоб забезпечити перевагу своїх ракет по основних тактико-технічних характеристиках. На першому етапі (кінець 50-х — початок 60-х рр.) найважливішими з таких характеристик були дальність стрільби, боездатність, захищеність від авіаційно-ракетного впливу супротивника по стартах. Завдання кардинального підвищення зазначених технічних характеристик було вирішено на початку 60-х рр. при створенні ракет середньої дальності Р-12 і Р-14.

На ракеті Р-12 досягнуто дальність стрільби 2000 км, а на Р-14 — 4500 км. Перехід з низькокиплячого окислювача — рідкого кисню (на Р-1, Р-2, Р-5М, Р-7) на висококиплячий АК-27И дозволив значно збільшити строки перебування ракети в заправленому стані, підвищити її боеготовність і поліпшити експлуатаційні характеристики ракети й ракетного комплексу в цілому. Розміщення ракети в шахтній пусковій установці та старт з неї дозволили забез-

печити необхідну захищеність ракети від ракетного нападу. Стартові шахтні установки ракет Р-12, Р-14, Р-16 (розробки М.К. Янгеля) і Р-9 (розробки С.П. Корольова) іменувалися відповідно: «Двіна», «Чусова», «Шексна» і «Десна». На заводах у Красноярську та Омську почалася реконструкція цехів для серійного випуску ракет Р-14 і Р-16. У цей час на заводі №586 уже необхідно було готувати виробництво й серійно випускати сім типів рідинних двигунів і чотири типи головних частин для цих ракет, що вимагало надзвичайно напруженої роботи у всіх ланках.

У першому поколінні міжконтинентальних ракет стратегічного призначення розроблено й поставлено на бойове чергування ракету Р-7 конструкції С.П. Корольова й Р-16 конструкції М.К. Янгеля. Перший пуск ракети Р-7 проведено 15 травня 1957 р., а успішний пуск ракети Р-16 (після аварії 24 жовтня 1960 р.) відбувся 2 лютого 1961 р. Ракету Р-7 прийнято на озброєння в 1960 р. і мала стартову масу – 276 тонн. Ця ракета має завидне довголіття: великий трудівник космосу, вона й нині в строю. Ракету Р-16 з наземним стартом прийнято на озброєння в 1961 р. В 1963 р. постановою уряду прийнято на озброєння ракети Р-12В, Р-14В, Р-16У шахтного базування. Всі ці роботи проведено в рекордно короткий термін. За цей час вирішено багато наукових проблем в галузі міцності, стійкості польоту, балістики, аеродинаміки. Проведено значні роботи з пошуку нових теплозахисних матеріалів, створенню систем керування й телевимірювання, по організації виробництва й підготовці полігона в Тюра-Таме, а також по вибору полів падіння.

Необхідно зазначити, що після розробки перших рідинних міжконтинентальних балістичних ракет як у СРСР, так і США одному з найважливіших за-

вдань при їхньому масовому виробництві й розгортанні повномасштабного бойового високоефективного угруповання стало збільшення гарантійного строку бойового чергування ракет при високому рівні боєздатності й гарних експлуатаційних характеристиках.

У США це завдання вирішувалося переходом на твердопаливні ракети, в СРСР створенням ампулізованих рідинних ракет другого покоління, у наступні роки – твердопаливних. В 1960 р. у США стала на бойове чергування ракета «Мінітмен-1» з гарантійним строком бойового чергування 10 років, в 1967 р. у СРСР – ракети Р-36 і УР-100 мали гарантійний строк бойового чергування в заправленому стані 7 років. При реальній експлуатації ракет Р-36 і УР-100 цей строк продовжено більш ніж вдвічі. Ракети цього покоління базувалися в одиначних шахтах підвищеної захищеності.

Питання подальшого якісного поліпшення основних тактико технічних характеристик і підвищення технічного рівня було вирішено при створенні ракет МР-УР100, Р-36М і «Темп-2С», про що я розповім нижче.

Друге покоління.

Розгортання ракет передового базування США поставило перед нашими конструкторами гостре питання: чи здатні наші ракети, які перебувають на озброєнні виконати завдання, для яких вони створені, насамперед, гарантовано забезпечити стримування першого удару. 16 квітня 1962 р., прийнято постанову уряду «Про створення зразків міжконтинентальних балістичних і глобальних носіїв важких космічних об'єктів» – ракети Р-36, з початком льотних випробувань у четвертому кварталі 1963 р., ракети Р-36 (орбітальної), з початком льотних випробувань у третьому кварталі 1964 р. Це був новий клас потужних стратегічних ракет.

Починаючи з цього часу, ключові вимоги, які ставилися до ракетних комплексів наземного базування й направляли діяльність їх розробників, полягали в наступному:

- підвищення живучості комплексів, насамперед за рахунок розосередження шахт;
- забезпечення підвищеної боєздатності;
- забезпечення гарантійних строків зберігання ракет, що перебувають у заправленому стані;
- спрощення експлуатації комплексів, що перебувають на бойовому чергуванні;
- підвищення можливості прориву протиракетної оборони потенційного супротивника;
- збільшення точності стрільби й ще досить значний перелік вимог, які повинні бути виконані при створенні комплексів цього покоління.

КБ «Південне» та Південний машинобудівний завод

У червні 1962 р. КБ «Південне» і Південний машинобудівний завод відвідав М.С. Хрущов. Він ознайомився з виробництвом, вручив урядові нагороди. На нього велике враження справив завод, цех складання. Залишився в пам'яті курйозний випадок. М.К. Янгель попросив В.В. Грачова, який у цей час перебував на полігоні, надіслати кінострічку з пуском ракети, звернувши увагу на те, щоб він перевірів все особисто, тому що цю плівку буде показано М.С. Хрущову. На засіданні М.К. Янгель зробив докладну доповідь, на завершення було намічено показ пуску ракети. Треба сказати, що в ту пору ще мало було таких показів. Раптом ми всі побачили, що на плівці кадри повернені на 90° і ракета із шахти виходить у горизонтальному напрямку. Настала глибока тиша, і Микита Сергійович за-

питав Янгеля: «Михайло Кузьмич, а що, треба лягти, щоб побачити нормальний пуск?» Це жартівливе зауваження розрядило обстановку. Як потім розповідав В.В. Грачов, він особисто все перевірів, відклавши коробки із плівками, але в останній момент, при укладанні, взяли коробки з іншого кінця стола.

Однією з найскладніших стала проблема забезпечення герметичності встановлюваних на бойове чергування заправлених ракет. На прикладі ракети Р-36 можна уявити обсяг розв'язуваних при цьому питань. П'ять років під компонентами палива і їхньої пари повинні були перебувати 22817 роз'ємних з'єднань різних типів – сферичних, плоско-прокладочних, замкових і ніпельних. Для гарантованого забезпечення їхньої працездатності було складено велику програму досліджень та експериментів за участю багатьох науково-дослідних інститутів – НДІмаш, Інституту зварювання ім. Є.О. Патона, ВІАМ, ВІЛС, НДІПМ, ІПМ АН УРСР, заводів – ПМЗ, Куйбишевського, «Запоріжсталі», «Дніпросталі», Нікопольського «Південнотрубного», металургійного Каменск-Уральського.

До багатьох розробок і впроваджень того часу можна застосувати слово «вперше». Для забезпечення санітарної норми загазованості в «сухих» відсіках ракети необхідно було розробити й впровадити технологію локалізації місць негерметичності. Водночас було розпочато унікальний за складністю забезпечення й тривалістю експеримент. Протягом 14 років при строго підтримуваних санітарних нормах загазованості перевірені цілісність і працездатність всіх вузлів і матеріалів ракети. Цей експеримент дозволив підтвердити встановлені гарантійні строки зберігання ракети в шахті.

В інших лабораторіях КБП і ПМЗ досліджували всі типи роз'ємних з'єднань,

проводили велику роботу по можливо-му переведенню їх на нероз'ємні, використовуючи автоматичне зварювання обертальним електродом у середовищі аргону. Для поліпшення герметичності було розроблено схему з єдиним біметалевим днищем між баком окислювача й палива. Це вимагало підбір матеріалів і способів виготовлення таких днищ. Одночасно створювалися методики визначення натікання пари компонентів палива в замкнуті об'єми приладового й хвостового відсіків з метою розробки системи, що дозволяє контролювати загазованість цих відсіків ракети при бойовому чергуванні. Датчики для неї зроблено в інституті, яким керував у цей період Ю.М. Лужков (майбутній мер Москви). З нашого боку розробку вели Ф.Ф. Фалунін, С.М. Солонников, В.С. Фоменко, Ф.П. Санін, В.Г. Тихий, А.А. Орленко та ін.

Не менш гостро постало питання захисту бойових блоків при проходженні системи ПРО потенційного супротивника.

Нашими суміжниками з розробки систем керування (СК) і прицілювання для Р-36 обох варіантів були головні конструктори В.Г. Сергеев, В.И. Кузнецов (командні гіроскопічні прилади), С.П. Парняков (система прицілювання), під керівництвом яких злагоджено й плідно працювали великі колективи. У КБП роботи із системи керування велися під керівництвом М.Ф. Герасюти, В.В. Грачова, В.Ф. Рикова, Й.М. Ігдалова.

Це був час становлення й зростання великої кількості суміжних організацій і НДІ. Тільки в Україні до виготовлення СК було залучено заводи «Арсенал», Київський радіозавод, завод «Комунар» та ін.

Багато оригінальних рішень впроваджено при створенні шахти для ракети Р-36. Її розробником виступило

ЦКБ-34 на чолі з Є.Г. Рудяком. Ракета із установленими з боків бугелями виходила з шахти по спрямовуючим, розташованим всередині контейнера. На висоті 20 м по команді від системи керування бугелі скидалися. Конструкція шахти та її елементів, системи забезпечення температурно-вологого режиму були продумані до дрібниць.

У вересні 1963 р. почали літні випробування ракети Р-36 з легким моноблоком. Головою держкомісії було призначено генерал-полковника Михайла Григоровича Григор'єва (з 1968 р. – заст. головному РВСП). До серійного виробництва ракети Р-36 приступили в грудні 1965 р.

У липні 1967 р. ракету Р-36 з комплексом засобів подолання ПРО прийнято на озброєння. Стартова маса ракети становила 183 тонни з моноблочною головною частиною у двох модифікаціях. З 1965 р. почалися льотні випробування ракети Р-36-0 в орбітальному варіанті з необмеженою дальністю при стартовій вазі 185 тонн. У листопаді 1968 р. її прийнято на озброєння.

Ускладнювалися ракети, підвищувалися їхні технічні характеристики, збільшувався обсяг радіотелеметричних вимірювань. З НДІ-88 виділився Науково-дослідний інститут вимірювальної техніки. Нам усім, розроблювачам ракет, пощастило, що на чолі цього інституту стояли грамотні, висококваліфіковані фахівці, а головне — терплячі, добropорядні люди. Адже часто хотіли бачити помилки в телевимірюваннях, а не у відмовах ракетних систем. Першим директором інституту був О.М. Шишкін, що згодом став міністром МЗМ; після нього інститут очолив О.О. Сулимов. У Харкові на базі НДІТ було створено інститут (директор Г.О. Барановський), який розробив систему «Вега» для точних зовнішньотраєкторальних вимірювань.

Паралельно зі створенням і серійним випуском ракет Р-36 і Р-36-0 у грудні 1964 р. в ОКБ-586 (з 1966 р. – КБ «Південне») розроблено ескізний проект ракети РТ-20П, і згідно постанови уряду від 24 серпня 1965 р. розпочато роботи з її виготовлення. Вона відрізнялася від попередніх ракет конструктивною схемою. Перший ступінь її був твердопаливним, другий – рідинний. Запуск передбачався з самохідної пускової установки. Головним конструктором РТ-20П призначено М.К. Янгеля, а пускової установки – Ж.Я. Котіна. У жовтні 1967 р. на космодромі Плесецьк розпочато льотно-конструкторські випробування цієї ракети. Технічним керівником випробувань був призначений перший заступник М.К. Янгеля – В.С. Будник. Після перших невдач було зроблено підряд вісім вдалих пусків. Однак з огляду на велику завантаженість КБП і ПМЗ іншими важливішими розробками, постановою уряду наприкінці 1969 р. роботи з комплексу РТ-20П було припинено.

Для розробки твердопаливних двигунів було ухвалене рішення про створення на базі філії КБП в м. Павлограді Дніпропетровської області спеціалізованого КБ-5. Начальником призначено Г.Д. Хорольського, який пізніше став головним конструктором залізничного комплексу з ракетою РТ-23УТТХ.

Однак, незважаючи на всі зусилля, ми ще не мали рівноваги з США по бойових блоках. Якщо судити по цьому головному критерію, то ми досягли рівноваги тільки в середині 80-х рр.; в 1990 р. стратегічних наступальних озброєнь у США було 10563 боезарядів, у СРСР – 10271. Але вже в цей період на бойовому чергуванні стояли ракетні комплекси другого покоління, здатні завдати неприйнятних втрат внаслідок удару у відповідь.

Третє покоління ракет. «Мала громадянська війна».

В 1969 р. військова доктрина СРСР була чітко визначена в політичній заяві про незастосування ядерної зброї першими. М.К. Янгель, ми, його колеги, як і раніше стояли на позиціях необхідності гарантованого удару у відповідь, який би зумовив неприйнятні втрати для атакуючої сторони.

З метою створення ракетних комплексів, що вирішують цю найважливішу проблему, КБ «Південне» разом зі НДІмаш виступило з пропозиціями: збільшити міцність шахт і увести до складу ракетних військ пересувні ракетні комплекси; оснастити частину ракет головними роздільними частинами індивідуального наведення; застосувати бортову цифрову обчислювальну машину (БЦОМ); поліпшити точність влучення; підвищити експлуатаційні характеристики.

Основна розбіжність, навколо якого розгорілися пристрасті, – це пропозиція В.М. Челомея, яка полягала в тому, що не треба в багато разів зміцнювати шахти, а необхідно тільки забезпечити відповідний зустрічний удар, тобто запустити наші ракети до приходу ракет супротивника. Пропозиція М.К. Янгеля, Ю.О. Мозжоріна, М.О. Пілюгіна, В.П. Глушка, Є.Г. Рудяка, Б.Г. Бочкова підтримали. Військово-промислова комісія Президії Ради Міністрів СРСР і Д.Ф. Устинов (він був у той час секретарем ЦК КПРС), Л.В. Смірнов, перший заступник міністра загального машинобудування Г.О. Тюлін. Пропозиції В.М. Челомея, В.Г. Сергєєва, В.П. Барміна, В.І. Кузнецова, В.М. Баришева підтримував член Політбюро ЦК КПРС міністр оборони СРСР А.А. Гречко, Міністерство загального машинобудування (С.О. Афанасьєв). Така боротьба думок одержала серед фахівців назву «мала громадянська війна». Було при-

значено державну експертну комісію на чолі із президентом Академії наук СРСР М.В. Келдишем. Спроба комісії прийняти узгоджене рішення була безуспішною. Пристрасті загострилися, але справа вимагала ясності. Було ухвалено рішення винести це питання на засідання Ради Оборони СРСР, яке очолював Л.І. Брежнев. Засідання Ради проходило в Криму. М.К. Янгель розповідав після повернення, що був дуже дружний натиск з боку виступаючих з Міністерства оборони СРСР, які підтримували варіант В.М. Челомея, обгрунтовуючи свою точку зору тим, що Міністерство оборони СРСР зможе забезпечити зустрічний удар у відповідь. До того ж потужного захисту шахт, що пропонують інші головні конструктори на чолі з М.К. Янгелем, робити не треба. М.К. Янгеля гаряче підтримував тодішній директор НДІмаш Ю.О. Мозжорін, а також академіки АН СРСР М.В. Келдиш і А.П. Александров. Розбіжності, що виявилися на Раді, викликали незадоволення Л.І. Брежнева, і було дане доручення всі ці питання доробити, погодити й ще раз розглянути.

Невдовзі після цієї Ради М.К. Янгель важко занедужав, у нього трапився ще один інфаркт, після якого йому вдалося піднятися, але ненадовго. 25 жовтня 1971 р., у день свого шістдесятиріччя, М.К. Янгель раптово помер. Того дня у кабінеті міністра загального машинобудування СРСР проходило вшанування М.К. Янгеля з нагоди його ювілею. О 10-й годині ранку я зустрів його із дружиною Іриною Вікторівною, він якось втомлено посміхнувся, його хворобливий вигляд вселяв велику тривогу. У мене виникло серйозне побоювання: чи здолає він сьгоднішнє навантаження. Я дав вказівку перевірити, чи є на місці реанімаційна машина, про що ми раніше домовилися. Із Дніпропетровська прилетіли заступники й провідні

конструктори. Усе йшло благополучно. Було вирішено завершити ушанування до 14 годин, і раптом М.К. Янгель, як підкошений, став опускатися на підлогу. Негайно було надано медичну допомогу, викликали другу реанімаційну машину, але врятувати його не вдалося. Це був останній, п'ятий інфаркт.

Для нашого колективу роль Михайла Кузьмича була величезна, для вітчизняного ракетобудування – також. Його порядність, доброзичливість, цілеспрямованість, уміння гідно відстоювати свої ідеї здобули в усіх, хто з ним працював, глибоку повагу. М.К. Янгель створив унікальний колектив, в основному з молоді, колектив найвищої діловитості й працездатності, який доводив до кінця взяті на себе зобов'язання. Я проробив з М.К. Янгелем 17 років, з 1961 р. був його заступником по конструкції, а з березня 1968 р. – першим заступником. Мені боляче було дивитися, як загасало його здоров'я, і особливо з 1969 р., коли почалася «мала громадянська війна». Він часто довго не приїжджав у КБ, перебуваючи на лікуванні в Москві. Я бував у нього в лікарні, на дачі, наскільки дозволяв стан його здоров'я, розповідав про наші справи, він постійно всім цікавився. Важко виходив із третього інфаркту в грудні 1964 р. Навіть у цей важкий для Михайла Кузьмича час, він, як тільки ставало можливим, знаходив з нами контакт, писав листа, жваво цікавився нашим життям.

Михайло Кузьмич мав дар бачити головне в будь-якій справі, організовувати виконання поставленого завдання, вмів брати на себе відповідальність. Він залишив глибокий слід у розвитку ракетно-космічної техніки, у створенні КБ «Південне» і нового напрямку в розробці ракет на високо киплячих компонентах палива. Роки спільної роботи з Михайлом Кузьмичем були для мене гарною

школою, і я з великою теплою згадую про них.

У цей час тривала «мала громадянська війна», і хоча я вже тривалий час виконував обов'язки головного конструктора, Д.Ф. Устинов і Л.В. Смірнов були стурбовані тим, чи витримаю я в цій боротьбі, чи зумію відстояти наші принципові позиції. На розроблювальних нами комплексах було внесено чимало принципово нових технічних рішень: «мінометний» старт із шахти рідинної ракети; вперше у світі запуск двигуна важкої ракети в невагомості, над шахтою на висоті близько 20 м; застосування хімічного наддування баків перед запуском двигуна; система керування з бортовою цифровою обчислювальною машиною; головна роздільна частина індивідуального наведення та ін.

Тому про хід відпрацювання цих систем, реакцію замовника на стан справ я часто доповідав Д.Ф. Устинову, іноді звертався до нього і за допомогою щодо організації виготовлення нових матеріалів.

Наступна Рада Оборони відбулася в середині 1972 р. Головував Л.І. Брежнев, були присутні О.М. Косигін, М.В. Підгорний, А.А. Гречко, Д.Ф. Устинов, Л.В. Смірнов, С.О. Афанасьєв, головком РВСП В.Ф. Толубко, головні конструктори В.М. Челомей, М.О. Пілюгін, В.П. Глушко, В.Г. Сергєєв. Мені було доручено доповісти про хід розробки двох комплексів – з легкою ракетою МР-УР 100 і з важкою ракетою Р-36М. В.М. Челомей доповідав з комплексу УР-100Н «з найважчою ракетою з легких МБР». Я доповів про хід розробки ракет, про необхідність забезпечення удару у відповідь шляхом значного зміцнення шахт. Після мого виступу було багато запитань. О.М. Косигін жваво цікавився вартістю переустаткування шахт і часом, необхідним для постановки на бойове чергування ракет

після переустаткування. Я відчував, що складаю іспит як новопризначений головний конструктор. Після мене виступав В.М. Челомей. У своїй доповіді він сказав, що немає необхідності так сильно зміцнювати шахти. Я змушений був взяти слово й докладніше, із графіками й розрахунками обґрунтувати таку необхідність. Пристрасті розгорілися. Я та Челомей виступали тричі. На четвертій спробі Челомея Л.І. Брежнев роздратовано перервав його, і більше ми до цього питання не верталися. Я відчував, що іспит витримав, головне – прийняли нашу пропозицію по захищеності шахт. Завдяки спільному проектуванню ракети й шахти, вдалося підвищити захищеність комплексу більш ніж у 15 разів!

Моєму братові, головному конструкторові шахтної пускової установки (ШПУ) О.Ф. Уткіну, і М.О. Трофімову з колективом конструкторського бюро №4 КБСМ вдалося застосувати багато оригінальних конструктивних рішень, які були впроваджені в межах внутрішніх розмірів наявних шахт. При цьому коефіцієнт заповнення її ракетою досяг найбільшої величини. І на сьогоднішній бойовий ракетний комплекс (БРК) у світовій практиці не має такої досконалості, такого високого коефіцієнта використання об'єму ШПУ ракетою. Цьому також сприяла позиція М.О. Пілюгіна, який не тільки прийняв на систему керування функції передачі команд на агрегати ШПУ, але, головне, підпорядкував схемні й конструктивні рішення системи керування загальним завданням. Конструкції бортової цифрової обчислювальної машини (БЦОМ) і наземної (НЦОК) розроблено з урахуванням розміщення в шахті. Багато часу приділялося забезпеченню мінімального електроспоживання системою керування, завдяки чому було вилучено електроспоживачу систему тепловологого режиму (ТВР), тобто електричні пе-

чі, механічний осушувач повітря, а це, у свою чергу, усунуло джерела відмовлень по системі ТВР.

Уперше було створено безголовкову шахтну пускову установку з малогабаритною покрівлею поворотного типу з пороховим приводом відкривання під час пуску без використання гідравлічних пристроїв. Цикл переустаткування пускової установки ракети УР-100 під комплекс МР-УР100 порівняно з переустаткуванням під комплекс УР-100Н було скорочено більш ніж у чотири рази при меншій вартості робіт. Це дозволило в стислий термін провести модернізацію з мінімальною тривалістю зняття БРК із бойового чергування.

В.М. Челомей, В.Г. Сергеев, В.І. Кузнецов, В.М. Барішев також не стояли на місці, шукали шляхи поліпшення характеристик. Змагання йшло часто-густо без дотримання правил, але замовник — Міністерство оборони країни — одержувало нові комплекси, які знову ставили на порядок денний питання про необхідність скорочення СНО у США та СРСР.

На військових будівельників, монтажників і наземщиків лягло велике навантаження по переустаткуванню пускових установок і постановці на бойове чергування ракет третього покоління — Р-36М, МР-УР100, УР-100Н. На цих ракетах встановлювалися роздільні головні частини індивідуального наведення по 10, 4 і 6 боєголовок відповідно.

В процесі постановки ракет на бойове чергування, В.М. Челомей і ми знайшли можливість поліпшити характеристики ракет. 16 серпня 1976 р. вийшла постанова Уряду про подальше поліпшення тактико-технічних характеристик (ПТТХ) комплексу МР-УР100-УТТХ, прийнятого на озброєння в грудні 1975 р. Аналогічні постанови вийшли також по Р-36 М-УТТХ, і по УР-100 Н-УТТХ. По МР-УР100-УТТХ

ми знайшли можливість збільшити потужність заряду, поліпшити швидкісні й динамічні характеристики бойових блоків, підвищити стійкість до вражаючих факторів ядерного вибуху. Було створено систему керування ракетою, яка забезпечувала визначення напрямку на північ без використання спеціальної апаратури прицілювання, що є істотним внеском у розвиток ракетної техніки. Велику роботу було проведено М.О. Пілюгіним по забезпеченню підвищеної купчастості стрільби.

Особливу увагу в цей період приділялося системі бойового керування. Річ у тому, що на початку 70-х рр. стала очевидною певна невідповідність між характеристиками стаціонарних ракетних комплексів і засобами їх дистанційного керування. Насамперед, досить висока живучість захищених шахтних пускових установок з ракетами вимагала відповідного підвищення захищеності й живучості кабельних структур систем дистанційного керування ракетними комплексами.

В зв'язку з цим зусилля головних конструкторів ракетних комплексів, НДІмаша й МЗМа було спрямовано також на розв'язання актуальних завдань централізованого керування ракетними комплексами. У результаті під керівництвом ОКБ при Ленінградському політехнічному інституті було розроблено й впроваджено уніфіковану для всіх ракетних комплексів систему дистанційного керування, що дозволило істотно поліпшити технічні та експлуатаційні характеристики системи бойового керування.

З розгортанням робіт зі створення ракет МР-УР100 і Р-36М у нас росла впевненість в успішному та своєчасному їх завершенні. Однак не все складалося гладко. 12 вересня 1978 р. після цілого ряду нормальних пусків МР-УР100 стався зрив. Ми пускали

чергову ракету. Вона під дією газів від порохового акумулятора тиску вийшла з транспортно-пускового контейнера, строго витримуючи всі параметри, але запуску двигуна в потрібний по циклограмі момент не відбулося. Ракета впала назад у шахту, відбувся страшенний вибух. Шахту було повністю зруйновано. Коли я приїхав на старт, то побачив сумну картину: навколо розкидано купу обгорілих, покручених уламків. Я подзвонив Устинову, Смирнову та Афанасьєву, повідомив КБ, дав завдання створити тимчасову робочу групу з аналізу аварії й постійно доповідати про хід розслідування. Разом з головою комісії Ф.П. Тонких подав пропозиції з ліквідації аварії начальнику відділу ВПК К.Г. Осадчиеву, великому прихильнику й помічнику в розробці МР-УР100 та всіх наших комплексів.

У той же день мені подзвонив М.О. Пілюгін і сказав: «Ми винуваті. Не видали команди на запуск двигуна першого ступеня. Прикра, груба помилка». Добре розуміючи насторожене ставлення багатьох до мінометного старту, він знайшов мужність і шляхи його реабілітації. Що й говорити, ми сповна одержали по заслугах. Єдиною втіхою було те, що мінометний старт був поза підозрою.

Кілька слів хотілося б сказати про історію розробки роздільних головних частин індивідуального наведення. Ми почали одержувати матеріали про розробку американцями роздільної головної частини для ракети «Мінітмен-3». М.К. Янгель і ми, його колеги, розуміли, що це буде великою перевагою над нашими ракетами, оснащеними тільки моноблочними головними частинами. Ми теж мали розробки по цій проблемі, а з 1967 р. впритул і серйозно приступили до створення першого покоління роздільних головних частин. Спочатку це був спрощений варіант, суть його по-

лягала в наступному. Три бойові блоки при вимиканні двигуна другого ступеня скачувалися по похилих направляючих (після спрацьовування піроболтів).

13 серпня 1968 р. я, як технічний керівник, вилетів на космодром Байконур для участі в проведенні льотних випробувань експериментальної головної частини. Випробування пройшли успішно. Ракету Р-36П 1970 р. здано на озброєння. На ній установлювалася РГЧ-3 роздільного типу у складі трьох блоків. При роботі розглядалися варіанти головних частин, які дозволили вражати будь-які цілі в заданому прямокутнику, у тому числі — застосування рідинних і твердопаливних двигунів для розведення бойових блоків. При цьому враховувалося, що в складі КБ «Південне» були КБ по твердопаливним двигунам на чолі з В.І. Кукушкіним і КБ по рідинним двигунам на чолі з І.І. Івановим. У роздільних ГЧ нашої розробки знайшли застосування також рідинні та твердопаливні двигуни. В.М. Челомей для ракети УР-100Н також почав розробляти РГЧ ІН з шести бойових блоків. Двигун розведення був рідинним, конструкції О.Д. Конопатова.

Згодом представниками США на перемовинах по скороченню озброєнь висувалося положення, що МБР із РГЧ ІН є найбільш дестабілізуючим типом СНО. Це твердження, на мою думку, не відповідає дійсності. Сучасний розвиток техніки дозволяє забезпечити високу живучість МБР із РГЧ стаціонарного й пересувного базування, що в поєднанні з їх високою бойовою готовністю, надійною та оперативною системою бойового керування ракетними військами дозволяє використовувати їх як в ударі у відповідь, так і у зустрічному ударі у відповідь, а не тільки при першому ударі. Стабілізуюча роль МБР із РГЧ також полягає в тому, що їх здатність ефективно долати ешелоновану систе-

му ПРО стримує від ухвалення рішення зриву домовленості по ПРО.

В 1974 р. завершувалися льотні випробування ракет Р-36М і МР-УР100. Одночасно з ними підходили до завершення і випробування УР-100Н. Необхідно було готувати постанову Уряду про закриття акваторії океану в районі падіння бойового блоку. Я й мої колеги наполягали на закритті району, близького до максимальної дальності стрільби. Наша переконаність засновувалась на гіркому досвіді льотних випробувань раніше розроблених нами ракет. Тоді в одному випадку при випробуваннях прогорів бойовий блок, в іншому було виявлено збільшення відхилень бойових блоків від цілі.

В.М. Челомею було вигідніше робити пуски в акваторію океану на відстані меншій, ніж максимальна діяльність. У цьому випадку він мав можливість частину палива виділити на збільшення прямокутника розведення бойових блоків, показавши тим самим переваги УР-100Н над МР-УР100. Я вважав, що для користі справи необхідно наполягати на ухваленні правильного рішення, і домовився про це з М.О. Пілюгіним і Г.О. Тюлінім. Довелося тричі літати в Москву, щоб добитися потрібного району акваторії океану. М.О. Пілюгін і В.П. Глушко зі мною разом підписали лист Л.І. Брежнєву, у якому обґрунтували необхідність виділення потрібного нам району акваторії. Було ухвалене рішення: кожному виділити той район, котрий ним заявлявся. Хоч В.М. Челомей і одержав можливість показати збільшені розміри прямокутника, але все це йому дорого коштувало надалі, що ще раз підтвердило правило: випробувувати ракету і її агрегати необхідно в умовах, близьких до реальних. Нехтування такою перевіркою привело до того, що згодом при пуску ракети Челомея УР-100Н на максимальну дальність

при мінімальних залишках компонентів палива в баках виявилися великі вібрації, які викликали резонансні коливання елементів приладу керування дальністю. Довелися всі ракети, що стояли на бойовому чергуванні, доопрацьовувати, тобто встановлювати антивібратори на кришках двох люків.

Незважаючи на те, що при розробці ракет В.Г. Сергєєв і В.І. Кузнєцов були в іншому таборі, М.К. Янгеля й мене багато років зв'язувала з ними велика дружба. Я разом з ними пройшов значний творчий шлях: з В.І. Кузнєцовим — з 1952 р., з В.Г. Сергєєвим — з 1961 р. Це були сильні конструктори, головне, завжди можна було довіряти їхній порядності й ширості, з ними приємно й цікаво працювалося.

Відмінна риса цього періоду в житті КБ «Південне» й заводу полягала в наступному. Якщо раніше виробили розробки КБ серійно виготовлялися в Омську, Пермі, Красноярську, Оренбурзі, то в цьому випадку М.К. Янгелю запропонували вести серійне виробництво ракет Р-36М і МР-УР100 на Південному машинобудівному заводі, що відразу поставило КБ і завод у важке становище.

Замовник у результаті «малої громадянської війни» одержав ракетні комплекси з більш високими характеристиками, чим вони були запропоновані на початку розробки. Спочатку ракета МР-УР100 мала три блоки в складі роздільних ГЧ, потім ми знайшли можливість додати ще один блок. Суперечки завершилися, і В.М. Челомей також підняв захищеність свого комплексу до нашого рівня. Він збільшив і прямокутник розведення бойових блоків.

Уперше на всіх комплексах було застосовано бортову цифрову обчислювальну машину. Нині, як і багато чого іншого, здається цілком природним її застосування в системі керування. Тоді ж деякі головні конструктори й пред-

ставники замовника вважали, що через недостатню надійність елементної бази не вдасться забезпечити вимоги надійності ракети в процесі бойового чергування й польоту.

Озираючись на минуле з позицій сьогодення, я вважаю, що необхідно було робити одну ракету, причому МР-УР100. Чому? Причин можна назвати кілька. По-перше, індустріальний метод підвищення захищеності пускової установки дозволяв досягти її зміцнення за рахунок зменшення внутрішнього діаметра шахти, корисний вантаж ракети при цьому зростає в 2,5 рази завдяки вперше застосованому для рідинних ракет мінометному старту. Час будівництва зміцненої установки й постановки ракетного комплексу МР-УР100 на бойове чергування був у 2-3 рази менше, ніж потрібно для створення нових шахтних стартів під ракету УР-100Н на старому місці. По-друге, ракета виходила з заводу в транспортно-пусковому контейнері з встановленою на ньому та випробуваною на заводі пусковою апаратурою, що раніше стояла в оголовці шахтної пускової установки. На цьому ж контейнері прокладалися трубопроводи заправки компонентом палива.

Вперше застосований на Р-36М і МР-УР100 мінометний старт спочатку викликав значні сумніви в можливості його реалізації. Досвіду запуску ЖРД при малих негативних перевантаженнях при підйомі на висоту 18-25 м від зрізу шахти ні в кого не було. Мінометний старт запропоновано і відпрацьовано на моделях у НДІмаш. Ю.О. Мозжорін — директор інституту був його активним прихильником. При його особистій участі над цим завданням працювали В.В. Казанський, В.М. Макушин, І.Ф. Дмитраков, В.О. Хотулев, Г.С. Летучих. Діаметр шахти для Р-36М було зменшено з 8,3 до 5,9 м, шахти для МР-УР100 — з 4,2 до 3,8 м. Я домовився

з академіком АН СРСР Б.П. Жуковим, щоб він узявся разом з В.І. Кукушкіним за розробку порохових акумуляторів тиску — серцевини мінометного старту.

Велися також дослідження із забезпечення міцності шахт О.В. Кармишин (НДІмаш), П.І. Нікітін (КБ «Південне»), В.С. Степанов і О.Ф. Уткін (ЦКБ-34). Співробітники НДІмаша відробили методику розрахунку пускової установки, вирішуючи в комплексі завдання «ракета - контейнер - система амортизації - стовбур шахти». Проведені за спеціальною програмою «Зсув» кількарізкові випробування на міцність шляхом нагруження вибухом підтвердили правильність розрахунків. Д.Ф. Устинов при зустрічах жваво цікавився ходом розробки мінометного старту й став переконаним нашим союзником. Я розумів, що перші невдачі при льотно-конструкторських випробуваннях мінометного старту при тому скептицизмі, з яким до нього ставився багато хто, відразу б надовго зупинили розробку обох комплексів — Р-36М і МР-УР100. Льотні випробування повністю підтвердили правильність обраних характеристик мінометного старту.

Є.Г. Рудяк — сильний, досвідчений конструктор шахтних установок для ракет Р-16У і Р-36 змушений був піти з посади головного конструктора КБ-2 ЦКБ-34, тому що не вірив у мінометний старт і не взявся за розробку зміцненої шахти з мінометним стартом для ракети Р-36М. Я дотепер не розумію, чому при його колосальному досвіді конструктора він не зміг переорієнтуватися. У мене з ним було кілька зустрічей по цьому питанню. Мені здавалося, що в нього була деяка надія, що ми відмовимося від нашої «витівки» як занадто ризикованої, — і від мінометного старту для рідинної ракети, і від хімічного наддування. Я був присутній на останній зустрічі М.К. Янгеля й Є.Г. Рудяка в

кабінеті заст. міністра МЗМа Г.Р. Ударова. Є.Г. Рудяк знову не погодився на розробку шахти й обґрунтував свою незгоду тим, що він не вірить у можливість створення такого старту. За його розробку узявся В.С. Степанов.

30 квітня 1972 р. у Павлограді на стенді зроблено перший пуск ракети Р-36М. Стенд для обробки мінометного старту був створений групою фахівців, які оформили заявку на винахід. На стенді було можливим багаторазове відпрацювання виходу виробу з пускової установки за допомогою порохового акумулятора тиску. При цьому проводилися вимірювання швидкості руху ракети, тиску в контейнері й часу руху при всіх можливих швидкостях горіння порохів і різних температурах. Випробування на цьому стенді забезпечували надійний старт.

Під час другого пуску Р-36М и третього пуску МР-УР100 в 1972 р. був присутній А.А. Гречко. Ми показали йому пускову установку МР-УР100, доповів про неї головний конструктор О.Ф. Уткін. Доповідав переконливо, цікаво, але я по реакції відчував, що треба мені взяти вогонь на себе, коли мова зайшла про заходи щодо підвищення захищеності пускової установки. Я повідомив про одержані позитивні результати й про подальшу можливість підвищення захищеності комплексу МР-УР100 втричі порівняно з тим, що було нам задано. Андрій Антонович, як я й очікував, гаряче відреагував на мої слова й запитав: «Хто вас про це просить?» Потім, не чекаючи відповіді, звернувся до нашого міністра С.О. Афанасьєва: «Сергій Олександрович, що, цьому КБ робити нема чого?» Сергій Олександрович, щоб не накаляти обстановку, промовчав. Я продовжував переконувати в необхідності впровадження цих результатів, тому що коштувало це небагато, а ефективність удару у відповідь збіль-

шувалася значно. Ця драматична сцена була кимось сфотографована, і років через дванадцять мені її з посмішкою вручили очевидці. І військові, і конструктори виїхали зі старту з важким настроєм.

Наступним об'єктом показу був уніфікований командний пункт (УКП), по якому в замовника не було спільної думки. Річ у тому, що він розташовувався у вертикально висячому контейнері від ракети Р-36М, для виготовлення якого нами був застосований склопластик. Чергова зміна розташовувалася вниз. Пропоноване рішення, як і вертикальне розташування, викликало чимало суперечок. Тому відвідування УКП А.А. Гречком повинно було сприяти ухваленню остаточного рішення. Після ретельного огляду А.А. Гречко позитивно відгукнувся про УКП і схвалив його до подальшої розробки. Мабуть, відчувши свою несправедливу гарячність під час обговорення захищеності пускових установок для ракети МР-УР100 і не побачивши мене на початку розмови після повернення з УКП, він запитав: «Де Володимир Федорович Уткін, обривався, напевно?» Настрій у присутніх став виправлятися, і всі поїхали на площадку для огляду Р-36М. Я доповів про ракету, що йому дуже сподобалася, і він задав по ній багато запитань, особливо по мінометному старту. Відчувалося, що ця ракета йому подобається, на відміну від МР-УР100, замість якої військові хотіли мати УР-100Н.

У перший день було запущено дві ракети: наша МР-УР100 і В.М. Челомея — серійна ракета УР-100К. Старт ракети МР-УР100 не було видно зі спостережувального пункту (СП), тому що було далеко й стояв легкий туман. Незабаром доповіли про нормальний політ і прихід бойових блоків до цілі. Наступного дня планувалося запустити дві наші ракети: Р-36М і серійну Р-36.

Зранку всі приїхали на спостережувальний пункт. Стартову площадку добре видно. Прохолодно, настрої тривожний, але гарний. Ракета Р-36М вийшла з шахти, піднялася, ненабагато сповільнила рух, відбулося скидання піддона й відведення його вбік, потім запуск двигуна. Ракета начебто вперлася потужним вогненним стовпом у землю й швидко, із приголомшливим ревінням почала набирати висоту. Навряд чи можна з чим-небудь порівняти звук від ракети, що нормально йде вгору. Адже це багаторічна праця сотень тисяч людей, багатьох КБ і заводів, міністерств, ВПК, ЦК і всіх структур, що готують це народження — народження нового комплексу, який забезпечує мир.

Картина пуску була величною. Здається, вся обстановка, вся природа сприяли йому. Андрій Антонович переконано сказав: «Дуже гарна ракета, вона нам дуже потрібна, і я впевнений, що вона буде жити довго». Пуск серійної машини Р-36 А.А. Гречко дивитися не став. Поздоровивши розрахунок, начальника 2-го Управління Б.Є. Алескіна й мого заступника по випробуваннях В.В. Грачова.

Особливо важко було вирішити завдання підвищення захищеності шахти для ракети УР-100Н. Треба віддати належне головному конструкторові В.М. Баришеву і його колективу: вони гідно вирішили найскладніше завдання. Плідно працював головний конструктор УР-100Н Ю.В. Дьяченко.

Успішне розв'язання завдань, забезпечення високих характеристик розроблених комплексів було б неможливо без тісного співробітництва з різними академічними й галузевими інститутами, з ученими вищих навчальних закладів. Неоціненну допомогу робили НДІмаш, ВІАМ, ІЕЗ ім. Є.О. Патона АН України, ІПМ АН УРСР, Дніпропетровський університет, Московський

університет, МВТУ ім. Баумана, Ленінградський військово-механічний інститут, Рязанський радіотехнічний інститут і багато інших. Академія наук України і АН СРСР, їх президенти Б.Є. Патон, М.В. Келдиш та А.П. Александров, приділяли велику увагу розробкам, і на засіданнях президій часто розглядали стан справ по найскладніших технічних і наукових проблемах. Це співробітництво взаємно збагачувало й учених, і розроблювачів ракетних комплексів. По-перше, тому, що така співдружність давала можливість впроваджувати пропозиції й бачити результати свого творчого внеску у відносно короткий термін; по-друге, у постанови Уряду, у рішення Військово-промислової комісії записувалися нові розробки, і тим самим підвищувався авторитет наукових організацій.

Четверте покоління бойових ракет

Військово-стратегічна концепція США на початку 80-х рр. все виразніше стала носити наступальний характер. Ставали до ладу нові ракети «Трайидент-2» і «Першінг-2», збільшувався обсяг виробництва крилатих ракет «АЛСМ» і «Томагавк»; закінчилася розробка ракети «МХ». Рівновага сил, таким чином, явно порушилася, необхідно було вжити адекватних заходів. За договором ОСО-2 США й СРСР дозволялося розробити по одній ракеті зі стартовою масою не більше найважчої ракети легкого класу. Такою ракетою в нас уважалася ракета УР-100Н зі стартовою масою 105,4 тонни, отже, ми мали право розробити нову ракету не важче за УР-100Н.

Щоб підвищити стійкість ракетного озброєння стратегічного призначення в таких умовах, необхідно було створити нові рухомі стратегічні ракетні комплекси та ввести їх у ракетне угруповання. Я зібрав Раду головних конструкторів,

на якій вирішили розпочати розробку залізничного комплексу з уніфікованої твердопаливної ракетою РТ-23, що також могла використовуватися в стаціонарному варіанті. Домовилися в червні 1980 р. випустити ескізний проект і розіслати його для проведення захисту. Скрутний стан склався на початку розробки: не був матеріалів для корпусу й хиткого сопла, якій забезпечувати високий технічний рівень ракети. Необхідно було одночасно зі створенням ракети організувати виробництво нових матеріалів. Тому ми почали розробку РТ-23 на тих матеріалах, які в нас у країні були. На ці ж матеріали орієнтувався й Московський інститут теплотехніки.

Через неоптимальність поділу ступенів у результаті уніфікації твердопаливного двигуна 1-го ступеня з морського ракетного комплексу Д-19 ми змушені були на ракеті РТ-23 уперше у світі застосувати керування польотом другого й третього ступенів за допомогою хитання головної частини. Це оригінальне рішення вимагало значного експериментального відпрацювання на стенді для підтвердження реалізації такої схеми керування. Ми блискуче вирішили це завдання. Коли вдалося одержати нові матеріали, ми перейшли на поворотне сопло, що дало деякий енергетичний вигравш і дозволило вирішити завдання по керуванню ракетою при виході з шахти при значних збуреннях.

Гостро постало питання про зниження на 1,5 тонни стартової маси ракети залізничного базування через припустиме навантаження на вісь восьмивісного вагона. Було знайдено рішення: осі стартового вагона, у якому перебувала ракета в контейнері, розвантажувалися шляхом передачі частини навантаження на сусідні передній і задній вагони за допомогою спеціального розвантажувального пристрою. Необхідно було вирішити, як запустити двигун першого

ступеня над вагоном з піднятим контейнером так, щоб потужний струмінь продуктів згоряння із сопла двигуна не перекинув вагон. Було обрано варіант, за яким ракета нахилилась встановленим на піддон порохом двигуном перед запуском маршового двигуна першого ступеня ракети. Струмінь маршового двигуна не потрапляв на вагон і контейнер.

У період розробки ескізного проекту ракетного комплексу залізничного базування ми стикнулися з масою проблем:

- визначення точки старту, азимута старту, висоти над рівнем моря, координат тощо;
- розрахунок польотного завдання для довільної точки старту;
- прицілювання, у тому числі в момент руху сусідніх поїздів;
- скритність поїзда, міцність рейок, ґрунту, мостів при русі та старті;
- зв'язок, керування, розміщення особового складу, автономія;
- безпека руху, охорона, пожежна безпека;
- бойова готовність і багато інших проблем, властивих залізничному базуванню.

Всі вони були вирішені КБ «Південне» разом із численними суміжниками. Відпрацьовано нові рецептури зарядів, теплозахисних покриттів внутрішньої й зовнішньої поверхонь. Величезну роботу провели інститути й КБ, очолювані Б.П. Жуковим, Я.Ф. Савченком, Г.В. Саківичем, В.Д. Протасовим, В.Л. Лапигіним. Допомогу та сприяння надавали міністр машинобудування В.В. Бахирев і заступник міністра Л.В. Забелін. В результаті створено гарний поїзд, перевірений в експлуатації. Голова Державної комісії по РТ-23 залізничного базування генерал-полковник Г.М. Малиновський, заступник міністра МЗМ О.С. Матрьонін і А.В. Усенков надали значну допомогу у формуванні поїзда.

Паралельно велися розробки ракети РТ-23 і важкої ракети Р-36М2. Головні зусилля були спрямовані на забезпечення підвищеної стійкості до вражаючих факторів ядерного впливу (ЯВ). У зв'язку з цим запроваджено чимало нововведень у розробку матеріалів і технології виготовлення, що уможливило зниження маси ракети й спрямувати цей вигреш на підвищення стійкості ракети від вражаючих факторів ЯВ у пусковій установці, особливо в польоті. Було застосовано нові ефективні засоби подолання ПРО. По системі керування проведено колосальну роботу з відпрацювання приладів якісно нового рівня стійкості до вражаючих факторів ЯВ.

Для експериментального відпрацювання й підтвердження стійкості МБР і їхніх систем до впливу вражаючих факторів ЯВ в найкоротший термін розроблено й створено на підприємствах промисловості й в організаціях Міністерства оборони унікальна випробувальна база, що включала ефективні моделюючі установки для випробувань конструкцій та апаратури ракет на гамма-нейтронний і комплексний вплив вражаючих факторів (ВНДІЕФ, ВНДІТФ); великі вибухові камери й установки для відтворення механічного імпульсу рентгєнівського випромінювання (НДІмаш); металеві високошвидкісні установки й балістичні траси для випробувань конструкцій ракет і їхнього бойового оснащення на ударно-ерозійну стійкість як і за рівнем своїх технічних характеристик не поступалися кращим закордонним зразкам. Одночасно із цим розроблено й реалізовано концепцію проведення випробувань натурних конструкцій ракет в опромінювальних дослідах при підземних ядерних випробуваннях.

Особливо напруженою робота з підвищення стійкості ракет до вражаючих факторів ядерного вибуху стала після оголошення на початку 80-х рр. прези-

дентом США Р. Рейганом «стратегічної оборонної ініціативи» (СОІ). СРСР, як відомо, виступив з різкими протестами, оскільки в умовах, коли він взяв зобов'язання не застосовувати першим ядерну зброю, СОІ порушувало сформований стратегічний паритет, що явно суперечило діючому з 1972 р. Договору про обмеження систем протиракетної оборони. Хоч за оцінкою радянських інженерних кіл, СОІ — надзвичайно складна й дорога програма й навряд чи могла бути здійснена в ХХ ст. Проте з її створенням ускладнювалась й навіть виключалася можливість нанесення удару у відповідь, оскільки відповідно до доктрини СОІ ракети супротивника руйнувалися в польоті за рахунок впливу ядерних космічних вибухів і випромінювання високоточних надпотужних лазерів. У цих умовах уже проведені в СРСР заходи по зміцненню ракетних шахт, створенню рухомих невразливих стартів не забезпечували гарантованого удару у відповідь.

СРСР виявився перед важким вибором: створювати власну СОІ було не реально через фінансові труднощі; піти на ризик і оголосити про можливість нанесення нами першого попереджувального удару у випадку відповідних підозр про можливе нанесення його супротивником було неможливо внаслідок абсолютної неприйнятності цього кроку для народу, й для радянського керівництва. У цих умовах оборонній промисловості й військовим було запропоновано знайти «асиметричну відповідь», тобто запропонувати такі наукові й інженерні рішення, які були б по суті повним парируванням СОІ, але виключали будь-яку можливість попереджувального удару. Одночасно вважалося зовсім необхідним, щоб фінансові витрати на запропоновані рішення були б на один-два порядки менше, ніж витрати США на програму СОІ, а краще

взагалі не вийшли б із заздалегідь запланованих меж оборонного бюджету.

Відповідь на це запитання існувала. Необхідно зробити ракети, у першу чергу їх найуразливіші елементи — систему керування із БЦОМ, такими, щоб вони витримували весь набір вражаючих факторів ядерного вибуху (ВФЯВ), не послабленого впливом багатокілометрової атмосфери, оскільки удар буде нанесено у відкритому космосі. В цей набір входили електромагнітний імпульс, надзорстке рентгенівське випромінювання й зумовлений ним вторинний електромагнітний імпульс, що виникає усередині металевого корпусу ракети, надпотужні рентгенівське й нейтронне випромінювання і, нарешті, величезна сумарна доза рентгенівського випромінювання. Практично це означало, що необхідно підвищити стійкість ракет до ВФЯВ на кілька порядків, що уявлялося завданням напівфантастичним.

Не все в Міністерстві оборони СРСР були готовими до такого рішення. Одним з найактивніших його супротивників був генерал-полковник Р.П. Покровський, авторитетний і знаючий генерал, який давно очолював службу, що виконувала функції замовника елементів електроніки. А його роль була чи не вирішальною. Позиція Р.П. Покровського визначалася, очевидно, невір'ям у можливості наших фізиків. «Одна справа, — говорив він, — створити дватри десятки виробів електронної техніки (ВЕТ), необхідних для електроніки ядерного заряду, зовсім інша — створити понад 1000 надскладних елементів для бортових мініатюрних швидкодіючих електронних машин. Ї без будь-яких вимог до радіаційної стійкості ми тільки що впоралися з цим завданням. Рішення про створення необхідного для систем керування МБР ансамблю ВЕТ нереально. Я не можу його підтрима-

ти». А в Р.П. Покровського всі гроші на електроніку. Він був головним замовником Міністерства електронної промисловості, у нього в підпорядкуванні — всі військпреди електронних підприємств.

Його позицію поділяли деякі діячі промисловості. Одним з істотних заходів щодо парирування програми СОІ став комплекс заходів для різкого підвищення стійкості електрорадіоелементів ракети до впливу факторів ядерного вибуху, проведений вітчизняною промисловістю за завданням ВПК. Але, зрештою, при наявності політичного рішення про принципову можливість попереджувального, а не обов'язково ракетно-ядерного удару у відповідь, на протигагу програмі СОІ рішення про створення МБР, стійких до ВФЯВ, стало малоактуальним або взагалі непотрібним. Професор Бердичевський, заступник В.Л. Лапігіна з електроніки, також займав позицію, близьку до поглядів Р.П. Покровського. Його компетентність не піддавалася сумніву. Однак тиск ВПК на необхідність створення стійких ВЕТ зростав, і В.Л. Лапігіну довелося змінити свою позицію. Поступово, під впливом успіхів створення деяких типів радіаційностійких мікросхем, зняв свої заперечення і Р.П. Покровський.

Зазначимо, що в процесі проробки варіантів створення стійких до ВФЯВ ракет були також екзотичні пропозиції. Зокрема, Ю.Б. Харітон, який брав активну участь у вирішенні цієї проблеми, запропонував прикрити блоки електроніки від ВФЯВ... шаром ракетного палива, розташувавши їх усередині паливних відсіків. Ця пропозиція вимагала на той період занадто багато нетрадиційних рішень з компонування ракети. Але труднощі, пов'язані з впливом ВФЯВ, еквівалентних вибуху термоядерного заряду на відстані близько 3-4 км від

ракети, були також у двигателістів, гіроскопістів, у всіх інженерних служб, відповідальних за політ ракети в космосі. Але ми сподівалися, що необхідні рішення знайдуться і це в черговий раз різко знизить міжнародну напруженість. Поки ж в 1982—1983 р. необхідні рішення по підвищенню стійкості ракет до ВФЯВ тільки намащувалися.

В 1982 р. вийшла постанова ВПК, підготовлена О.В. Мінаєвим, про створення елементів електроніки, стійких до ВФЯВ, - від надвеликих інтегральних мікросхем (НВІС) до конденсаторів і транзисторів. До роботи було залучено понад 600 різних організацій — НДІ, КБ, лабораторій вузів. Розробка наукових основ створення стійких до ВФЯВ виробів електронної техніки проводилася в тісній взаємодії з низкою провідних організацій Міністерства середнього машинобудування СРСР, у першу чергу з організаціями Ю.Б. Харітона й А.А. Бріша. Вони мали вже значний досвід, оскільки, розроблювальний ними ядерний заряд, мав досить складну електроніку захищену від ВФЯВ.

Однак роботи такого масштабу, коли необхідно було створити понад 1200 різних виробів електронної техніки з досить твердими вимогами по радіаційній стійкості, для них також були новими. Приблизно через рік після першого рішення ВПК по цьому питанню було підписано ще одне. Підвищення стійкості виробів електронної техніки супроводжувалося їх суттєвим подорожчанням внаслідок ускладнення технології, низку електронних виробів було замінено на інші, близькі функціонально. Особливі труднощі було подолано при створенні стабілітронів — електронних приладів, що виключають нестабільність живлення гіромоторів. У ряді випадків довелося піти на зниження рівня інтегрованості мікросхем заради підвищення їхньої радіаційної стійкості.

Робота ця проводилася при постійному контролі й допомозі з боку ВПК, міністра електронної промисловості О.І. Шокіна й особливо його першого заступника, згодом міністра В.Г. Колесникова. До кінця 1984 р. стало ясно, що електронні вироби, створені в стійкому варіанті, не є прямими аналогами своїх нестійких попередників, отже необхідна практично повна переробка систем керування нового покоління ракет. Наряду у ВПК в 1985 р. з цього питання вів тільки що призначений його головою Ю.Д. Маслоков. З доповіді В.Г. Колесникова випливало, що використання електронних виробів створених в СРСР і стійких до ВФЯВ вимагає істотної переробки систем керування ракет. Це було сприйнято із задоволенням і одночасно з занепокоєнням, — адже нових строків для створення ракет не дадуть. У виступі О.Д. Бакланова, міністра загального машинобудування, ясно пролунала стурбованість: раз ВЕТ нові, то нові й ракети. Дайте нам нові строки.

На нараді були присутні генеральні конструктори ракет і систем керування: В.Л. Лапигін, Я.Е. Айзенберг, М.О. Семихатов, я та інші. Раптом позитивно (правда, попередньо домовившись з ВПК) виступив В.Л. Лапигін, який заявив, що системи керування ракет РТ-23 (і шахтного, і залізничного базування) будуть виконані в стійкому варіанті в раніше передбачений термін і в 1986 р. передані для льотних випробувань. Я його підтримав, тільки О.Д. Бакланов сердито промовив: «Сам відповідати будеш!» В.Л. Лапигін був трохи збентежений: він вважав, що його порив буде сприйнятий з вдячністю, а тут такий афронт. Однак виступ Ю.Д. Маслокова розставив все по своїх місцях: він сердечно подякував В.Г. Колесникова за величезну працю по створенню нових стійких електронних виробів, схвально висловився про В.Л. Лапигіна, подя-

кувавши йому за повне розуміння ситуації й неприпустимості зволікання зі створенням нового покоління стійких ракет. У рішенні ВПК, прийнятому за результатами наради, було передбачено все: поставки стійких електронних виробів розробникам систем керування, випробування окремих приладів на стійкість у ВНДІЕФ у Ю.Б. Харітона, випробування системи керування в спільно з натурним атомним вибухом у шахті Семипалатинського полігона й, нарешті, льотні випробування ракет, стійких до ВФЯВ.

З незначним відхиленнями (не перевищуючими 4-6 місяців) це було виконано, і з того часу бойові ракети, що виготовлялися для РВСП і ВМФ, цілком задовольняли вимогам по стійкості до ВФЯВ. Загальна сума витрат на виконання програми створення електронних виробів, стійких до ВФЯВ, систем керування на їх базі досягла дуже значної величини — близько 6 млрд крб., але це було на два-три порядки менше вартості програми СОІ. Крім того, радіаційно стійкі електронні вироби мали й важливе цивільне значення: вони використовувалися, зокрема, для створення приладів, що діють в умовах радіації: на атомних електростанціях, кораблях-атомоходах, у рентгенівській практиці.

Перехід на радіаційно стійку елементну базу для МБР означав, що ці електронні вироби мали трохи нижчу надійність, отже ця характеристика для нових електронних виробів була майже на порядок нижчою, ніж для колишніх. Це різко збільшило актуальність традиційного для систем керування радянських МБР рішення, так званого троїрування БЦОМ систем керування.

Троїрувалися не в цілому БЦОМ, а окремі її вузли, подекуди навіть окремі елементи, причому під час польоту в роботі одночасно перебували всі три задубльовані елементи. При цьому діяв

принцип так званого мажоритирування: адже а ргіогі було невідомо, який з трьох елементів змінив свої характеристики або взагалі вийшов з ладу. Проводилося автоматичне порівняння характеристик всіх трьох елементів, визнавалися справними ті два (або три) елементи, характеристики яких були ідентичними. Оскільки троїрувалося досить багато ланцюгів, вузлів та окремих елементів, то такий підхід дозволяв здійснювати надійний політ, незважаючи на 40-50 відмов. У процесі впровадження радіаційно стійких електронних виробів, за рахунок поглиблення принципу мажоритирування, система керування МБР залишалася справною й при 400-500 відмовах окремих вузлів! Цей видатний результат досягнуто у колективах генеральних конструкторів В.Л. Лапігіна, М.О. Семихатова та Я.Е. Айзенберга в 1986-1987 рр. З ініціативи голови Державної комісії генерала армії Ю.О. Яшина була добре організована при льотно-конструкторських випробуваннях перевірка доведення команди «пуск» з вищих ланок.

Відпрацьовування ракет цього покоління було досить важким — занадто багато новацій було застосовано одночасно. Досить нагадати безпрецедентний випадок з модернізованою ракетою Р-36М, коли два перших пуски були аварійними. Причому в одному з них ракета вибухнула, звалившись у шахту й зруйнувавши всі стартові спорудження. Однак упевненість у правильності технічних рішень була такою високою, що випробування було продовжено, аварій більше не було, і дотепер ця ракета — одна з найнадійніших у світі.

Створення цього покоління ракет, стійких до вражаючих факторів ядерного вибуху, досягаючих території супротивника, навіть у випадку, якби програму СОІ було б здійснено, зробило свою справу: програма СОІ ста-

ла неефективною. Ця програма стала згортатися, а процес перемов, навпаки, — форсуватися, і невдовзі з'явилися радикальні домовленості про знищення ракет середньої й меншої дальності, про скорочення на 30-50% ракет міжконтинентальної дальності тощо. Почався довгоочікуваний період глибокої розрядки міжнародної напруженості.

Космічна техніка

4 жовтня 1957 р. увесь світ став свідком видатної події — успішного запуску в Радянському Союзі першого у світі штучного супутника Землі. Ракетобудування перетворилося в самостійну галузь промисловості. Збільшився попит на ракетну техніку, насамперед, для військового використання, завдяки великій дальності, швидкості й висоті польоту ракет, що робило їх невразливими для супротивника. Також назріла необ-

хідність безпосередньо вивчати вищі шари атмосфери Землі, які недоступні для досліджень традиційними методами. Наша країна вийшла на передові рубежі науки й техніки в різних галузях.

У січні 1957 р. у КБ «Південне» було розпочато проектно-пошукові роботи зі створення ракети-носія для запуску супутників на базі бойової ракети Р-12, яка проходила льотні випробування. У квітні 1960 р. на базі ракети розроблено ескізний проект ракети-носія «Космос». По суті, це стало початком нового напрямку в КБ «Південне» — використання в мирних цілях розроблених у КБ бойових ракет на висококиплячих компонентах палива. За постановою Уряду від 31 жовтня 1961 р. про створення космічного носія «Інтеркосмос» на базі бойової ракети Р-14 і космічних апаратів «Метеор», «Стріла» і «Бджола» ми почали вести його розробку. Але

Індекс ТАРС	«Космос»	«Інтеркосмос»	«Циклон-2А»	«Циклон-2»	«Циклон-3»	«Зеніт»	Бл. «А» РН «Енергія»
Індекс МО	11К63	11К65	11К67	11К69	11К68	11К77	Бл. А /11С25
ІНДЕКС НАТО	SL-7	SL-8	SL-11	SL-11	SL-14	SL-16	SL-17
Кількість ступенів	2	2	2	2	2	2	4 блока
Довжина ракети, м	30	32,3	39,7	35,5	39,27	57	40 (бл.)
Діаметр ракети, м	1,65	2,4	3,0	3,0	3,0	3,9	3,9
Стартова вага, тс	49	105	182	182	186	457	374 (бл.)
Вага ПГ на низькій орбіті, тс	0,45	1,5	3,4	3,4	4,0	13,7	—
Компоненти пального	АК27+ТМ-185+ O_2 +НДМГ	АК27+НДМГ	АТ+НДМГ	АТ+НДМГ	АТ+НДМГ	O_2 +РГ-1	O_2 +РГ-1
Рік першого запуску	1962	1964	1967	1969	1977	1985	1987

після випуску ескізного проекту носія «Інтеркосмос» через велике завантаження КБ «Південне» М.К. Янгель прийняв рішення подальшу розробку цього носія передати М.Ф. Решетньову — головному конструктору ОКБ-10 Красноярська. Воно відоме нині в усьому світі як НВО прикладної механіки, стало провідною організацією країни по створенню комплексів супутникового зв'язку різного призначення, навігаційних космічних систем і інших об'єктів.

В подальшому нами на базі бойової ракети Р-36 було розроблено ракети-носії серії «Циклон» (три модифікації). Провідним конструктором по ракеті-носію «Циклон-2» М.К. Янгель призначив Л.Д. Кучму, який мав значну самостійність у роботі; надалі він став моїм першим заступником, потім генеральним директором виробничого об'єднання «Південний Машинобудівний завод», а згодом — головою уряду України і Президентом України. Ракети-носії «Циклон» активно використовувалися й використовуються в цей час, у тому числі для виведення на низькі кругові орбіти космічних апаратів зв'язку, навігації, геодезії, народногосподарського й військового призначення, таких як «Цикада», «Мусон» та ін.

Ракети-носії космічних апаратів, створені в КБ «Південне» на базі бойових ракет

Носій «Космос» 16 березня 1962 р. уперше вивів на орбіту штучний супутник Землі ДС-2, який одержав назву «Космос-1».

Постановою Уряду також було доручено КБ «Південне» й заводу розробити й виготовити серію малих супутників Землі. До 1962 р. у КБ склалася досить цікава ситуація: у результаті цілого ряду постанов були повністю завантажені роботою працівники, які займалися бойовою тематикою. Проте, ми розуміли, що дуже цікавою й модною є розроб-

ка космічних апаратів, і прагнули брати участь у цій престижній і важливій справі. Одночасно з розширенням і поглибленням основного напрямку — розробки й виготовлення бойових ракет і ракет-носіїв на їхній базі — КБ вийшло із пропозицією про створення малих уніфікованих супутників для проведення наукових досліджень у навколосемному космічному просторі.

30 жовтня 1965 р. у складі КБ «Південне» створено КБ-3 по розробці космічних апаратів. Головним конструктором КБ-3 був призначений В'ячеслав Михайлович Ковтуненко, який творчо й ініціативно підійшов до розробки космічних апаратів для дослідження ближнього космосу, створивши широко відомі в країні й за кордоном уніфіковані супутники. З його ім'ям пов'язана реалізація програми співробітництва по дослідженню й використанню космічного простору в мирних цілях — «Інтеркосмос». У грудні 1977 р. В.М. Ковтуненко стає головним конструктором НВО ім. С.О. Лавочкина і їде в Москву. Я призначив головним конструктором КБ-3 Б.Є. Хмирова, доктора технічних наук, дуже скромного й грамотного фахівця. Після нього головним конструктором КБ-3 став С.М. Конюхов, нині генеральний конструктор КБ «Південне».

У середині 60-х рр. у нашій країні гостро встала проблема створення ефективного засобу контролю за стратегічними озброєннями. Це завдання виконувалося в той час супутниками-фоторозвідниками типу «Зеніт», які створено в ОКБ-1 С.П. Корольова на базі космічного корабля «Восток». Однак вони мали низку істотних недоліків, зокрема малий строк активного існування, який становив близько двох тижнів, відсутність засобів оперативної доставки знятої фотоплівки, недостатній запас палива двигунів для виконан-

ня балістичних маневрів не дозволяли цим супутникам повно й оперативно здійснювати контроль за проведеними випробуваннями й розгортанням бойової ракетної техніки й інших стратегічних озброєнь. Водночас у США вже експлуатувалися супутники-фоторозвідники типу «Самоз» з тривалішим строком активного існування (понад місяць), більшими маневровими можливостями.

В 1966 р. у КБ «Південне» висунуто ідею створення спеціалізованих супутників-фоторозвідників, вільних від недоліків об'єктів типу «Зеніт». Цю ідею доведено до випуску аванпроектів супутників ДСФ-1 і ДСФ-2. Однак у зв'язку з перевантаженням КБ «Південне» іншими завданнями керівництвом Міністерства загального машинобудування СРСР було ухвалене рішення про передачу цієї тематики в Куйбишевську філію ЦКБЕМ (нині — Центральне спеціалізоване КБ), яким з 1959 р. керує один з найближчих соратників С.П. Корольова — Д.І. Козлов. Ця організація успішно розробила космічний аерофоторозвідник на новій конструктивно-апаратній базі, а в подальшому створила на його основі низку супутників спостереження. Незабаром після початку пусків на одному із супутників було встановлено експериментальну апаратуру радіотехнічної розвідки. Проведені випробування її показали, що радіотехнічна розвідка з космосу може істотно збільшити обсяг одержаних при цьому відомостей.

В 1963 р. США запустили в космос свій перший космічний апарат радіотехнічної розвідки «Феррет». Стала очевидною необхідність створення аналогічних вітчизняних космічних засобів. Було сформульовано вимоги до першої вітчизняної космічної системи радіотехнічної розвідки, що повинна була включати в себе кілька постійно

перебуваючих на орбітах супутників двох типів — оглядового та детального спостереження. Оглядові супутники повинні стежити за загальною радіотехнічною обстановкою й виявляти наявність радіотехнічних засобів різних типів на контрольованих територіях. Супутники детальної розвідки призначалися для вивчення характеристик виявлених радіотехнічних засобів і визначення їхніх координат. В 1964 р. вийшла постанова Уряду про створення першої вітчизняної космічної системи радіотехнічної розвідки. Розробку космічних комплексів було доручено КБ «Південне», апаратури радіотехнічної розвідки — ЦНІРТІ.

Перший запуск супутника оглядової радіотехнічної розвідки відбувся в 1967 р. Супутник був простий у виготовленні, тому що не мав системи орієнтації. Проте, наступна експлуатація показала, що з його допомогою можна визначити район розміщення радіовипромінювального засобу вимірюванням доплерівського зміщення несучої частоти й вимірюванням амплітуди сигналу з різних точок траєкторії. Установлена на борту апаратура дозволяла визначати амплітуду й несучу частоту сигналів, тривалість і період повторення імпульсів. Інформація записувалася на бортовий запам'ятовуючий пристрій і один-два рази на добу скидалася на Землю по радіоканалам.

В 1970 г. було здійснено перший запуск супутника детальної радіотехнічної розвідки другого покоління. На ньому встановлено гравітаційну систему орієнтації з індикацією кутового положення космічного апарата по зорях. Великогабаритні панелі приймаючих антен дозволяли пеленгувати прийняті сигнали. Таким чином, за даними траєкторних вимірювань, інформацією про кутове положення супутника й кутах пеленгації була забезпечена можли-

вість визначення координат випромінювальних радіозасобів і ототожнення їх з об'єктами, розкритими іншими засобами спостереження.

В 1971 р. систему радіотехнічної розвідки з оглядовими супутниками здано на озброєння, а в 1976 р. на озброєння надійшли й супутники детального спостереження. Система дозволила вирішити ряд важливих оборонних завдань. З її допомогою виявлено радіотехнічні засоби наземних і морських стратегічних об'єктів, визначено їх координати і режими роботи, виявлено введені на озброєння нові радіотехнічні засоби, визначено їх тактико-технічні характеристики з метою оцінки бойових можливостей цих засобів і одержання необхідних даних для організації радіоопротидії. Було вирішено завдання розкриття радіотехнічних мереж забезпечення систем ПРО, ППО, ВВС і ВМФ. Постійна експлуатація системи дозволила оперативного контролювати загальну радіотехнічну обстановку в різних регіонах світу з метою виявлення ознак зміни в діяльності й ступеня боєздатності збройних сил закордонних держав. У подальшому в КБ «Південне» розроблено і прийнято на озброєння більш досконалий і важчий супутник радіотехнічної розвідки, який виводили на орбіту носії «Зеніт». Головою Державної комісії ракети-носія «Зеніт» і супутника був Г.С. Титов.

У КБ «Південне» створено малі уніфіковані супутники для проведення наукових досліджень у навколосезонному просторі, які дозволили АН СРСР почати широке вивчення ближнього космосу, магнітосфери Землі, сонячно-земних зв'язків, міжпланетної плазми. До цієї роботи було залучено й соціалістичні країни. Подальший розвиток цього напрямку — автоматичні універсальні орбітальні станції — АУОС, які дотепер ефективно вирішують завдання науки.

Кілька слів про те, що з 1983 р. у країні вивчається земна поверхня з використанням радіолокатора бічного огляду із синтезованою апертурою. Початок було покладено запуском першого в країні супутника «Океан-01» з радіолокатором бічного огляду. Було одержано низку синхронних радіолокаційних і оптичних зображень акваторії Світового океану, морських льодів, льодовикових покривів Антарктиди, островів Арктики, проведено серію спеціалізованих експериментів методичної та практичної спрямованості. При обробці радіолокаційних даних і одержанні кількісних оцінок характеристик поля використовувалася двовимірною моделлю розсіяння радіохвиль морською поверхнею. Широко проводилися теоретичні та експериментальні дослідження розсіяння радіохвиль різними видами морських і материкових льодів з урахуванням сезонної мінливості, залежності від товщини снігового покриву. Самостійне значення мають оцінки впливу атмосфери, насамперед, інтенсивних опадів, на характер радіолокаційних зображень. Радіолокаційна станція, встановлена на «Океані-01» («Космос-1500»), має розміри роздільного елемента приблизно 1,3x2,3 км — це більш ніж на два порядки краще порівняно з супутниковим спектрометром, установленим на супутнику «Seasat».

На Південному машинобудівному заводі вперше було організовано серійне виробництво уніфікованих супутників. На їх базі було проведено широкі дослідження серії «Інтеркосмос» разом з соціалістичними країнами, а також з Францією, Швецією й рядом ін. Почалися вони 14 жовтня 1969 р. запуском супутника «Інтеркосмос-1» для вивчення Сонця і його впливу на верхню частину атмосфери Землі. Досліджувалися її параметри: магнітосфера, радіаційні пояси Землі, низькочастотні електромаг-

нітні хвилі, космічні промені, а також частинки високої й надвисокої енергій, радіовипромінювання Сонця в діапазоні частот 0,6-6,0 МГц, магнітні характеристики Землі. Широко проводилися фізичні вимірювання у високих шарах атмосфери з метою вивчення зв'язку магнітосфери з іоносферою, комплексні дослідження характеристик верхніх шарів атмосфери Землі, вивчення метеорних частинок, ультрафіолетового й рентгенівського випромінювань Сонця та їх вплив на структуру іоносфери. Для дослідження динамічних процесів у магнітосфері, у приполярній і полярній частинах іоносфери Землі використовувалися низькочастотні електромагнітні хвилі.

У програмі «Інтеркосмос» брали участь учені Болгарії, Чехословаччини, Угорщини, Польщі, ГДР, Румунії, Монголії, Куби. Це все дало винятково цікаві результати. Вони високо підняли авторитет КБ. Особливо хотілося б відзначити важливість проведення з радянсько-французької програми «Оріон» в 1971, 1973 і 1981 рр, на супутниках «Оріон-1, -2 і -3», виведених на орбіту носієм «Космос».

Нагромадивши достатній досвід у створенні уніфікованих супутників ДС-В1, -В2, -У3, ми в 1966 р. почали розробляти супутник ДС-В4, головна відмінність якого від зазначених полягала в тому, що наукова апаратура та об'єкти експерименту розміщувалися в спеціальному автономному відсіку-капсулі, яка після виконання програми досліджень поверталася на Землю. Ми, як і раніше, особливу увагу приділяли уніфікації супутника, і в цьому випадку вона полягала в тому, що розміщення в капсулі різної наукової апаратури не вимагало зміни геометричної форми капсули й основної частини супутника, складу службових систем електричних схем і алгоритмів

керування капсулою. Запускати супутник планували за допомогою носія «Космос».

Ми як і раніше думали про свій потужніший носій і в 1975 р. запропонували нову космічну ракету. Основою для такого носія повинна була стати бойова ракета Р-36М2 УТТХ. Ескізний проєкт цього носія ми розробили й захистили. Але невдовзі на сесії Верховної Ради СРСР розгорнулися дискусії про стан екології в країні. Мені стало цілком ясно, що перспектив ракета-носій на базі висококиплячих компонентів палива не має. Коли я приїхав додому після сесії, то, зібрав своїх заступників і докладно розповів про те, що відбувалося в Москві на сесії. Порушив питання про необхідність почати розробку нового носія на нетоксичних, екологічно чистих компонентах палива, а також внести низку нових принципових рішень - зменшити поля падіння ступенів ракети-носія. 16 березня 1977 р. було прийнято постанову Уряду «Про створення універсального космічного носія «Зеніт».

У ході обговорення проєкту ми дійшли висновку, що найправильніший шлях - створення носіїв різної вантажопідйомності з максимальною уніфікацією їх основних елементів. Було визначено принципи розробки носіїв «Зеніт» і «Енергія». Я їх обговорив з В.П. Глушком, він гаряче їх підтримав. Я доручив Ю.О. Сметаніну та І.І. Іванову розглянути кілька варіантів двигунів для ракети «Зеніт», у тому числі ретельно вивчити можливість використання двигунів М.Д. Кузнецова, тих, які залишилися від надважкого носія Н-1. Дуже привабливо було їх застосувати, залишалося їх ще близько 150 штук. Але коли продовжили проробляти питання зв'язування носіїв «Зеніт» і «Енергія», то впливало, що найоптимальніше було б взяти за основу 600-тонний ра-

кетний двигун В.П. Глушка. Необхідно було підняти його тягу до 740 тонн і застосувати потім на «Зеніті». Виникла ідея після відпрацювання цього двигуна на носії «Зеніт», тобто після 8-10 пусків, перший ступінь від «Зеніта» з 740-тонним двигуном використовувати на носії «Енергія» як бічний блок. Реальне життя підтвердило цю ідею. Пройшло дев'ять пусків «Зеніта», і 15 травня 1987 р. запущено носій «Енергія». Вийшло непогано. Потім нормально здійснився пуск «Бурану». Але життя склалося так, що програму по системі «Енергія-Буран» закрили.

Раніше на носіях «Циклон» було застосовано автоматичний старт розробки КБ, який очолював В.М. Соловійов. Для носія «Зеніт» також вирішили застосувати автоматичний старт, доручивши його розробку В.М. Соловійову, оскільки була гарна виробнича база, багатий досвід роботи з його організацією. Завдяки комплексному відпрацюванню ракети й старту, останній вийшов винятково цікавим. Заправлення й підготовка ракети до пуску відбувалися без присутності людей на стартовій площадці. Це дуже важливо, тому що гіркий досвід вимагає виключити участь людей у цих небезпечних операціях, Циклограма пуску тривалістю 90 хвилин іде повністю автоматично. Стартові спорудження після пуску не вимагають відновлювально-ремонтних робіт. Я домовився з М.О. Пілюгіним про розробку для цього носія «ліфтової» системи керування. Це означало, коли «Зеніт» виконується у двоступінчастому варіанті, то прилади встановлюються на другому ступені, а при триступінчастому — на третьому або на розгінному блоці. Хоч все це було непросто, в цілому виходила чітка і ясна концепція носія «Зеніт», і він був високо оцінений фахівцями.

Нині ракету-носій «Зеніт» передбачається використовувати в міжнародній

програмі «Альфа». Трохи раніше пророблявся варіант її запуску з міжнародного космодрому, який планувалося будувати на мисі Йорк в Австралії. Ось як оцінив комплекс «Зеніт» директор космічного агентства Австралії Б. Мідлтон після відвідування стартового комплексу на Байконурі: «Я побував на всіх стартових комплексах країн світу, але нічого подібного «Зеніту» не бачив. Це найвище технічне досягнення ХХ ст.»

Нині РН «Зеніт» розглядається генеральним конструктором НПО «Енергія» Ю.П. Семеновим і генеральним конструктором КБ «Південне» С.М. Коноховим разом з фірмами Заходу для запуску з морської платформи.

Вчені всіх країн вкладають свої розробки в різні міжнародні програми. Так, у програмі «Марс-96» брали участь учені 18 країн. У програмах «Спектр-РГ», «Спектр-Р» і «Спектр-УФ» — 15 країн. США й Росія створюють міжнародну космічну станцію «Альфа» за участю вчених Європи, Японії й Канади. Настав час, коли дослідження космосу потрібно вести на основі широкого міжнародного співробітництва із залученням наукових розробок учених різних країн. Такі напрямки діяльності, як оцінка стану озонного шару, розробка методів для надійного прогнозування землетрусів, місця й часу зародження руху тайфунів, створення технічних засобів для видалення в космос радіоактивних відходів, що накопичуються на атомних електростанціях, боротьба зі сміттям у космосі та вжиття заходів щодо зменшення його засмічення в майбутньому, астрофізичні дослідження космосу, вивчення планет — все це дає можливість не тільки краще зрозуміти історію Землі, але й сприяти її розвитку в потрібному людству напрямку. Умовою цього є широке міжнародне співробітництво.

Уткін В.Ф.

Література.

Уткин В.Ф. Через тернии — к звёздам. / Советская военная мощь: от Сталина до Горбачева / Отв. ред. А.В. Минаев. — М.: Воен. парад, 1999. — 617 с.

Підводячи підсумки, можна констатувати, що за свою історію КБ «Південне» зайняло провідні позиції в розвитку ракетно-космічної техніки в СРСР. Стратегічні

ракетні комплекси, розроблені в КБ, стали основою ядерно-ракетного щита країни. Надалі на їх базі було розроблено космічні РН для запуску ШСЗ і космічних апаратів. Ракетами-носіями «Космос», «Інтеркосмос», «Циклон» тощо на орбіти ШСЗ були виведено понад 1100 космічних апаратів. Їх запуск дозволив проводити космічні дослідження в інтересах науки та оборони країни.

Ракетобудування і космічна діяльність в Україні в 1992–2021 рр.

На момент здобуття незалежності Україна мала один із найпотужніших у світі кадрових, науково-технічних, технологічних і виробничих потенціалів ракетно – космічної техніки. За оцінками західних експертів, на її території розміщувалося до 28% ракетно-космічного комплексу СРСР. За даними світових експертів, на той час **21** критична технологія здатна забезпечити виробництво конкурентоспроможних товарів у ключових галузях промисловості високих технологій, зокрема **16** використовуються у ракетно-космічній галузі. Україна мала **13** унікальних технологій. За окремими передовими технологіями і унікальними виробничими можливостями цей потенціал не мав аналогів у світі і був безцінним національним надбанням. Його основу складали: виробнича і технологічна база, багатопрофільна експериментальна база, наземні засоби командно-вимірювальної інфраструктури керування космічними апаратами, колективи спеціальних конструкторських організацій, науково-дослідних і академічних інститутів, наукова лабораторно-дослідна база, навчальна база вищої школи з підготовки вчених, фахівців сучасних професій для роботи на підприємствах галузі.

Вартість основних фондів підприємств галузі становила понад 1,5 млрд. доларів. Найважливішою космічною продукцією галузі були: ракети – носії "Циклон-2", "Циклон-3", "Зеніт-2", з 1999 р. "Зеніт-3SL", "Зеніт-3SLB", "Дніпро", з 2012 р. "Антарес", "Вега"; космічні апарати "Цілина-2", "АУОС", "Океан", з 1995 р. КА "Січ-1", "Січ -1м", "Січ-2", "Єгиптсат", "Мікросупутник"; системи керування ракет-носіїв "Союз", "Протон", "Ро-

кот", "Зеніт", "Дніпро", пілотованих і вантажних космічних кораблів, з 1998 р. для базового модуля "Зоря" Міжнародної космічної станції; системи орієнтації і стикування космічних кораблів "Ігла", "Курс" (138 комплектів до 2019 р.).

Виробничі потужності промислових підприємств ракетно-космічного напрямку дозволяли в 1990 – 1991 рр. щорічно виготовляти до **100** ракет космічного і військового призначення та близько **10** супутників, в основному, дистанційного зондування Землі. У кооперації по виготовленню космічної техніки брали участь близько **300** підприємств і організацій України. На головних підприємствах, які виробляли космічну техніку працювало близько **200** тис. персоналу, понад 50% з них мали вищу освіту. Втрата такого потенціалу, нехтування досягненнями України в космічній сфері було би злочином не тільки перед майбутнім поколінням, незалежною країною, але і перед усім світовим співтовариством.

На жаль, підписана в Мінську 30 грудня 1991 р. Угода "Про спільну діяльність щодо дослідження та використання космічного простору" не стала в рамках СНД об'єднувальним документом для продовження досліджень космічного простору і фактично розділила



напрацьований потенціал СРСР. Розпочався перегляд космічних програм і планів, зупинка фінансування низки наукових, військових, прикладних космічних проектів, в тому числі міжнародної програми "Інтеркосмос".

Створення Національного космічного агентства України.

Реально оцінюючи масштаби та важливість підприємств ракетно – космічної галузі для розвитку економіки країни група вчених, керівників підприємств та установ республіки звернулася до Президента НАН України академіка Б.Є. Патона з пропозицією провести нараду з вироблення зважених заходів щодо стратегічної галузі країни, її збереження, розвитку в нових умовах та створення космічного агентства України, і внести їх до Президента України Л.М.Кравчука. 30 січня 1992 р. відбулася зустріч Президента України Л.М.Кравчука з представниками НАН України та ініціативної групи.

29 лютого 1992 р. Президент України Л.М.Кравчук підписав Указ "Про створення Національного космічного агентства України" (НКАУ). При цьому саме на нього як на центральний орган виконавчої влади при Кабінеті Міністрів України покладено функції управління в космічній діяльно-

У К А З Президента України

Про створення Національного космічного агентства України

Виходячи з необхідності збереження і подальшого розвитку в інтересах незалежної України науково-технічного і виробничого потенціалу космічної галузі народного господарства України, його використання для розв'язання соціально-економічних проблем, постановляю:

1. Створити при Кабінеті Міністрів України Національне космічне агентство України (НКАУ).

2. Основними завданнями Національного космічного агентства України є:

- розробка концептуальних основ державної політики в галузі дослідження і використання космічного простору;
- підготовка пропозицій та рекомендацій Президенту України і Кабінету Міністрів України з питань дослідження і використання космічного простору;
- координація діяльності органів державної виконавчої влади, науково-дослідних установ, підприємств і організацій космічної галузі з питань організації та проведення космічних робіт;
- організація міжнародного та міждержавного співробітництва і здійснення контролю за дотриманням міжнародно-правових норм з питань дослідження і використання космічного простору;
- організація робіт фундаментального та прикладного характеру в космічній галузі;
- фінансування робіт по дослідженню і використанню космічного простору.

3. Кабінету Міністрів України до 1 квітня 1992 року розробити і затвердити "Положення про Національне космічне агентство України" і штатну структуру, а також забезпечити фінансування діяльності Національного космічного агентства України.

4. Указ набуває чинності з дня його підписання.



Президент України

Л.КРАВЧУК

М.Кізіт

"29" лютого 1992 року

№ 117

сті республіки. Постановою Кабінету Міністрів України від 9 березня 1992 р. Генеральним директором призначено **В.П.Горбуліна**. Перед новоутвореною структурою стояли важливі завдання щодо розробки стратегії космічної діяльності країни, організації управління такою складною і розгалуженою низкою промислових підприємств, конструкторських бюро науково-дослідних установ, формуванням вітчизняних замовників ракетно-космічної техніки та користувачів супутниковою інформацією в різних галузях економіки країни, виходом підприємств зі своєю продукцією на міжнародні ринки. Швидкими темпами готувалося Положення про НКА України, структура, штатний розклад, затверджується чисельність апарату в складі 39 осіб.

У вересні 1992 р. створено творчий колектив із 30 експертів – представників НАН України, космічного агентства, Міністерства оборони та промислових підприємств для розробки заходів (програми), розрахованих на коротку, середньотермінову та далеку перспективу. Вирішено складати державні космічні програми терміном на п'ять років. Розпочалася робота з підготовки **першої космічної програми**. Експерти дійшли висновку, що **Державна космічна програма України** повинна складатися з трьох розділів:

- Національні космічні проекти;
- Міждержавні космічні проекти;
- Міжнародна діяльність та космічні проекти з країнами Європи та далекого зарубіжжя.

В першу космічну програму відбиралися перспективні проекти. Було зібрано понад **600** пропозицій та проектів, серед них **225** національних, **343** міждержавних, **4** міжнародних. Експерти дійшли висновку про слабкий розвиток в країні внутрішнього ринку космічних послуг, недостатню кількість користу-

вачів космічної інформації, незначну кількість космічних сервісів. Не було вагомих міжнародних проектів, контактів з космічними агентствами та урядовими установами, відповідальними за космічну діяльність в своїх країнах. Але головною проблемою була відсутність вітчизняних замовників космічних послуг. Ці проблеми виявилися хронічними протягом тривалого періоду. Було відібрано проекти, які забезпечували **створення національної системи** дистанційного зондування Землі "СІЧ" із запуском першого супутника "Січ-1" вітчизняною ракетою-носієм «Циклон-3», під юрисдикцією України, розробку технологій і створення вітчизняного телекомунікаційного супутника "Либідь", **підготовку космонавта** для здійснення наукових експериментів під час космічного польоту, пошук можливостей незалежного виходу в космічний простір (АКРК "Світязь"), підготовку експериментів **дослідження поверхні та атмосфери Марса**, створення **гіперзвукового** авіаційно - космічного літального апарата, підготовку міжнародних угод про співпрацю з провідними космічними державами. Через шість місяців проект першої космічної програми запропоновано Уряду і **25 травня 1993 р.** затверджено Постановою Кабінету Міністрів України. Прийнято низку важливих державних документів, з підтримки космічної діяльності в Україні, реанімації ракетно-космічної галузі, встановлюються правила здійснення космічної діяльності в Україні, підписуються перші міждержавні угоди з провідними космічними країнами світу, які забезпечують можливість міжнародного співробітництва. На підприємства галузі з візитами приїждять делегації з різних країн, представники відомих ракетно-космічних фірм "Боїнг", "Мартін Марієтта", "Аероджет", "Локхід", "Alenia Spacio", "Fiat Avio",

"Spot Image", "Agard" та багатьох інших з Індії, Китаю, Канади, США, РФ, країн Євросоюзу. Представники іноземних посольств відвідують Національне космічне агентство України з метою встановлення ділових стосунків та налагодження співробітництва.

Враховуючи вимоги міжнародного космічного права, окремих міжнародних угод, НКАУ мало відмовитися від розробки та створення ракетно-космічної техніки військового призначення і працювати тільки над створенням техніки для мирного космосу. Це для підприємств та наукових установ, які проводили значний об'єм робіт по формуванню ракетно-ядерного щита Радянського Союзу, обернулося різкими зменшеннями замовлень, значними втратами у фінансуванні та необхідністю перебудувати в короткі терміни всю свою діяльність. Уряди США, Канади, Швеції разом з Україною підписали Угоду про утворення в 1994 р. **Українського науково-технологічного центру**. Його діяльність спрямовувалася на підтримку науковців та фахівців, які працювали в оборонних галузях України і потрапили під програми конверсії. Національне космічне агентство України та окремі підприємства плідно працювали з цим Центром, підтримуючи своїх фахівців. Внесок Українського науково-технологічного центру це 80 проектів в сфері аерокосмічної промисловості з бюджетом понад 9 млн. доларів і 226 тис. євро.

В проектах було задіяно понад 1500 вчених та 7 підприємств. Зокрема, КБ "Південне" підготувало і виконало 55 проектів на суму 3,9 млн. доларів і 616 тис. євро.

Формування ракетно-космічної галузі.

Керівництво Національного космічного агентства, виходячи із стратегії розвитку космічної політики країни, вжило низ-

ку заходів для покращення управління підприємствами, розвитку космічних досліджень, профорієнтації молоді, що на той час було необхідним для збереження і розвитку підприємств та установ. як основи власної майбутньої ракетно-космічної галузі. 5 червня 1996 р. НАН України та Космічним агентством України приймається рішення про організацію **Інституту Космічних досліджень** подвійного підпорядкування. В червні 1996 р. видано Указ Президента України Л.Д. Кучми **"Про Національний центр аерокосмічної освіти молоді"**, що започаткувало формування в Україні системи позашкільної аерокосмічної освіти учнівської та студентської молоді. В серпні 1996 р. видано Указ Президента України **"Про Національний центр управління та випробувань космічних засобів"**. По суті це означало створення **військово - космічних сил України**. Цим Указом у підпорядкування космічному агентству передавалися з Міністерства оборони України 12 військових частин, підпорядкованих управлінню ракетно-космічного озброєння, з чисельністю понад 3500 офіцерів-фахівців з вищою військовою інженерною освітою. Головним завданням Центру було забезпечення роботи наземної інфраструктури, управління космічними апаратами, обробка супутникової інформації та надання її користувачам, створення державної системи контролю космічного простору та орбітографії, підтримання цілісності навігаційного поля та системи єдиного часу.

15 листопада 1996 р. прийнято Закон України **"Про космічну діяльність"**. Указом Президента України від 13 березня 1997 р. встановлено професійне свято 12 квітня – **«День працівників ракетно-космічної галузі України»**.

Поступово формується космічне право України. В 1998 р. Національне космічне агентство та Національна

академія наук України утворюють **Міжнародний центр космічного права**. Для забезпечення ефективної діяльності підприємств галузі було підготовлено та прийнято понад **160** законодавчих та розпорядчих актів Президента, Верховної Ради, Уряду та Угод з **25** країнами світу.

Протягом перших років незалежності в країні формуються **три центри** виробництва ракетно-космічної техніки: в Дніпрі — **проектування й виготовлення ракет-носіїв та космічних апаратів** (ВО «Південмаш», КБ «Південне», Інститут технічної механіки, АТ НДІРВ, «Український науково-дослідний інститут технології машинобудування, Дніпровський проектний інститут, Національний центр аерокосмічної освіти молоді та інші); у Харкові - **системи керування ракет-носіїв, супутників та космічних станцій**, («Хартрон», «Комунар», «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування» та інші); в Києві - **космічне приладобудування, наземне обладнання, системи прицілювання, пошуку та стикування на орбіті КА з космічними станціями** («Киїприлад», Київський радіозавод, завод «Арсенал», КБ «Арсенал», ДНВЦ «Природа» та інші). В новоутвореній галузі на той час працювало понад **60** тисяч працівників (в 2020 р. налічувалося лише **16** тис.чол.).

Згідно з домовленостями між Президентом України Л.Д. Кучмою та Президентом США Б.Клінтоном та контактів між В.П.Горбуліним і директором НАСА Д. Голдіном, в 1995р. розпочата підготовча робота до участі українського космонавта в одній із місій на американському космічному шаттлі. Керівником цього проекту призначено заступника Генерального директора НКАУ Е.І.Кузнецова. Наукові експерименти готували 6 інститутів та установ НАН України під керівництвом Є.Л. Кордюм. Разом з Малою акаде-

мією наук готується освітня програма для школярів та студентів. Після оголошення конкурсу на участь в польоті українського космонавта — фахівця з корисного навантаження, надійшло понад 30 заяв претендентів. В підсумку переміг **Л.К. Каденюк**. Його дублером визначено молодого науковця **Я.І. Пустового**. Вони пройшли стажування та майже річну підготовку в космічних центрах НАСА. Космічна місія **STS - 87** на шаттлі «**Коламбія**» відбулася з 19 листопада до 5 грудня 1997 р. На орбіті Л.К.Каденюк виконав **10 наукових експериментів** з космічної ботаніки, провів освітню програму для молоді, спілкувався з Президентом України Л.Д.Кучмою.

В жовтні 1998 р. Указом Президента України Л.Д. Кучми до сфери управління НКАУ передано низку підприємств, інститутів і військових частини, які займалися ракетно-космічною тематикою. **НКАУ в зв'язку з новими функціями було надано статус спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади**. Державну космічну програму затверджено як Закон України. В 1999р. на підприємствах космічної галузі утворено **представництва генерального замовника — НКАУ, створююється галузева профспілкова організація «Космомаш», запроваджуються галузеві нагороди «Ветеран космічної галузі України» та «Почесний працівник космічної галузі України»**. В березні 2000 р. Верховна Рада України приймає Закон України «**Про державну підтримку космічної діяльності**».

З метою координації та систематичної роботи з молодими працівниками в 2001 р. формується **Рада молодих фахівців галузі**, в квітні 2002 р. створено Всеукраїнську громадську організацію «**Аерокосмічне товариство України**».

Вихід України на світовий ринок космічних послуг. Керівники НКАУ -

В.П.Горбулін, В.М.Шмаров і Е.І.Кузнецов систематично брали участь в науково-організаційній роботі та виступали з доповідями на засіданнях Науково-технічного комітету ООН та його підкомітетів, відкриваючи Україну як промислову державу, яка має унікальні космічні технології. Для багатьох країн членів ООН це було справжнім відкриттям України як великої космічної держави в центрі Європи.

В січні 2004 р. в Києві пройшов Міжнародний семінар **"Співпраця України і Європи в сфері космічних досліджень"**. В центральному офісі ООН у Відні в червні 2004 р. Національне космічне агентство України провело масштабну виставку **"Україна - космічна держава"**, яка викликала значний позитивний відгук у членів сесії ООН. Делегація України передала для постійної виставки в приміщенні ООН модель ракети-носія **"Зеніт - 2"**. В 2006 р. ООН проводить в Україні **Міжнародний симпозіум з космічного права**, в якому взяли участь 22 країни. Активна робота делегації космічного агентства з космічними агентствами Європейських країн, насамперед **Франції (КНЕС), Німеччини (ДЛР)**, участь в космічних салонах **"Бурже"** в Парижі, **"ІЛА"** в Берліні сприяли зміцненню авторитету України в Європі.

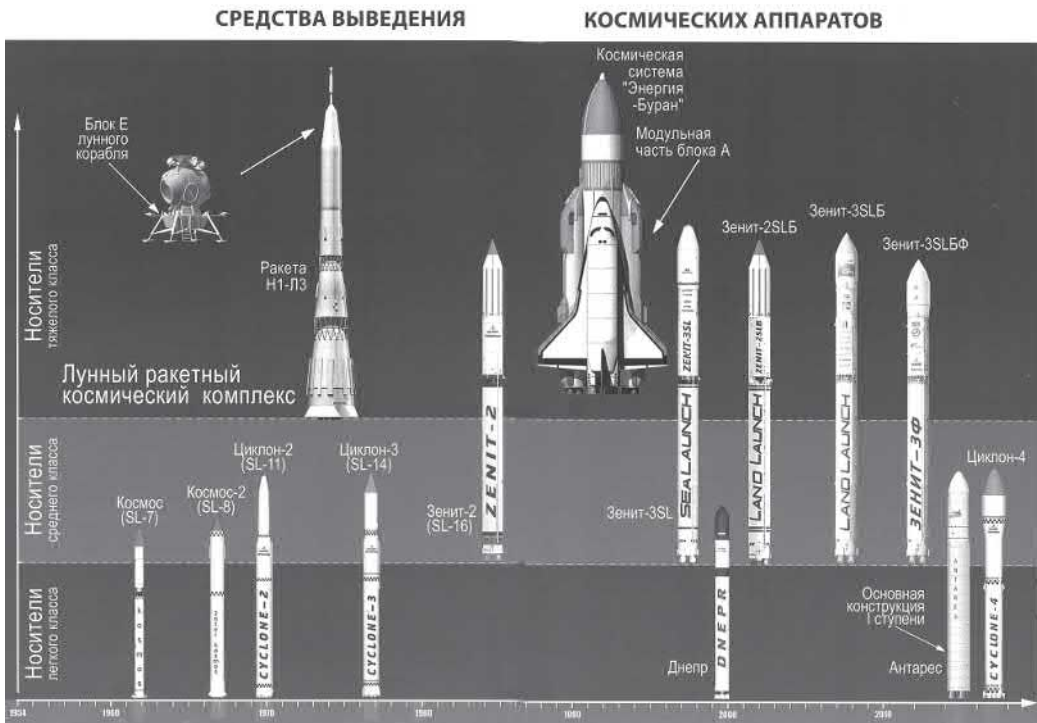
25 січня 2008 р. в Парижі підписано Угоду між Урядом України та Європейським космічним агентством про співробітництво у використанні космічного простору в мирних цілях, а 22 квітня 2008 р. розпочав роботу Українсько-Європейський проект **"ТВІНІНГ": «Прискорення Українсько-європейського співробітництва в космічній сфері»**, учасниками якого стали Україна, Франція, Німеччина (2008-2010). Його бюджет становив 1,8 млн. євро. і був профінансований Європейською комісією. В заходах цього Українсько-Європейського проекту взяли участь понад 40 експертів

з Європи та понад 150 фахівців українських підприємств та організацій. Створюється спільна **робоча група «Україна – ЄС»** із співробітництва в космічній сфері (керівники Е.І. Кузнецов і Х.Бішофф).

В 2012 р. оголошено ще один проект **"ТВІНІНГ-2": "Посилення інституційної спроможності ДКАУ в реалізації європейських космічних програм у сфері супутникової навігації EGNOS/GALILEO та дистанційного зондування Землі GMES" (2013 - 2014)**. В 2013р. в Києві проведено міжнародну нараду експертів із обговорення проекту **«Міжнародного кодексу поведінки в космосі»**. Тобто було створено всі умови для входження України асоційованим членом Європейського космічного агентства.

З перших років існування НКАУ вживалися заходи для виведення на світовий ринок та утвердження на ньому вітчизняної високотехнологічної, конкурентоспроможної ракетно – космічної техніки. З цією метою створюються сучасні спільні підприємства. 4 травня 1995р. підписано Угоду про створення спільного підприємства **"Морський старт"**. Його засновниками стали США, РФ, Україна й Норвегія. Розроблено нову РН **"Зеніт-3SL"**, а згодом - **"Зеніт-3SLB"**. Перший пуск РН **"Зеніт-3SL"** відбувся 28 березня 1999 р. Всього здійснено **36 пусків РН "Зеніт - 3SL"** та **11 пусків РН "Зеніт-3SLB"** (з 2007р. - **"Наземний старт"**). В 1998 р. утворено спільне підприємство **"Космотрас"** для експлуатації конверсійної ракети **РС-20 ("Сатана")** під назвою **"Дніпро"**. Засновники підприємства: Україна, РФ, Казахстан. Перший пуск РН **"Дніпро"** відбувся 21 квітня 1999 р. Всього здійснено **22 пуски** ракети та запущено в космос понад **70 КА**.

В 2003 р. розпочався українсько-бразильський проект з будівництва стартового майданчика для нової ракети-носія **"Циклон - 4"** на космодромі **Алкантара**,



Засоби виведення космічних апаратів створені в Україні.

поблизу екватора, з метою забезпечення Україні незалежного виходу в космос. В 2007 р. для реалізації проекту створено бінаціональне спільне підприємство "Алкантара-Циклон-Спейс".

Його засновники Україна та Бразилія. Будівництво на космодромі розпочалося в 2011р. В червні 2012р., в квітні 2013р., в вересні 2014р. з України було відправлено технологічне обладнання для наземного комплексу «Циклон-4». В 2015 р. Бразилія з політичних причин вийшла з проекту.

В 2007 р. на замовлення Єгипту КБ "Південне" та ВО "Південмаш" за участю підприємств української кооперації створено і здійснено запуск КА "Єгипт-Сат-1" та побудовано станцію керування та прийому супутникової інформації в м.Александрії (Єгипет).

В 2008 р. на Всесвітньому аерокосмічному конгресі в Південній Кореї проект

"Морський старт" визнано "Проривним проектом року".

В травні 2010 р. підписано Угоду з канадською компанією МДА щодо створення Національної супутникової системи зв'язку та запуску телекомунікаційного супутника "Либідь".

В грудні 2010 р. Національне космічне агентство України перейменовано в **Державне космічне агентство України**. 30 березня 2011 р. Кабінет Міністрів України схвалив "Концепцію реалізації державної політики у сфері космічної діяльності на період до 2032 року".

Внаслідок активної діяльності космічного агентства та провідних підприємств галузі на Європейському космічному ринку Україна стала учасником Європейського проекту створення легкого РН "Vera". 13 лютого 2012 р. з космодрому Куру у Французькій Гвіані відбувся її перший пуск з маршовим

двигуном **РД-843** української розробки та виготовлення для верхнього ступеня ракети. Особливість цього двигуна полягала в тому, що він може вмикатися до 5 разів, завдяки чому забезпечувалося розведення супутників на різні орбіти. Всього, на кінець 2020 року, здійснено **16 пусків РН "Вега"**.

23 квітня 2013 р. відбувся перший демонстраційний пуск **РН "Антарес,"** створеної в рамках спільного проекту з компанією **"Orbital - ATK" (США)**. Україна виготовляла основну конструкцію першого ступеня ракети. Станом на кінець 2020 р. здійснено **13 пусків РН "Антарес"**. **Міжнародна академія астронавтики** відзначила своєю щорічною нагородою за 2020 р. **міжнародну команду Антареса**. Серед них багато представників України.

Револуцією на світовому ринку із запусків мікросупутників можна вважати кластерний запуск **РН "Дніпро"** в червні 2014 р. **33** космічних апаратів на замовлення **17** країн світу. Це був на той час світовий рекорд. У складі цього угруповання був перший український наносупутник **"Політан-1"**, виготовлений студентами Київського політехнічного інституту.

За минулі роки (1992 - 2020) було підготовлено і виконано **5** державних космічних програм завдяки яким Україна стала вагомим гравцем на світовому ринку космічних послуг. Наприклад, за підсумками виконання першої космічної програми (1993 - 1997) здійснено **32** пуски вітчизняних ракет-носіїв та виготовлено **17** космічних апаратів. А взагалі за весь час незалежності було здійснено **172** пусків ракет вітчизняного виробництва або ракет-носіїв з українською комплектацією з **6** космодромів світу. Завдяки цьому в космос було запущено понад **380** КА (з них **28** КА вітчизняного виробництва) на замовлення **25** країн світу. Питома вага цих пусків на

світовому ринку складала в середньому від 6% до 9%, а в окремі роки цей показник сягав до 13%. Близько **65%** всіх стиквань космічних кораблів на орбіті забезпечувалося апаратурою **«Курс»**. На **«Київському радіозаводі»**, **«Елмізі»** та на приватному підприємстві **«Курс»** за ці роки виготовленою **138** комплектів цієї апаратури.

Ракетно-космічна галузь, незважаючи на хронічне недофінансування космічних програм (фінансування на рівні 35%), відсутність державних замовлень на створення ракетно-космічної техніки протягом всього часу була бюджетоутворювальною та експортоспроможною. Експорт космічної продукції майже вдвічі перевищував імпорту комплектуючих.

В жовтні 2019 р. прийнято Закон України **"Про внесення змін до деяких Законів України щодо державного регулювання космічної діяльності"**. Суть цього Закону – дозвіл для суб'єктів всіх



Космонавт Л.К. Каденюк

форм власності займатися космічною діяльністю. 7 вересня 2020 р. прийнято Постанову Кабінету Міністрів України "Деякі питання Міністерства з проблем стратегічних галузей промисловості України" згідно з якою Державне космічне агентство та галузь в цілому, підпорядковуються цьому Міністерству.

Спільний українсько-американський науковий проект за участю українського космонавта.

В першій Національній космічній програмі (1993-1997) було передбачено здійснити пілотований космічний політ українського космонавта в з метою проведення ним наукових експериментів, які готувалися вченими Національної академії наук України. Пілотованою космонавтикою займалися тоді тільки дві країни, в яких було створено центри підготовки космонавтів. До України, яка стала більш відкритою для співпраці з іншими країнами, а з багатьох тем наукових досліджень, сучасних технологій, унікальних зразків промислової продукції було знято гриф секретності, потягнулися численні делегації з різних країн. Під час одного такого візиту в Україні перебував керівник НАСА Д. Голдін. Він мав зустрічі з керівником Національного космічного агентства України В.П. Горбуліним. Вони обговорювали чимало питань, які могли бути би предметом для співробітництва двох країн, зокрема в космічній сфері. Питання підготовки польоту українського космонавта було вирішено підняти до рівня Президентів країн. Під час візиту Президента України Л.Д.Кучми до США в листопаді 1994 р. прийнято Спільну заяву «Про майбутнє співробітництво в аерокосмічній галузі між Україною та Сполученими Штатами Америки», в якій дано доручення НКАУ та НАСА визначити перспектив-

ні потенційні експерименти та корисні навантаження, які б могли бути використані у запусках «Шатлів» і створити відповідні можливості для українського спеціаліста з корисних навантажень брати участь в польотах «Шатл». Спільні рекомендації стосовно такого польоту агенціям подати до 31 березня 1995 р. Після попередніх консультацій вчені обох країн дійшли висновку зупинитися на експериментах в галузі **космічної ботаніки**. В цій галузі Україна мала досягнення світового рівня, які визнавалися науковцями багатьох космічних держав світу.

В Національному космічному агентстві України було сформовано комісію з відбору кандидата для участі в міжнародній місії на космічному кораблі «Шатл» (керівник, заступник Генерального директора НКАУ Е.І. Кузнєцов), в Національній академії наук України група із підготовки наукових експериментів з космічної ботаніки (керівник професор Є.Кордюм), В підготовці наукових експериментів для здійснення українським космонавтом на орбіті брали участь 6 наукових інститутів та установ НАН України і така ж кількість наукових інституцій із США. В конкурсі, оголошеному НКАУ на здійснення польоту, зголосилося взяти участь понад 30 осіб. За підсумками конкурсу до групи претендентів на політ зараховано **Л.К. Каденюка, В. Мейтарчана, Н. Адамчук та Я. Пустового**. Всі вони пройшли медичне обстеження, стажування та тестування в космічних центрах США. Відібрані комісією Л.Каденюк і Я.Пустовий майже рік в складі американського екіпажу готувалися до польоту в місії STS -87 на шатлі «Колумбія». Старт його було призначено на листопад 1997 р. В травні 1997 р. визначено основним астронавтом Л. Каденюка, а його дублером — Я. Пустового.

Експерименти з космічної ботаніки на орбіті під час місії STS-87.

На старт «Колумбії», призначеного на 19 листопада 1997р. прибула представницька делегація з України. В складі делегації були Президенти України Л.Д. Кучма, Л.М. Кравчук, Президент НАН України Б.Є. Патон, Генеральний директор НКА України О.О. Негода. група вчених та працівників космічної галузі України, делегація з Чернівецької області, земляків Л.Каденюка, велика кількість представників ЗМІ. Всього на старті було присутньо близько 15 тис. глядачів з багатьох штатів США та Канади. Під час польоту наш космонавт провів 10 наукових дослідів з космічної ботаніки, під час яких вивчав вплив мікрогравітації на розвиток рослин в космосі та освітню програму, якою було охоплено близько 40 тис. школярів в Україні та США. Ці експерименти повторювали на землі його дублер та школярі.

Політ Л. Каденюка підтвердив високий науковий потенціал України та її вагомий внесок у світову космічну науку, вміння України працювати в масштабних міжнародних космічних проектах. Понад два роки результати досліджень вивчалися та аналізувалися в наукових установах обох країн. Було видано багато наукових статей, захищено дисертації та надруковано монографії з результатами експериментів з космічної ботаніки.

Створення ракетно-космічної техніки в незалежній Україні.

Після створення Міністерства оборони України ряд підприємств оборонної промисловості підготували свої пропозиції щодо розробки нових зразків озброєння. Щодо бронетанкової техніки такі пропозиції надійшли від Харківського КБ ім. О.О. Морозова, заводу ім. В.О. Малишева і Харківського трактор-

ного заводу, щодо авіаційного озброєння – від Київського КБ «Луч» і заводу ім. Артема, відносно бойових кораблів – від Чорноморського суднобудівного заводу і Миколаївського суднобудівного заводу ім. 61 комунара. Дві свої пропозиції надіслали КБ «Південне» та Південний машинобудівний завод. Перша пропозиція стосовно створення стратегічних неядерних сил стримування. Річ у тому, що після прийняття Україною статусу без'ядерної держави в КБ «Південне» виникла ідея встановлення на ракетах 15A35 і 15Ж60 неядерного високоточного бойового оснащення та створення на базі двох дивізій РВСП, розміщених у районі міст Хмельницький і Первомайськ стратегічних неядерних сил стримування.

Випущені в ініціативному порядку в КБ (Генеральний конструктор С.М. Коныхов) аванпроекти показали технічну реалізованість пропозиції. Ідею підтримали генерал-лейтенант І.І. Олійник, згодом заступник міністра оборони з озброєння, і командувач 43-ої ракетної армії генерал-полковник В.О. Михтюк. Але на вищому державному рівні ідею було відкинута. Ракети було утилізовано, а пускові установки підірвано.

Другу пропозицію КБ «Південне» подало у вигляді проекту програми розвитку ракетно-реактивного озброєння. Перед формуванням цього проекту КБ «Південне» ініціювало велику «інвентаризацію» стану багатьох підприємств України для консолідації наявного оборонно-промислового потенціалу країни.

В КБ «Південне» треба було визначити, яке озброєння необхідне для армії України. Саме таке завдання було поставлено перед проектантами. Встановлено ділові контакти з управліннями Міністерства оборони, військовими науковими організаціями та військовими частинами.

Було з'ясовано, що для Збройних сил України доцільно розробляти тактичні та оперативно-тактичні ракетні комплекси, реактивні системи залпового вогню, ракетні комплекси протиповітряної оборони, берегові ракетні комплекси, машини геодезичного забезпечення.

На базі одержаних результатів сформувався проект програми. Пропозиції КБ «Південне» щодо проекту програми було прийнято, розроблено тактико-технічні вимоги до РСЗВ, тактичного й оперативно-тактичного ракетних комплексів, машини геодезичного забезпечення (МГЗ) та інших тем, проведено першу раду Головних конструкторів щодо ракетно-реактивного озброєння. Наприкінці 1994 р. за більшістю тем було випущено аванпроекти, проведено їхній захист.

У розробленні аванпроектів взяли участь ХК «АвтоКрАЗ», Державний НДІ хімічної промисловості та інші підприємства, які раніше в розробленні ракетно-реактивного озброєння не брали участі. Вони влилися в українську ракетну кооперацію і добре себе зарекомендували.

До аванпроектів подано матеріали не тільки про ракети (тактичні й оперативно-тактичні ракети та ракети РСЗВ було запропоновано як твердопаливні), а й про основні агрегати комплексів, пускові установки, транспортно-заряджальні машини, командні пункти різних ланок (бригада, дивізіон, батарея) Командно-спостережний пункт для РСЗВ розробляли як універсальний – його можна було використовувати також і для артилерії. Загалом аванпроекти схвалило Міністерство оборони України, але був висловлений сумнів щодо можливості створення в Україні твердопаливних ракетних двигунів.

Здавалося б, настав час переходити до стадії ескізного проектування. Але за більшістю тем цей перехід не відбувся.

Річ у тому, що на стадії ескізних проєктів завжди проводять випробування, для яких необхідна дослідна матеріальна частина. А тому фінансові витрати на ескізні проєкти значно перевищують витрати на аванпроекти. У держави не вистачало коштів, і перехід до ескізного проектування не відбувся. Єдиним винятком була тема «Машина геодезичного забезпечення» (МГЗ).

Експериментальні підрозділи КБ «Південне» виготовили комплект із двох машин МГЗ. Комплект пройшов випробування і його високо оцінили фахівці. Проте комплект МГЗ не дійшов до серійного виробництва, хоч інтерес до нього виявляло не тільки Міністерство оборони, але й спеціалісти з геодезії і картографії. А причина була та ж сама – відсутність коштів.

Сумнів щодо можливості створення в Україні твердопаливних ракетних двигунів був розвіяний у 2007 р., коли КБ «Південне» на замовлення КБ «Луч» розробило і провело вогневе випробування першого такого двигуна. А до цього КБ «Південне» у 1998 р. пропонувало Міністерству оборони створити оперативно-тактичний ракетний комплекс із рідинними ракетами. В 2006 р. після численних звернень у вищі державні структури розробці засобів озброєння було надано статус завдання з вищим державним пріоритетом. Здавалося, до середини 2000-х років «крига скресла» – пропозиція КБ «Південне» щодо створення багатофункціонального ракетного комплексу (БФРК) одержала підтримку вищих посадових осіб держави.

Керівництво КБ «Південне» ухвалює концепцію – під час розробки матеріалів комерційних контрактів рішення, які закладаються, можливо згодом застосувати для створення українських ракетних комплексів. Так було з командним приладом БІНС – його роз-

роблено в рамках теми «Циклон-4», проведено льотне відпрацювання на РН «Дніпро», а надалі його передбачалося використати на оперативно-тактичній ракеті.

Крім того, частина коштів, одержаних за виконання контрактів використовувалась для пошукових робіт у галузі створення озброєння. Зокрема проводилися вогневі випробування експериментального твердопаливного двигуна. Це дало можливість сформулювати пропозиції зі створення бойових комплексів, які експонувалися на міжнародних виставках «Авіасвіт», «Зброя та безпека» у Києві. З'являється надія, що у майбутньому на озброєння армії України буде поставлено ракетно-реактивне озброєння власного виробництва.-

Міжнародні космічні проекти.

Після набуття Україною незалежності змінилися умови господарювання як в середині країни, так і на міжнародній арені. Багато залежало від керівних кадрів на різних щаблях управління економікою. В космічному агентстві України з досвіду формування першої космічної програми зрозуміли, що потрібно виходити на світовий ринок – великий, різноманітний, всепоглинаючий, спрямований на сучасну якісну продукцію. В Україні вона була. Це ракети-носії, системи керування ракет-носіїв та космічних апаратів, системи стикування космічних апаратів з орбітальними станціями та інше.

Завдяки міжнародним угодам, укладеним Національним космічним агентством з іншими державами, підприємства отримали можливість запропонувати свою продукцію на світовому ринку. Причому, щоб завоювати ринок і космічна продукція, і космічні проекти повинні бути незвичними, унікальними. В 1992 році НКАУ дало таке завдання провідним підприємствам, які

виробляли ракетно-космічну техніку. В КБ «Південне» пригадали науково-дослідні роботи по темі «Плаваючість» і запропонували їх застосувати для створення плаваючого ракетного комплексу на базі італійської платформи «Сан-Маріно» або крейсера «Варяг». Проте через певні технічні і фінансові причини роботи навіть не розпочинали.

Програма «Морський старт». В 1993 р. за ініціативою Генерального конструктора РКК «Енергія» Ю.П. Семєнова ця проблема знову підіймається. Після тривалих дискусій в робочих групах 28 липня 1993 р. був підписано історичний «Протокол наради робочої групи РКК «Енергія», НВО «Південне» і Boeing про дослідження можливостей запуску космічних апаратів із стартових засобів морського базування». Цим документом підтверджено намір сторін здійснювати морські старты ракетою «Зеніт», розробленою КБ «Південне» і яка виготовлялася на Південмаші. В грудні 1993 р. утворено Раду головних конструкторів і оперативно-технічне керівництво. Подальші роботи зі створення комплексу «Морський старт» вимагали прийняття низки рішень на високому рівні. По своїй організаційній суті цей проект був значно складніший за проект «Енергія – Буран». Участь в цьому проекті великих космічних фірм з різних країн вимагало спеціальних рішень урядів. Американцям потрібно було отримати дозвіл на технічне сприяння, РФ – ліцензію і розпорядження уряду на проведення цих робіт, Україні дозвіл від НКАУ. Проте політична нестабільність в той час в Україні та РФ насторожували закордонних партнерів. Вони вважали, що проект має значний політичний ризик. На початку 1994 року у Президента України Л.Д. Кучми відбулася нарада, яка по суті дала старт проекту, 5 травня 1995 року в м. Сіетл

(США) фірми, відомі в своїх країнах як виробники літаків, ракет, суден, об'єдналися в компанію «Sea Launch» для реалізації запусків космічних апаратів з океану (планувалося 75 пусків протягом 15 років). В КБ «Південне» розпочато роботи із широкомасштабного доопрацювання ракети «Зеніт».

Ракета-носіє «Зеніт -3SL». Для РКК «Морський старт» необхідно було доопрацювати ракету-носіє. Ракета-носіє «Зеніт-SL» складається з наступних частин:

- ракети-носія «Зеніт – 2S»;
- розгінного блоку ДМ-SL з власною системою керування;
- блоку корисного вантажу.

В якості РН «Зеніт-2S» використовується РН11К77, яка доопрацьована для умов морського старту, встановлення розгінного блоку і блоку корисного вантажу. Для вдосконалення конструкції, підвищення надійності і енергетичних характеристик.

Вже на весні 1998 р. в роботах по створенню комплексу «Морський старт» почався новий етап. Спочатку у м. Виборзі на стартовій платформі, а потім в м. Санк-Петербурзі на командному кораблі почалися роботи із монтажу та автономних випробувань технологічно-

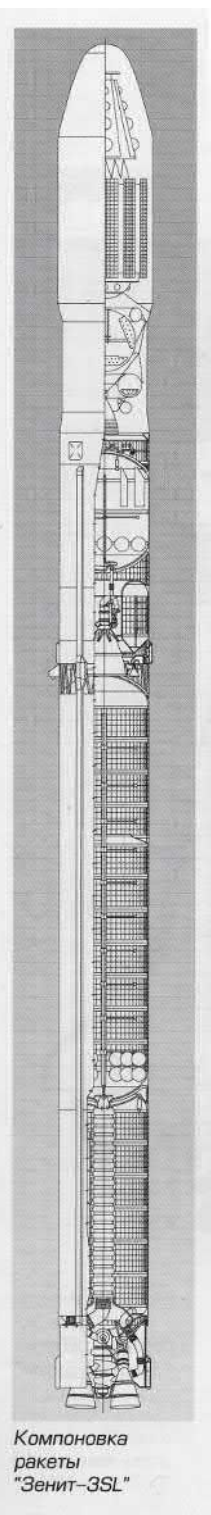


Пусковий комплекс "Морський старт"

го обладнання ракетного сегменту.

Не обійшлося і без політичних втручань. Команда українських фахівців з двома космічними носіями прибула в порт призначення 4 липня, в День незалежності США і потім ще п'ять місяців чекала на дозвіл американської влади готуватися до пуску. Газета «Вашингтон пост» 8 серпня опублікувала статтю про зупинку робіт по програмі «Морський старт». США, за вимогою Держдепартаменту, призупинили свою участь в проєкті і звинуватили корпорацію «Boeing» у передачі технічних секретів українським і російським колегам. Була призначена перевірка. Багато членів Конгресу США частково схвалювали підприємство «Sea Launch», тому що воно давало американським компаніям та військовим посадовим особам можливість зблизька оглянути стан ракетної техніки колишнього СРСР.

В переговорний процес вклучилося Національне космічне агентство. Прове-



Компоновка ракеты "Зенит-3SL"

дено низку перемовин з американською стороною. Вирішальний етап перемовин відбувся в грудні 1997 р. в м. Відні між НКАУ і міністерством торгівлі США. Американська сторона запропонувала укласти угоду про захист технологій, пов'язаних із запуском Україною ліцензованих США комерційних космічних апаратів (6 березня 1998 р.). Українська сторона внесла пропозицію укласти угоду про захист технологій, пов'язаних з українськими ракетами-носіями, ракетним обладнанням та технічними даними для проекту «Морський старт» (29 вересня 1999 р.). Розробка і погодження останньої угоди зайняла майже 18 місяців.

Комплексні випробування технологічного обладнання комплексу «Морський старт» проводилися в період з 13.11.1998 р. до 16.02.1999 р. 6 березня здійснено інтеграцію РН «Зеніт-3SL» №1 з космічним апаратом «Demosat» і 12 березня платформа вийшла в океан. Ліцензія на проведення пуску закінчувалася 31 березня.

26 березня 1999 р. комплекс прибув на місце старту. 28 березня 1999 р. при висоті хвиль 2,7 м космічна ракета «Зеніт-3SL» вперше стартувала з району екватора в Тихому океані з плавучої пускової платформи «Одісей» і вивела



Пусковий ракетний комплекс "Наземний старт"

на перехідну до геостационарної орбіти корисне навантаження вагою близько 4,5 тони.

З березня 1999 р. було здійснено 36 пусків ракет-носіїв «Зеніт-3SL».

Програма «Наземний старт». З метою підвищення ефективності та окупності проекту «Морський старт» засновники спільного підприємства на зустрічі 26 липня 2002р. підтримали ініціативу КБ «Південне» і вирішили модернізувати ракету-носіїв «Зеніт» для старту з суходолу, використовуючи стартовий комплекс на космодромі «Байконур». Пізніше цей проект назвали «Наземний старт». Для взаємодії з компанією «Морський старт» утворено нову компанію «Міжнародні космічні послуги». В цьому проекті використовувалися двоступінчаста РН «Зеніт-2SLB», триступінчаста РН «Зеніт-3SLB» і триступінчаста РН «Зеніт-3SLBФ». Всього з 2007р. в проекті «Наземний старт» було здійснено 11 пусків.

Програма «Дніпро». Для реалізації численних ракетних програм було створено нові технології, матеріали, нові двигуни та ефективні палива. Створені українськими фахівцями міжконтинентальні балістичні ракети Р-36М (SS-18), які підлягали знищенню згідно з міжнародними домовленостями, не давали спокою багатьом ракетобудівникам. Ця ракета на той час і випереджала подібну техніку інших країн на багато років. Узагальнені думки кращих фахівців було донесено до Президента України Л.Д. Кучми, він звернувся до голови Уряду Російської Федерації В.С. Черномірдіна (ці ракети стояли на бойовому чергуванні в РФ і підлягали знищенню) з пропозицією більш раціонального використання цих ракет. Національне космічне агентство України і Роскосмос 12 листопада 1996 р. в спільному мемо-

рандумі визнали доцільним розгорнути роботи з програми використання ракет 15A18 для запусків космічних апаратів цивільного призначення. Для робіт залучити підприємства з кооперації, яка склалася в минулі роки. Ця ракета була названа «Дніпро».

РН «Дніпро»

КБ «Південне» мало значний досвід і напрацьовані технології перетворення бойових ракет у космічні РН. Саме цей принцип покладено в основу створення РН «Космос», «Інтеркосмос», «Циклон-2», «Циклон-3» на базі бойових ракет 8К63, 8К65, 8К69. Серйозні передумови для ефективного перетворення в космічну РН мала й МБР 15A18. Серед них - значні енергетичні можливості й об'єм зони корисного вантажу під обтічником, високі надійність і точність відпрацювання польотного завдання, наявність розвинених технічного і стартового комплексів (три пускові установки) на космодромі Байконур, що забезпечують широкий освоєний діапазон азимутів стрільби з реалізацією базових нахилів орбіт виведення 51°, 65°, 87°, 98°, відносно невеликі витрати на переобладнання та експлуатацію майбутнього носія.

Тому, щойно на порядок денний було поставлено питання про скорочення стратегічних наступальних озброєнь, у тому числі близько 300 ракет важкого класу, переведення МБР 15A18 у клас РН набуло реальних обрисів, до того ж процедура ліквідації ракет шляхом їх прямого знищення з операціями демонтажу, транспортування, нейтралізації виявилася досить витратною. Більше того сам договір СНО-1 від 31 липня 1991 р. у кінцевому підсумку дозволяв використання МБР, знятих з бойового чергування, для «доставки об'єктів у верхні шари атмосфери або в космос».

Пророблення, які виконало КБ «Південне» з кооперацією основних розробників комплексу ракети 15A18 наприкінці 80-х - початку 90-х років, засвідчили високу ефективність використання найпотужніших МБР для запуску КА низькоорбітальних систем зв'язку, дистанційного зондування Землі, розробки космічних технологій виробництва надчистих матеріалів і біопрепаратів, створення систем надання екстреної допомоги та інших застосувань. Було розроблено конкретні проекти за участю провідних підприємств Росії і США, які пройшли експертизу й одержали позитивну оцінку головних НДІ. Один з таких проектів «Дніпро» представлено на багатьох міжнародних нарадах і конференціях і прийнято до практичної реалізації. У 1997 р. засновано Міжнародну космічну компанію (МКК) «Космотрас» зі створення й експлуатації космічного ракетного комплексу на базі МБР 15A18 - «Дніпро». Комплекс створено відповідно до Договору про СНО на базі переобладнаної стосовно адаптації КА міжконтинентальної балістичної ракети SS-18, яку знімали з озброєння. Її технічні можливості дають змогу з високим ступенем надійності (0,97) забезпечити виведення на навколосемну колову й еліптичну орбіти космічних апаратів вагою до 4 тонн і надати зони для корисного вантажу об'ємом $\sim 21 \text{ м}^3$.

Універсальність МБР 15A18, її конструктивна схема та інваріантність системи керування поряд з високими споживчими якостями уможливили РН «Дніпро» посісти гідне місце в секторі.

Ракета-носій «Дніпро» може бути з успіхом застосована для виведення на орбіту КА середнього класу і груп малих супутників, виведення на орбіту і забезпечення входу в атмосферу із заданими параметрами траєкторії спускних капсул.

Нааявність близько 150 вже виготовлених ракет 15A18, придатних для переобладнання в РН, і необхідної інфраструктури на космодромі Байконур дали можливість гарантувати стабільні, з мінімальними витратами, пускові послуги на період до 2012 р. Ракета-носіє «Дніпро» - тріступінчаста з послідовним розташуванням ступенів. На третьому встановлено космічну головну частину (КГЧ).

До складу КГЧ входять: космічний апарат, перехідний відсік, що складається з двох платформ (верхньої та нижньої), адаптер, рама з приладами систем вимірювання і керування носія, головний аеродинамічний обтічник. Застосування нових технологічних і конструктивних рішень - капсулювання зони корисного вантажу або створення модульних конструкцій дозволило найбільш економічно забезпечити на сучасному рівні необхідні умови (температурно-вологісний режим і чистоту) для КА нового покоління. При цьому було максимально використано конструкцію базової ракети без доопрацювань.

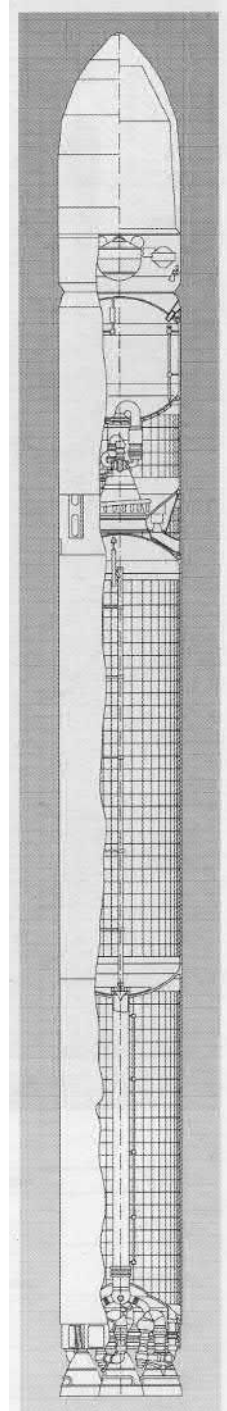
Захист КА від впливу зустрічного аеродинамічного потоку забезпечує штатний головний обтічник. Оскільки розгінний ступінь РН працює за «тяговою» схемою, розроблено і введено до складу верхньої платформи перехідного відсіку скидуваний перед відокремленням КА газодинамічний екран, який забезпечує захист КА від газодинамічного впливу факела під час роботи двигуна розгінного ступеня. Розроблено кілька конфігурацій КГЧ, що допускають розміщення від одного до дев'яти КА, у тому числі КГЧ зі збільшеною зоною корисного вантажу для КА заввишки понад 5 м.

Система керування ракети-носія - інерціальна, високоточна, на базі БЦОМ. Для РН розроблено нове програмно-математичне забезпечення, яке дозволяє реалізувати оптимальні про-

грами виведення КА, у т. ч. групи КА, на навколосемні орбіти та їх відокремлення.

Система вимірювань носія забезпечує передачу телеметричної інформації з РН до відокремлення КА. Старт ракети - мінометний, здійснюється за штатною схемою викиданням ракети газами порохового акумулятора тиску з ТПК. Схеми розділення ступенів, відокремлення розгінного ступеня, скидання обтічника відповідають відпрацьованим для ракети 15A18.

Наземну інфраструктуру космічного ракетного комплексу «Дніпро» створено на базі наявної на космодромі Байконур інфраструктури ракетного комплексу 15A18 з доповненням елементами технологічного устаткування, які забезпечують роботу з підготовки та перевірки космічного апарата (групи КА) і КГЧ у цілому. Розроблено і впроваджено нову технологію при підготовці РН і КА або групи КА: підготовку КА і РН здійснюють паралельно, і вони не впливають одне на



Компоновка
ракеты
"Днепр"

одного. Можливість заміни КГЧ з КА без зняття РН зі стартової позиції дозволяє значно здешевити та спростити заміну КА у разі виявлення нештатних ситуацій. Наземна інфраструктура космодрому придатна для проведення запусків КА на орбіту, що підтверджено успішними пусками РН «Дніпро».

Можливість тривалого перебування РН у стані готовності до запуску КА дає можливість вирішувати завдання оперативного поновлення систем КА, а також максимальну синхронізацію запуску декількох КА. Особливість комплексу – тривале перебування в готовності до пуску, можливість заміни КА і КГЧ без зливання ракетного палива і зняття з пускової установки, проведення пуску за будь-яких погодних умов.

Прийняті принципи створення РН «Дніпро» дозволили надавати пускові послуги на світовому ринку за ціною на 20–30 % нижчою порівняно з цінами на послуги експлуатованих РН аналогічного класу. Багатоцільове застосування космічного ракетного комплексу «Дніпро» є прикладом ефективної конверсійної програми з переобладнання потужної балістичної ракети в РН для запуску супутників комерційного, наукового і технологічного призначення.

Конструктивна схема ракети 15A18 та інваріантність системи керування дозволили створити на її основі високоефективну РН, яка відповідала сучасним вимогам до засобів виведення КА. Матеріальну частину комплексу утворювали стартовий, технічний та вимірювальний комплекси. Обсяг додаткових доопрацювань для експлуатації ракети для виведення КА був незначний. Все це забезпечило швидку окупність та високу конкурентоздатність цього носія.

Жоден із існуючих комплексів не мав такого короткого терміну підготовки ракети до пуску і темпів пусків, можливостей старту в будь-яку погоду і знахо-



Старт РН «Дніпро»

дитися в заправленому стані необмежений час і постійну готовність до пуску. Є можливість знімати і повторно встановлювати космічну головну частину на заправленій ракеті.

31 травня 1997р. під час візиту Б,М. Єльцина до Києва підписано спільну заяву президентів РФ і України і визначено пріоритетні напрямки в галузі космічної діяльності на довгострокову перспективу. Зокрема передбачалося створення українсько-російського космічного комплексу «Дніпро» на базі ракет РС-20 (SS -18), які знімаються з бойового чергування, для запуску космічних об'єктів з мирною метою. У вересні 1997 р. згідно з спільним рішенням Урядів України і Росії утворено міжнародну космічну компанію (МКК) «Космотрас», яку очолив колишній головний інженер Південмашу В. Андреев.

Перший демонстраційний пуск РН «Дніпро» призначили на 21 квітня 1999р. Точно в призначений час 200 тонна ракета «Дніпро» легко вилетіла з шахти.

Враховуючи технічні характеристики закладені при розробці ракети, постійні роботи з її модернізації, а також зміни в конструкції та системах керування, пов'язані з її конверсією для використання в проекті «Дніпро», ця ракета стала універсальним засобом для

здійснення кластерних пусків. В червні 2014р. встановлено свого роду світовий рекорд із одночасного запуску 34 космічних апаратів. Всього з квітня 1999р. за програмою «Дніпро» здійснено 22 пуски, запущено на орбіти понад 70 КА, на замовлення 25 країн світу.

Проект «Циклон-4». З середини 90-х років в космічному агентстві України активно вивчалось питання пошуку можливостей для незалежного виходу в космічний простір. Іншими словами, будівництва стартового комплексу для гарантованого пуску ракет-носіїв українського виробництва з території однієї з країн, яка має космічні амбіції і економічно здатна здійснити такий престижний проект в короткий термін. Це було викликано прогнозами можливих сценаріїв у взаємовідносинах між країнами в глобальному світі та зростанням впливу країн з так званого клубу «космічних держав» на світову економіку та зростання впливу високотехнологічних країн світу на майбутнє людства. Завдяки спільній роботі НКАУ та Міністерства закордонних справ України було розглянуто кілька варіантів розміщення стартового комплексу в країнах: Аргентина, Чилі, Бразилія. Зупинилися на Бразилії, яка мала найвигідніше географічне розташування (близьке до екватора), велике бажання ввійти до числа космічних держав світу та була економічно найбільш потужною. Пропозиції робочої групи, яка готувала візит Президента України Л.Д. Кучми до Бразилії в 1996 р. щодо створення спільного проекту будівництва стартового комплексу для нової ракети-носія «Циклон-4» на космодромі Алкантара, були узгоджені президентами України і Бразилії. Співробітництво між Україною і Бразилією в космічній сфері почалося в листопаді 1999 р. після підписання Рамкової угоди про співробітництво у використанні

космічного простору з мирною метою. Через чотири роки, 21 жовтня 2003 р. під час офіційного візиту Президента України Л.Д. Кучми у Федеративну Республіку Бразилія, відбулося підписання Угоди між Україною і ФР Бразилією про довгострокове співробітництво із використання ракети – носія «Циклон-4» на пусковому центрі «Алкантара». В 2004 р. Угода була ратифікована парламентами України і Бразилії. Відразу після ратифікації Угоди в Україні розпочалися роботи із створення ракети-носія «Циклон-4» та підготовки виробничої бази для її виготовлення.

Структурно українсько-бразильський проект складався із трьох частин:

- розробка та організація виробництва ракети-носія (здійснюється і фінансується Україною);

- створення загальної інфраструктури космодрому Алкантара (здійснюється і фінансується Бразилією);

- створення наземного комплексу (здійснюється Бінаціональною компанією «Алкантара-Циклон-Спейс» (АЦС), яка фінансувалася сторонами на паритетних засадах) і була утворена в 2007 р.

До складу цього підприємства Україна спрямувала кваліфікованих фахівців із центрального апарату Державного космічного агентства, інженерів, менеджерів КБ «Південне» та ВО «Південмаш».

В 2008 р. розпочалися практичні роботи зі створення наземного комплексу «Циклон - 4». В квітні 2010р. БК АЦС отримала в Бразилії екологічну ліцензію, а у вересні 2010р. - ліцензію на будівництво. 9 вересня 2010р. на пусковому центрі Алкантара відбулася церемонія закладки «першого каменю» в будівництво наземного комплексу «Циклон-4» та розпочалися підготовчі роботи для будівництва наземного комплексу. В 2011р. активно розпочалися роботи по будівництву споруд наземного комп-

лексу «Циклон-4» на пусковому центрі Алкантара. Причин затримки початку будівництва наземного комплексу було кілька: двічі мінялося місце розташування стартового комплексу; бюрократична тяганина в Бразилії із отриманням дозволів, ліцензій, сертифікатів; російська фірма КБТМ, яка мала великий досвід із будівництва стартових комплексів, відмовилася від участі в проекті і її вимушені були замінити українською організацією. Крім того, на ці причини наклалися політичні проблеми, пов'язані із створенням об'єднання країн БРІКС (2006 р.). Повноформатний самміт вперше відбувся в Єкатеринбурзі в червні 2009 р., другий самміт - в Бразилії в квітні 2010 р., шостий самміт в Бразилії в липні 2014 р.

В червні 2012 р. з України до Бразилії морським шляхом відправлено першу партію технологічного обладнання наземного комплексу «Циклон-4» для проведення монтажу на пусковому центрі Алкантара. В березні 2013р., через припинення фінансування з боку Бразилії, будівельні роботи на наземному комплексі «Циклон-4» було припинено і з того часу не відновлювалися. В квітні 2013р. здійснено морське транспортування з України в Бразилію другої партії наземного технологічного обладнання, а в вересні 2014р. третьої партії. 16 липня 2015 р. Бразилія нотою свого Уряду проінформувала українську сторону про наміри зупинити Угоду між ФРБ і Україною про довгострокове співробітництво з використанням ракети-носія «Циклон-4» на пусковому центрі Алкантара 24 липня 2015 р. Президентом ФР Бразилія був підписаний Декрет, який оприлюднив денонсацію Угоди. Бразильська сторона, як виявилося, не була готова до співробітництва на такому високотехнологічному рівні і не витримала політичного тиску коллег по БРІКСу.



Ракета-носієй "Циклон-4" в цеху заводу Південмашу

Державне космічне агентство здобуло цінний досвід і важливі уроки з цього проекту. Для його реалізації було об'єднано зусилля багатьох підприємств різних галузей промисловості України. Як результат, Україна отримала новий ракето-носієй для якого утворено нову систему керування. Було розроблено і випробувано в космосі унікальну бортову систему навігації на базі лазерних гіроскопів (БІНС), створено систему багаторазового включення ракетного двигуна 3-го ступеня, відпрацьовано вітчизняну технологію побудови обтічника та міжступеневого відсіку. До цього, Україна не мала досвіду з проектування і будівництва наземних стартових комплексів, тому відмова від співробітництва РФ вимусила вирішувати це питання самостійно, причому в рекордно короткі терміни, використовуючи форми державно-приватного партнерства з ПП «Дніпротехсервіс», який побудував так званий «Сухий старт» в м. Дніпрі для відпрацювання всіх наземних операцій, які повинні були здійснюватися в Бразилії.

Досвід взаємовідносин, отриманий в рамках міжнародного проекту «Циклон-4», а також великий науково-технічний доробок в створенні новітньої ракетно-космічної техніки дозволили нині українській стороні спрямувати

зусилля на пошук надійніших партнерів і нових місць розташування космічного ракетного комплексу. Зараз проводяться роботи зі створення космодрому для модернізованої ракети «Циклон-4М» на території Канади або в Австралії.

Проект РН «Антарес». Тривалі контакти з американськими космічними компаніями поступово приносили плідні результати. КБ «Південне» протягом 2005-2007 рр. провело низку перемовин і контрактні роботи з корпорацією Orbital Sciences Corporation щодо визначення участі українських підприємств під загальним керівництвом КБ «Південне» в створенні та експлуатації нової американської ракети космічного призначення «Таурус-2» і ракетно-космічного комплексу для її застосування. В 2011р. ця ракета отримала нову назву — «Антарес».

Створення комплексу «Антарес» стало одним із перших комерційних проектів космічної галузі України з ракетобудівними компаніями США, які отримали замовлення на доставку вантажів до Міжнародної космічної станції. Ракета космічного призначення розроблена компанією «Orbital – ATK» в двоступінчастому і тріступінчастому варіантах. Першу ступінь для обох варіантів «Антареса» виготовляли підприємства України. Перша ступінь – рідинна, на компонентах палива кисень-гас, з



РН «Антарес» на старті



Старт РН «Вега»

двома однокамерними маршовими двигунами НК-33, які були закуплені в РФ та доопрацьовані в компанії Aerojet. Головний обтічник виготовлений із композиційних матеріалів. Головна конструкція першого ступеня та частина наземного обладнання розроблена в КБ «Південне», виготовлена на ВО «Південмаш» в кооперації підприємствами «Хартрон-АРКОС», Київприлад, «Хартрон-ЮКОМ», «ЧеЗаРа», «РАПІД» та іншими. Ракета стартує з космодрому Уоллопс. Перший демонстраційний пуск відбувся 22 квітня 2013р., а 18 вересня 2013р. РН «Антарес» відправила вантажний корабель «Сігнус» до Міжнародної космічної станції. Станом на січень 2021р. здійснено 13 пусків РН «Антарес» для відправлення вантажів до МКС.

Проект РН «Вега». Враховуючи світові тенденції щодо мінітюриалізації кос-

мічної техніки, яка працює на навколоземній орбіті Європейське космічне агентство поставило завдання створення, крім важких і середніх «Аріанів», що експлуатуються вже тривалий час, легкого ракетносія для запуску невеликих, малих і мікросупутників в інтересах, в першу чергу Європейських країн. Інтегратором всіх пропозицій було визначено Італійське космічне агентство. В тендері на виготовлення двигуна для останнього четвертого ступеня нової ракети-носія, яка отримала назву «Вега», перемогли українські підприємства. Маршовий двигун РД-843, розроблений КБ «Південне» та виготовлений на В.О. «Південмаш» виявився найбільш ефективним і протягом 8 років успішно працює в цьому проекті. Особливість двигуна полягала в тому, що він може вмикатися до 5 разів, завдяки чому забезпечується розведення супутників на різні орбіти. З часу першого пуску 13 лютого 2012р. з космодрому Куру в Французькій Гвіані до лютого 2021р. здійснено 16 пусків РН «Вега».

Системи керування для космічних апаратів, ракет - носіїв, орбітальних станцій.

Проект «Глобалстар». Вихід на міжнародний ринок космічних послуг для молодої Української держави був надзвичайно важливий і необхідний. Цей ринок, крім змагання вітчизняної техніки і технологій з відомими ракетно-космічними світовими фірмами, був цікавий і приваблював значними обсягами фінансування проєктів. Тому КБ «Південне» і завод «Південмаш» енергійно включилися в підготовку до міжнародного тендера на запуск космічних апаратів системи «Глобалстар». В жорсткій конкурентній боротьбі з провідними фірмами США, РФ, Франції і Китаю українські підприємства виграли тендер на запуск РН «Зеніт» 36 космічних апа-

ратів зв'язку. По 12 супутників на одній РН! Світовий досвід такого ще не знав. Для розміщення КА на ракеті в 1994р. в КБ «Південне» сконструйовано спеціальний диспенсер, на якому розміщувалося **12 КА** в три яруси по чотири КА.

Крім того, в проекті містилися завдання, які необхідно було вирішувати вперше.

В 1995 р. КБ «Південне» і ВО Південний машинобудівний завод підписали з американською компанією «SpaceSystems/Loral» контракт на запуск супутників зв'язку «Globalstar», який передбачав виведення на орбіту 36 супутників зв'язку за допомогою ракет-носіїв «Зеніт-2». Крім численних і звичних конструкторських і технологічних завдань, які довелося вирішувати при підготовці цього проєкту, найскладнішою виявилася незвична для нас проблема – оформлення низки міжнародно-правових угод на вивезення з України і ввіз на Байконур наших ракет-носіїв і американських супутників. У її вирішення було задіяно чимало інстанцій України та Казахстану.

Перший запуск американських космічних апаратів відбувся 10 вересня 1998р. з космодрому Байконур. Старт! 275 секунд - політ нормальний. 276 секунда - зв'язок з ракетою втрачено; втрачено і РН, 12 супутників і можливість продовжити працювати в престижному проєкті, підірваний авторитет українських ракетобудівників! Акції «Глобал Стар» в США впали на 40%, «Глобал Стар» швидко "пересів" на російський носій, який кожним рейсом виводив на орбіту всього 4 КА, що втричі здорожчувало формування цього сузір'я. Недивлячись на негативний результат українські фахівці отримали надзвичайно цінний досвід участі у великих міжнародних космічних програмах, що було враховано в майбутній космічній політиці держави.

Проект КА «СІЧ-1» з чилійським супутником. В першій космічній програмі України було передбачено запуск космічного апарата вперше під юрисдикцією України. Це було необхідно, щоб донести до світової спільноти, що Україна може відігравати суттєву роль на світовому космічному ринку. Виготовлені в Україні раніше і виведені на орбіти понад 400 космічних апаратів зараховувалися в загальний підсумок досягнень Радянського Союзу. В космічній програмі цей апарат отримав назву «Січ-1». В колективах розпочалися роботи з метою в найкоротші терміни виготовити цей супутник. За своїм функціональним призначенням, складом апаратури та зовнішнім виглядом цей апарат мало чим відрізнявся від КА «Океан-01», який розроблявся в КБ «Південне» раніше і більшість його систем були українського виробництва і української комплектації. Планувалося його запустити вітчизняною ракетою-носієм «Циклон-3» з космодрому «Плесецьк». Враховуючи активну позицію Національного космічного агентства України щодо пошуку контактів з метою співпраці з іншими країнами, відгукнулася компанія з Чилі, яка підготувала перший супутник своєї країни і шукала дешеву пускову послугу для його запуску. Супутник виготовлений англійською компанією SSTL досить малих розмірів (50 кг) і міг бути як додатковий вантаж при запуску «СІЧ-1». Умовою чилійців було, щоб системою роз'єднання супутників була система розроблена і виготовлена в Чилі.

31 серпня 1995р. з космодрому «Плесецьк» стартувала РН «Циклон-3», яка вивела на орбіту супутник «Січ-1», На жаль система розведення супутників не спрацювала і чилійський супутник не відокремився від українського, але це не відбилося на роботі «Січ-1». Запуском

цього апарата було вирішено питання створення вітчизняної інфраструктури засобів керування космічними апаратами, прийому, обробки і поширенню інформації для користувачів. Було створено наземний комплекс управління, який відповідав сучасним вимогам, і був не гірше за аналогічні комплекси в РФ але відрізнявся від них однопунктною технологією з керування КА.

На орбіті наш супутник пропрацював понад 5 років.

Проект «Єгиптсат-1». В 2001р. у міжнародному тендері оголошеному Єгиптом на створення космічного апарата ДЗЗ, в якому брали участь представники 8 країн перемогу вибороли українські підприємства. В 2007р. на замовлення Єгипту КБ «Південне» та ВО «Південмаш» за участю підприємств української кооперації створили і здійснили запуск (17 квітня 2007р.) КА «ЄгиптСат-1» та побудували станцію керування та прийому супутникової інформації з КА біля м. Александрія (Єгипет).

Супутник «ЄгиптСат-1» - апарат дистанційного зондування Землі створено на сучасному технологічному та інформаційному рівнях. КА призначався для здійснення оптико-електронного спостереження Землі і надання послуг зв'язку в режимі електронної пошти. Його вага становила 157 кг. Супутник розроблено на базі нової мікроплатформи «МС-2». Його роздільна здатність становила не гірше 8,2м. Супутник відпрацював на орбіті більше трьох років. За його допомогою було визначено місце знаходження корабля «Фаїна», який свого часу був захоплений сомалійськими піратами, що полегшило процес звільнення українських моряків. Під час виготовлення супутника та його експлуатації в Україні на підприємствах галузі пройшли підготовку та стажування понад 200 фахівців з Єгипту.

Проект КА «Либідь». В першій космічній програмі одним із стратегічно важливих був проєкт створення телекомунікаційного супутника «Либідь». Автори програми передбачали в ближній перспективі бурхливий розвиток супутникового зв'язку, телебачення, інтернету, настання епохи інформаційного суспільства. Тому кожна розвинута країна повинна мати космічні апарати, які забезпечували б ці сервіси та пропонували користувачам нові послуги. На той час в Україні не було технологій, які дозволяли б створювати космічні апарати такого класу. Науковий, кадровий і технічний потенціал, рівень розвитку електронної промисловості та мікроелектроніки нашої держави при відповідному фінансуванні дозволяв в недалекій перспективі створити такий вітчизняний геостационарний супутник зв'язку. Проте, недостатнє фінансування національних космічних програм та не фінансування робіт із створення супутника «Либідь» постійно відкладало ці роботи на пізніший термін. Лише в 2009 р. в державному космічному агентстві прийнято рішення оголосити тендер на створення такого супутника, причому за кредитні кошти. В тендері перемогла Канадська компанія МДА. Згідно з контрактом підписаним 13.05.2010р. між ДП «Укркосмос» і канадською корпорацією «MacDonald, Dettwiler and Associates Corporation» в 2010р. розпочалися роботи. Компанія МДА повинна була замовити виготовлення супутника, його запуск і передачу його Україні «під ключ» на орбіті. Україна виготовляла весь наземний комплекс. Канадські колеги замовили виготовлення супутника в РФ із запуском КА в 2014р. До цього терміну в Криму була побудована станція прийому інформації та управління космічним апаратом. Після анексії Криму Канадська сторона оголосила форс-мажор і вийшла з проєкту, а готовий космічний

апарат «Либідь» залишився в РФ на зберіганні у ВАТ «Інформаційні супутникові системи».

В червні 2015 р. власними зусиллями ДП «Укркосмос» побудовано новий наземний сегмент (НС) як альтернатива втраченому в Криму. Внаслідок цього так званий «форс-мажор» був подоланий. Компанія «Driklin Limited», яка є підрядником МДА і відповідала за фінансування робіт із виготовлення ракети, не виконала своїх зобов'язань, що привело до зриву робіт із будівництва ракети-носія «Зеніт». Канадська сторона 7.09.2017р. направила до ДП «Укркосмос» Повідомлення про остаточне розірвання контракту.

Проект КА «Січ-2-1». (Повернення на орбіту)

В КБ «Південне» після запуску в 2011 р. КА «Січ-2» розгорнулися роботи зі створення більш сучасних космічних апаратів нового класу, на новій платформі. Ці роботи велися ініціативно, за кошти КБ «Південне». Роботи щодо створення такого КА були в основному завершені в 2020 р. Цей апарат дістав назву «Січ-2-1». На зміну російським комплектуючим використані більш сучасні вітчизняні та партнерів із Франції та Південної Кореї.

Створення нових космічних апаратів неможливе без модернізації виробничої бази, оснащення її сучасною технікою. Виготовлення цього супутника проходило в новому виробничому приміщенні, яке було побудовано в 2019 р. Це так званий «чистий цех» площею 300 кв. метрів для збирання космічних апаратів, створених за новими технологіями.

В створенні ракетно-космічної техніки важливе місце займає розділ – розробка та виготовлення систем керування ракет-носіїв, космічних апаратів

та орбітальних станцій. Цей напрямок робіт вимагав формування в країні потужного кадрового потенціалу, створення високотехнологічного комплексу, побудованого на основі сучасних досягнень у сфері науки, використання високих технологій, а також модернізації промислової бази, побудованої на основі мікроелектроніки, обчислювальних комплексів і комп'ютерної техніки. Історично склалося так, що багато підприємств на яких вироблялася ракетно-космічна техніка та її складові, зосереджено у великих містах, де знаходилися наукові установи, вищі навчальні заклади, які готували для цих підприємств інженерні кадри, навчальні заклади профтехосвіти, які забезпечували ці підприємства робочими кадрами. Провідними містами в яких сконцентровано підприємства ракетно-космічної галузі, що спеціалізувалися з виробництва систем керування та їх складових були Київ, Дніпро, Харків, Львів, Суми, Чернігів та Чернівці.

Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар». За славу 70-літню історію «Об'єднання «Комунар» створило понад 15 видів систем керування для космічних ракет-носіїв, у тому числі для всіх пілотованих програм, системи керування космічними апаратами картографічного, наукового призначення, наземні автоматизовані випробувальні комплекси, що забезпечують випробування і пуски космічних об'єктів. Колектив підприємства брав безпосередню участь в забезпеченні 9 міжнародних експедицій на орбітальну станцію «Салют», 25 міжнародних програм на станції «Мир» за участю 104 космонавтів з 12 країн, а з 2000 р. ракета - носій «Союз» з системою керування ДНВП «Об'єднання Комунар» була єдиним транспортним засобом для Міжнародної космічної станції. Ство-

рена і виготовлена в «Об'єднанні Комунар» апаратура систем керування для ракет-носіїв забезпечила виведення на орбіти понад 2100 космічних об'єктів, у тому числі 120 пілотованих космічних кораблів з більш ніж 250 космонавтами на борту. Виготовлено системи керування для 270 РН «Союз», 185 РН «Протон», 70 РН «Зеніт», 46 РН «Молнія».

Але з 1992 р. «Об'єднання Комунар» спіткали значні економічні та фінансові проблеми. Зменшилась кількість запусків космічних кораблів та апаратів, зменшилося державне фінансування космічної діяльності. У цих умовах на допомогу прийшло міжнародне співробітництво у космічній галузі. ДНВП було залучено до діяльності російсько-французького консорціуму «Старсем» зі створення на космодромі Куру у Французькій Гвіані космічного ракетного комплексу з ракетою-носієм 11К511У («Союз-Куру»), призначеного для комерційних пусків космічних апаратів. Для цього космічного комплексу у ДНВП «Об'єднання Комунар» розроблено і виготовлено наземну перевірочну апаратуру системи керування технічної позиції, наземну перевірочно-пускову апаратуру стартового комплексу та комплекти бортової системи керування ракети.

Після аварії ракети-носія «Зеніт» у програмі «Глобалстар» космічні апарати «Глобалстар» перейшли на ракету-носіє 11А511У, оснащену розгінним блоком «Икар». Для виконання заданих 6 пусків «Об'єднання Комунар» виготовило потрібну кількість комплектів апаратури системи керування. З метою виконання підвищених вимог з забезпечення надійності пусків у ДНВП було розроблено і виконано спеціальну програму забезпечення надійності. До початку 2000 р. 6 пусків за програмою «Глобалстар» успішно виконано.

Активну участь «Об'єднання Комунар» взяло в забезпеченні запуску Індійського космічного апарата «ІРС-1С». Запуск передбачалося провести ракетою 8К78М. Динамічна схема ракети з цим космічним апаратом відрізнялась від усіх проведених раніш пусків, тому в ДНВП було проведено додаткові розрахунки та моделювання. В результаті цих робіт було доопрацьовано апаратуру систем керування та програмне забезпечення.

Значний обсяг робіт у ДНВП «Об'єднання Комунар» проведено для забезпечення запуску французького космічного апарата «Кластер-2». Міжнародна програма запуску цих апаратів передбачала їх виведення на орбіту ракетою-носієм 11А511У з розгінним блоком «Фрегат». Використання цього блоку за рахунок його підвищеного діаметру значно погіршувало динамічні характеристики ракети, що потребувало доробок апаратури системи керування. Проведені у ДНВП дослідні роботи та моделювання дали змогу доопрацьовувати систему керування. Пусками 16 липня та 9 серпня 2000 р. космічні апарати «Кластер-2» було успішно виведено на орбіти.

Значний обсяг робіт в «Об'єднанні Комунар» у рамках програми «Міжнародна космічна станція». Річ у тому, що для забезпечення експлуатації станції створювалася ракета-носієй 11А511У-ФГ, призначення якої – доставляння космонавтів і вантажів на борт станції. Створення та серійний випуск системи керування ракети-носія покладено на «Об'єднання Комунар». Поставлене завдання було з успіхом виконане, що високо підняло міжнародний авторитет підприємства.

Акціонерне товариство «ХАРТРОН». За роки незалежності України в ПАТ «Хартрон» здійснено глибоку диверсифікацію виробництва як з видів діяльності, так і з переліку основних за-

мовників, проведено реструктуризацію підприємства. ПАТ «Хартрон» являє собою структуру, до складу якої входять керуюча компанія, власне ПАТ «Хартрон», та 10 підприємств у формі товариств з обмеженою відповідальністю, створених з участю керуючої компанії. Ракетно-космічний напрямок в діяльності підприємства є пріоритетним. ПАТ «Хартрон» продовжує займати провідне, а подекуди і монополіне положення на ринку. Підприємствами розроблено та поставлено системи керування для українських супутників «Січ-1», «Січ-1М», нові системи керування для мікросупутників а також для ракети-носія «Дніпро»; ракет-носіїв «Рокот» та «Стріла». Для РН «Циклон-4» проекту «Алькantara-Циклон-4-Спейс» розроблено сучасну високоточну систему керування з включенням до її складу апаратури супутникової навігації.

Відповідальним завданням для колективу є участь в роботах по створенню основної конструкції першого ступеня РН «Антарес». На кінець 2020 р. було здійснено 13 успішних стартів цієї ракети-носія.

ПАТ «Хартрон» - надійний партнер NASA та Європейського космічного агентства, Китайської Народної Республіки, Республіки Корея та ін. Космічні технології розроблені у колективі успішно впроваджуються у створення цивільної продукції для потреб внутрішнього ринку України та на експорт. ПАТ «Хартрон» працює в таких сегментах ринку, як ракетно-космічна галузь, енергетика, в тому числі атомна, залізничний транспорт.

Завдяки висококваліфікованому персоналу та сучасному устаткуванню підприємства ПАТ «Хартрон» готові до виробництва широкої номенклатури радіо- та електротехніки, електронних модулів систем керування та обчислювальної техніки, засобів зв'язку, апара-

тури керування процесами нафто- та газодобування, устаткування для теплових і атомних електростанцій, коксохімічного виробництва та інше

Головними досягненнями з економічної тематики у сфері високих технологій є розробка та поставка систем автоматизованого контролю та діагностики електроустаткування для пасажирських вагонів; системи протипожежної сигналізації; розробка та поставка уніфікованих комплексів технічних засобів діагностики для атомних електростанцій; розробка та поставка автоматизованих систем керування, важливих для безпечної роботи АЕС; розробка та виробництво систем релейного захисту та автоматики енергооб'єктів. Розробляються та експлуатуються **автоматизовані системи керування технологічними процесами для АЕС і ТЕС**. Поставляється **устаткування для ТЕЦ, ТЕС**, в тому числі цифрові прилади індикації та керування.

На АЕС впроваджена **система дистанційного контролю температури вентиляційних каналів контейнерів сухого сховища відпрацьованого ядерного палива «СДКТ ВКК СХВЯП»**, комплексна **система діагностики основного технологічного устаткування АЕС**, призначена для автоматичної діагностики основного технологічного устаткування та режимів експлуатації АЕС з метою покращання безпеки, надійності та забезпечення гарантованого вироблення електроенергії.

На енергооб'єктах широко використовуються різні системи **протиаварійної автоматики**, в тому числі ліквідації асинхронного режиму, від підвищення напруги, фіксації відключення (включення) лінії, дозування впливів, розвантаження станції, фіксації активної потужності, та **систем релейного захисту та автоматики** в діапазоні 6 -330 кВ.

В частині залізничного транспорту розробляються та використовуються на

вокзалах різні автоматизовані візуальні інформаційні системи для обслуговування пасажирів, системи контролю руху пасажирів для обліку та контролю пасажиропотоків. Впроваджено релейно-процесорну централізацію, яка забезпечує безпечне керування та контроль руху залізничного транспорту.

«Хартрон» бере участь в реалізації міжнародного науково-технічного проекту за участю фахівців Аргонської національної лабораторії, США. На базі Харківський фізико-технічного інституту» створюється ядерна підкритична установка як джерело нейтронів, засноване на підкритичній збірці, що керується лінійним прискорювачем електронів ХФТІ, систему контролю і керування якої розробляє «Хартрон».

Ракетно-космічне приладобудування.

Створення ракетно-космічної техніки надзвичайно складний процес з точки зору насичення її приладами, які забезпечують роботу не тільки ракети – носія, супутника але і виконання завдань, які ставилися в інтересах замовника космічного апарата. Тому створення обладнання, приладів, так званого «корисного навантаження» для того чи іншого проекту вимагало потужної наукової, випробувальної та промислової бази. А це, в свою чергу, без спеціалізованих науково –дослідних установ і підприємств було складним завданням. Оперативне вирішення цієї проблеми вимагало неординарних кроків. Було прийнято рішення на базі вже існуючих підприємств, які мали кваліфікований виробничий персонал, змінити їх спеціалізацію, коопераційні зв'язки, реформувати управління та здійснити переоснащення робочих місць, виробничих потужностей ряду підприємств різних міністерств і відомств.

Одночасно розпочато будівництво нових підприємств для випуску мікро-

електронної, обчислювальної та оптичної техніки. В багатьох вищих навчальних закладах відкрито нові кафедри з підготовки інженерів, конструкторів нових спеціальностей для роботи на приладобудівних заводах та в конструкторських бюро. Ці підприємства було обладнано високотехнологічним, сучасним устаткуванням. Поруч було побудовано професійно-технічні училища, в яких молодь навчалася сучасним професіям монтажників, операторів, програмістів. Все це дало змогу в короткі терміни налагодити виробництво приладів широкої номенклатури для вітчизняної ракетно-космічної техніки та успішно конкурувати з подібною технікою інших космічних країн.

Виробниче об'єднання «Київприлад». В період незалежності підприємство продовжує працювати над створенням сучасної ракетно-космічної техніки, цивільної продукції для населення. Активізується комерційна діяльність, в тому числі з іноземними партнерами. Розроблено та виготовлено бортову універсальну командно-вимірювальну систему «Компарус» для космічного та цивільного застосування. Її встановлено на функціонально-вантажному модулі «Зоря» Міжнародної космічної станції, де вона успішно відпрацювала встановлені терміни. Виготовляється телеметрична апаратура «Сириус» для міжнародних космічних проєктів «Морський старт» і «Наземний старт». Створено автоматизовану систему підготовки і пуску космічного ракетного комплексу «Циклон-4» та ряду інших систем для бразильського космодрома «Алкантара». На високому технічному рівні розроблено та виготовлено апаратуру для випробувань першого ступеня американської ракети-носія «Антарес». В рамках виконання програм з випуску цивільної продукції розширюється спів-

робітництво з регіонами країни, НЕК «Укренерго» та енергетичними компаніями. Продукція ВО «Київприлад» використовується для оснащення окремих житлових комплексів, бізнес-центрів, метрополітенів та інших енергоємних об'єктів та споруд. Для них розроблені мікропроцесорні пристрої захисту, автоматики, контролю та керування приєднань відхідних ліній напругою 35/10/6 кВ – МРЗС-05.

Виробниче об'єднання «Київський радіозавод» – НПК «Курс». Одним із нових напрямків діяльності підприємства поряд із створенням ракетно-ядерного щита стала, зокрема, участь у пілотованих програмах СРСР. Виробництво апаратури стикування «Ігла» було одним із головних напрямків спеціалізації підприємства по створенню виробів для космічних комплексів. Радіотехнічна система стикування – це високоточна апаратура взаємних вимірювань параметрів руху двох космічних апаратів, що забезпечує пошук, взаємну орієнтацію, зближення і стикування. Унікальний комплекс «Ігла», що не мав зарубіжних аналогів, забезпечив вперше в світі автоматичне стикування безпілотних і пілотованих космічних кораблів між собою та з орбітальними станціями.

Апаратура стикування «Курс», що прийшла на зміну комплексу «Ігла», виконана резервованою, її модернізацію спільно з розробником виконали фахівці підприємства.

Апаратура «Ігла» і «Курс» використовувалася у складі орбітальних станцій «Алмаз», «Салют», «Мир», МКС, спеціалізованих модулях при стикуванні з орбітальними станціями. Розробником фідерних пристроїв в частині систем стикування було НВК «Курс». Інформація про процес зближення і стикування відображалася на бортовому моніторі блоку формування інформації,

виготовленому на Київському радіозаводі.

Під час виготовлення космічного ракетного комплексу «Енергія-Буран» здійснено масштабне відпрацювання конструкторської документації системи керування центрального блоку, бічних прискорювачів «Блоку А», системи аварійного захисту центрального блоку і бічних прискорювачів «Блоку А» ракети-носія «Енергія», модернізованої системи стикування «Курс» і системи пожежогасіння.

Завдання керування орбітальними станціями було вирішено за допомогою обчислювальних комплексів «Салют-5» і «Салют-5Б», що використовуються на станціях «Мир», Міжнародній космічній станції та пристикованими до них функціональних модулів.

Особливе місце в тематиці НВК «Курс» займали роботи з підготовки та реалізації наукових досліджень та експериментів на російському сегменті МКС з таких напрямків: космічна біологія, біотехнологія і медицина, космічне матеріалознавство, фізико-хімічні процеси в умовах мікрогравітації, дослідження Землі і ближнього космосу, астрофізика і позаатмосферна астрономія, космічна геліоенергетика. Учасниками програми були провідні підприємства, науково-дослідні інститути НАН України.

На Науково-виробничому комплексі «Курс» розроблено апаратуру електричних перевірок (АЕП) бортових систем космічних головних частин РКП «Дніпро-1». Створена на базі МБР 15А18 апаратура була призначена для перевірки бортових систем, бортової кабельної мережі та контролю при монтуванні головних частин (КГЧ). Виготовлено 4 комплекти апаратури, якою оснащено комплексний стенд НВК «Курс», контрольно-випробувальна станція ДП ВО «ПМЗ», космодром «Байконур» і пускова база «Ясний». В 2004-2015 рр. розро-

блено конструкторську документацію, програмне забезпечення, виготовлено і поставлено на об'єкти експлуатації матеріальну частину для більш ніж 20 космічних головних частин (КГЧ).

Окрім ракетно-космічної тематики, в сферу діяльності підприємства входила розробка науково-технічної продукції для народного господарства, в тому числі апаратури числового програмного керування для металоріжучих верстатів, керування шахтним устаткуванням, радіотелефонних станцій, сім'ї телевізорів «Славутич», побутових електричних швейних машин.

На даний час підприємством ведуться роботи з розробки систем зближення некооперованих космічних об'єктів, створенню багатофункціонального цільового космічного модуля для надання сервісних послуг на орбіті. Проводяться роботи з розвитку мережі базових станцій системи високоточного позиціонування, встановлено і підключено до мережі системи координатно-часового та навігаційного забезпечення (СКНЗУ) понад 20 станцій.

НВК «Курс» єдине в Україні підприємство, що має сучасне обладнання для наземного лазерного сканування, надає повний комплекс геодезичних послуг будь-яких обсягів в найкоротші терміни в будь-якій точці України з використанням передових технологій тривимірного лазерного сканування.

Казенне Підприємство «Спеціального приладобудування «Арсенал». КП СПБ «Арсенал» є виробником низку критичних видів продукції, що використовується у ракетно-космічній промисловості, літакобудуванні, військовій техніці. З середини 90-х років тут розпочато виготовлення лазерних гіроскопів для навігаційних систем авіаційного і ракетного класів, а на початку 2000-х — навігаційних акселерометрів, а з

1993 р, в рамках першої Національної космічної програми України, КП СПБ «Арсенал» почало освоєння нового технічного напрямку - **«Розробка автоматичних приладів орієнтації КА за Сонцем, зірками і лімбом Землі».**

В ході виконання НДР **«Борт-2000»** розроблено концепцію застосування для орієнтації КА сім'ї статичних (без обертюваних частин і частин, що переміщуються) оптико-електронних приладів, які базувалися на застосуванні багатоелементних ПЗЗ-лінійок та матриць. Результати НДР **«Борт-2000»** лягли в основу подальших цільових ДКР зі створення систем астроорієнтації для цілого ряду космічних апаратів. Так, в 2001 році було створено перший вітчизняний прилад астроорієнтації вимірювач координат Сонця- **ВКС-2**, який пройшов льотні випробування у складі КА **«МС-1-ТК»**. В 2004 р. розпочато роботи зі створення навігаційних приладів (**БНС**) для ракети космічного призначення **«Циклон-4»**.

За час проекту виготовлено **22** прилади для всіх видів наземного відпрацювання та натурних випробувань в складі ракети-носія **«Дніпро-1»**. Виготовлено прилади для першого пуску ракети-носія **«Циклон-4»** та комплект обладнання для її системи прицілювання. В 2002-2007 рр. в КП СПБ «Арсенал» створено перші прилади дистанційного зондування Землі.

Сьогодні підприємство виконує наступні роботи:

- створення та проведення попередніх випробувань навігаційних приладів для оперативного-тактичного ракетного комплексу **«Грім-2»**;

- виготовлення навігаційних приладів ракетного комплексу **«Нептун»** в рамках виконання ДОЗ;

Підвищені вимоги до просторової роздільної здатності знімків та точності їх прив'язки на місцевості привели до

створення нового покоління вітчизняних приладів дистанційного зондування Землі надвисокої роздільної здатності та високоточних приладів астроорієнтації космічних апаратів.

На даний час ведеться виробництво сканера високої роздільної здатності (СВРЗ) та сканера дальнього інфрачервоного діапазону (СДІЧ) для КА **«Січ-2М»**. Проводяться роботи зі створення **мультиспектрального сканера надвисокої роздільної здатності (МСС-НВРЗ)** для КА **«Січ-3-О»** та малогабаритного сканера надвисокої роздільної здатності (МСНВРЗ) для КА **«Січ-2-2»**.

Формування наземної інфраструктури України

Національний центр управління та випробувань космічних засобів. 12 серпня 1996 р., відповідно до Указу Президента України «Про Національний центр управління та випробувань космічних засобів» на базі Центру далекого космічного зв'язку, в м. Євпаторії, створено **Національний центр управління та випробувань космічних засобів**. Це було надзвичайно важливе, стратегічне рішення Президента України Л.Д.Кучми та керівництва НКАУ, спрямоване на формування повноцінного космічного комплексу для забезпечення інтересів космічних досліджень, економіки та питань національної безпеки і оборони держави. Понад 3500 офіцерів з 12 військових частин, офіцери управління ракетного озброєння МО України, а також технічні засоби наземної інфраструктури перейшли до сфери управління Національного космічного агентства України. НКАУ отримало унікальні технічні засоби, надзвичайно висококваліфікований персонал для використання в реалізації космічних програм держави, забезпеченні міжнародних зобов'язань України. Головне призначення Цен-

тру - керування космічними апаратами, робота з супутниковою інформацією в рамках національних і міжнародних космічних програм, а також в інтересах національної безпеки та оборони країни. Загалом фахівці Центру виконують широкий спектр завдань:

- прийом, обробка та аналіз наукової та спеціальної інформації з космічних апаратів, інших джерел інформації з метою оперативного попередження виникнення джерел небезпеки, які загрожують національній безпеці та оперативне інформаційне забезпечення вищих посадових осіб держави;

- управління національними та іноземними космічними апаратами спеціального, наукового і подвійного призначення;

- контроль та аналіз космічної обстановки для забезпечення запусків космічних апаратів національними ракетами-носіями та оцінки ступеня безпеки їх польоту й функціонуванню на орбіті, аналіз можливостей іноземних орбітальних угруповань щодо спостереження території України;

- контроль цілісності навігаційного поля глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС), моніторинг національних та іноземних супутникових і наземних функціональних доповнень ГНСС, надання користувачам ГНСС супутникових навігаційних інформаційних, послуг;

- контроль за додержанням міжнародних договорів та угод щодо обмеження та заборони випробувань ядерної зброї на іноземних випробувальних полігонах та проведенням ядерних вибухів в мирних цілях, а також контроль за радіаційною обстановкою в пунктах дислокації;

- участь у випробуваннях та експлуатації космічних апаратів, експлуатація наземної космічної інфраструктури та допоміжного обладнання;



Антенний комплекс «Плутон»

- виконання функцій оператора національних космічних систем спостереження Землі, прийом, опрацювання, аналіз, зберігання спеціальної інформації, отриманої з національних та іноземних космічних апаратів і систем різноманітного цільового призначення, надання результатів користувачам;

- контроль власними та залученими радіотехнічними, оптичними та кванто-оптичними засобами за станом космічного простору, аналіз космічної обстановки;

- виконання функцій оператора системи координатно-часового та навігаційного забезпечення, контроль власними та залученими технічними засобами цілісності супутникового радіонавігаційного поля, моніторинг глобальних навігаційних супутникових систем, надання супутникових навігаційних інформаційних послуг державним установам;

- контроль технічними засобами за сейсмічною обстановкою та іншими геофізичними явищами на території України і Земної кулі;

Таким чином, кадровий склад, матеріально-технічна та наукова база, завдання, які поставлені для вирішення перед Національним центром управління та випробувань космічних засобів, дозволяли зробити висновок про формування в 1996 р. в країні **першого** під-

розділу **військово-космічних сил (ВКС) України**.

Матеріальна база та технічні засоби Центру формувалися в 60 роки з ініціативи С.П. Корольова. Тут було зосереджено унікальні технічні засоби, в тому числі найбільший в світі на той час радіотелескоп **РТ-70**, антенний комплекс «**Плутон**» для керування космічними апаратами.

Антенні системи Євпаторійського центру не мали аналогів у світі: ефективна поверхня близько 1000 м², випромінювання передавача досягало потужності 120 кВт, відстань радіозв'язку - до 300 млн. км, освоєна відстань - 40 млн. км. В створенні радіоастрономічного телескопу РТ-70 брали участь різні науково - дослідні інститути, КБ, заводи, будівельно-монтажні та інші організації. В конструкції радіотелескопа були застосовані новітні оригінальні рішення та технології, що дозволяло суттєво збільшити дальність і точність вимірювань. Унікальні технічні данні і можливості РТ-70 забезпечували зв'язок і обмін усіма видами інформації з автоматичними міжпланетними станціями в межах Сонячної системи. Одразу ж після встановлення РТ-70 прийняла від орбітального апарата «Венера -12» вражаючі дані про комету Бредфілда, що мала період обертання навколо Сонця 300 - 400 років.

Унікальність радіотехнічних комплексів Євпаторійського космічного центру, високий професіоналізм співробітників, постійні роботи з модернізації техніки дозволили продовжити успішні роботи по багатьом космічним програмам. Вражав своєю потужністю комплекс «**Плутон**», кожна антенна система якого складалася з восьми дзеркал діаметром 8 м. Щоб з'єднати таку «вісімку» в міцну систему науковцям і інженерам довелося виявляти неабияку

кмітливість і нестандартний підхід. Вони використали корпуси списаних підводних човнів і закріпили їх на фермах залізничних мостів. Іноземні фахівці не приховували свого захоплення технічними новинками Євпаторійського Центру далекого космічного зв'язку. Директор всесвітньовідомої радіоастрономічної обсерваторії Джодрелл Бенк (Великобританія), професор Л. Lovell написав у липні 1963 р., повернувшись із Євпаторії: «Найкращою радіоастрономічною обсерваторією в Радянському Союзі є станція космічного зв'язку в Криму. На цій станції я бачив антени і таку велику кількість електронної апаратури, яку не знайдеш в жодній країні світу. І що особливо важливо - станція збудована, очевидно, впродовж одного року, а саме 1960р. Я відчуваю особливу гордість бути першим представником Заходу, який побував на цій станції».

З 1962 р. за допомогою міжпланетних станцій тут почалися роботи з дослідження Марса, а згодом і Місяця. Центр керував космічними апаратами «Луна -4,-5,-6,-7,-8». Два «Місяцеходи» пропрацювали на поверхні Місяця понад рік, подолавши 48 км. ЦДКЗ прийняв від них 248 фототелевізійних панорам, десятки тисяч знімків, а також результати аналізу місячного ґрунту з різних ділянок.

З 1967 р. почався новий етап розвитку і становлення Євпаторійського центру. Вдосконалюється ЦДКЗ, створюється обчислювальний центр, вводяться в дію нові телеметричні й телевізійні станції і системи МА-9МК «Фобос». Вперше з пілотованим КА центр працював у квітні 1967 р. під час польоту КА «Союз-1», пілотованого льотчиком-випробувачем В.Комаровим. З кримського центру безперервно вівся радіо - і телезв'язок з космонавтами, які перебували на орбіті. Для роботи в євпаторійський ЦУП часто приїздили М.В. Келдиш, Ю.О.

Гагарін, науковці, керівники польотів і окремих програм, конструктори космічної техніки.

За часи незалежності України фахівці Національного центру управління та випробувань космічних засобів забезпечували керування (НЦУВКЗ) національними космічними апаратами «Січ-1», «Січ-1М», «Січ-2» та «Мікрон». 31 серпня 1995 р. з космодром Плесецк здійснено старт ракети-носія «Циклон-3», яка вивела на орбіту вітчизняний супутник «Січ-1» вперше під юрисдикцією України, призначений для оперативного одержання інформації.

Вперше в світі було використано **однопунктний** метод керування КА, який впродовж 5 років довів свою надійність. В процесі керування космічним апаратом «Січ-1» здійснив низку наукових експериментів, що дозволило зробити чимало відкриттів і відпрацювати нові технології, дати інформацію, яка використовувалася в інтересах економіки.

Центр управління польотами НЦУВКЗ також залучався до участі у роботах з космічними апаратами «Океан-О», «Гранат» до багатосупутникової програми «Інтербол». У рамках міжнародного співробітництва спеціалісти центру брали участь у підготовці персоналу Єгипту для керування польотом космічного апарата «EgyptSat-1», створеного 2007 р. на замовлення Арабської Республіки Єгипет.

На жаль, в 2014 р. НЦУВКЗ був змушений залишити територію Криму з унікальним обладнанням. Згідно з рішенням Державного космічного агентства України, Національний центр передислоковано на материкову частину України, до Києва, філіали ж його, як і раніше, знаходяться в різних регіонах України. Забезпеченість унікальною апаратурою, охоплення всієї території України і більшості країн світу дає мож-

ливість успішно виконувати різноманітні завдання. Зокрема, одним із пріоритетних напрямків діяльності НЦУВКЗ є розвиток національної системи спостереження Землі з космосу. Основне її призначення – вирішення завдань національної безпеки та оборони, задоволення потреб у сфері дистанційного зондування Землі в цивільному секторі національної економіки, інтеграція в міжнародні системи спостережень.

Космічний моніторинг, який здійснюють фахівці Центру трьох вітчизняних станцій дозволяє аналізувати стан аграрної, лісової та водної промисловості. При цьому виявляти незаконну вирубку лісів, визначати площі агропромислових угідь, зокрема, ураження урожаю внаслідок стихійного лиха, попереджати про ймовірну повінь внаслідок розливу річок. Моніторинг будівельної промисловості та інфраструктури дає можливість визначати темпи урбанізації, виявляти незаконні забудови, попереджати про ймовірні просідання будівель і їх руйнування, через недотримання необхідних технологічних вимог. Така безпечність може призвести до трагедій, а вчасно отримана інформація з космосу рятує людські життя і допомагає запобігти ще більшим руйнуванням.

Морський моніторинг визначає завантаженість портів та основних морських торгових шляхів. Моніторинг видобувної промисловості дозволяє виявляти нелегальний видобуток корисних копалин та аналізувати порушення екологічних нормативів в діяльності підприємств. Так, фахівці НЦУВКЗ постійно надають інформацію щодо підвищення діоксиду азоту (NO₂) у тропосфері. Наприклад у літні місяці 2020 р. негативна ситуація спостерігалася у промислових районах Донецької, Дніпропетровської, у північній частині Запорізької областей, у містах Київ,



Антенний комплекс в Золочеві

Вінниця, Черкаси, Кременчук, Одеса, Харків та їх районах. Основними антропогенними джерелами надходження оксидів азоту в атмосферу є викиди продуктів високотемпературного згорання палива, такі як діяльність підприємств важкої промисловості, теплових електростанцій та вихлопні гази автотранспорту, авіації тощо. Також небезпечними для нашого здоров'я є підвищені значення формальдегіду (НСНО). За даними спеціалістів НЦУВКЗ, найбільші забруднення у червні – липні 2020 р. зафіксовано на півночі Київської, заході Чернігівської, півдні Харківської та у Донецькій області, у містах Енергодар, Дніпро та Луганськ та їх районах. Основними джерелами надходження формальдегіду в атмосферу є хімічні підприємства, теплові електростанції та транспортні засоби, які виділяють вихлопні гази. Також формальдегід утворюється з інших вуглеводнів. Крім того, завдяки Національному центру управління та випробувань космічних засобів надходить інша важлива інформація. Так, в спекотні літні місяці, в період з 28.06 по 1.07.2020р. проведено супутниковий моніторинг цвітіння водоростей у північно-західній частині Чорного моря з використанням оптичних даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) з **KA Sentinel-3A** та **KA Sentinel-3B**. Індикатором забрудненості

води та кількості біомаси фітопланктону обрано хлорофіл-а, який опосередковано дозволяє оцінити інтенсивність цвітіння водоростей у водоймах.

Важливість інформації, що надавалася НЦУВКЗ важко переоцінити, адже за допомогою супутникових знімків можна швидко виявити та локалізувати лісові пожежі. Наприклад, 6 липня 2020 р. на Луганщині, поблизу с. Осколонівка Новоайдарського району виникла пожежа, яка швидко поширилася через поривчастий вітер. Впродовж періоду гасіння, до 9 липня, спеціалісти Національного центру управління та випробувань космічних засобів збирали та аналізували знімки з супутників, щоб надати Державній службі надзвичайних ситуацій максимально докладну інформацію про характер та місце пожеж. Орієнтовна площа, захоплена пожежою, становила близько 5000 га. Гасіння пожежі в Чорнобильській зоні, що вирувала на великій площі, теж відбувалося із залученням фахівців Центру. Супутникову інформацію враховувала у своїй роботі поліція на воді та повітряної підтримки і запровадила систему супутникового моніторингу для розкриття злочинів проти довкілля. Використання новітніх систем дистанційного зондування земної поверхні та супутникового моніторингу вже допомогло у розслідуванні злочинів проти довкілля, зокрема під час пожеж у Чорнобильській зоні та злочинів у сфері незаконного обігу наркотичних речовин, контрабанди та інших видів правопорушень. І такі приклади співпраці НЦУВКЗ з різними організаціями та підприємствами не поодинокі. Нещодавно Дніпропетровська облдержадміністрація підписала з Центром меморандум про співпрацю в галузі територіального розвитку та захисту довкілля, сільського, лісового та водного господарства, метеорології,

інфраструктури й кризового управління. Нині державними користувачами ДЗЗ є:

- Державна служба України з надзвичайних ситуацій;
- Міністерство екології та природних ресурсів України;
- Державне агентство водних ресурсів України;
- Рада національної безпеки та оборони України;
- Український гідрометеорологічний центр;
- Силіві відомства.

З метою розширення співробітництва з Європейським Союзом у сфері дистанційного зондування Землі розпочате ще під час проектів «Твінінг», між Державним космічним агентством України та Європейською Комісією в 2018 році було підписано відповідну Угоду. Одним з її елементів є приєднання до програми «Copernicus» майбутнього українського супутника ДЗЗ «Січ-2-1», у чому неодноразово підкреслювала свою зацікавленість європейська сторона. Нині інформація з космосу відкрита і доступна для всіх. На початку 2020 р. в Національному центрі управління та випробувань космічних засобів запрацював Регіональний дзеркальний сайт програми «Copernicus», який забезпечує вільний доступ всіх бажаючих до матеріалів зйомок території України з супутників **Sentinel-1**, **Sentinel-2** та **Sentinel-3**. Зазначимо, що програма ДЗЗ «Copernicus» Європейського Союзу є однією із найбільш масштабних та успішних світових проектів у сфері дистанційного зондування Землі з космосу. Головним завданням її є забезпечення постійного збору даних ДЗЗ на глобальному рівні, а також надання надійного і незалежного доступу до таких даних в інтересах вирішення економічних, екологічних та безпекових питань для різних країн.

Таким чином, створення Регіонального дзеркального сайту програми «Copernicus» дає можливість спрощеного доступу до використання даних супутників «Sentinel» програми «Copernicus».

Отримання безкоштовного доступу до оперативної інформації від шести європейських супутників «Sentinel» забезпечує потреби України у даних ДЗЗ для розробки та впровадження власних інформаційних продуктів в інтересах держави та суспільства, а також сприятиме оперативному залученню перспективних українських космічних апаратів серії «Січ» до європейської системи «Copernicus». На сайті НЦУВКЗ у вільному доступі є інформація, яка може зацікавити представників різних відомств та організацій, а також усіх бажаючих.

Спеціалісти Центру ведуть каталог космічних об'єктів, моделюють їхній рух, прораховують небезпечне зближення та можливе зіткнення, розраховують робочу орбіту для нових космічних апаратів та їх угруповань. Кількість космічних апаратів дистанційного зондування Землі постійно зростає. До 2026 р. на орбіту будуть запущені понад 9000 КА. Забезпечити значну кількість сеансів прийому інформації з них здатні три унікальні **станції радіотехнічного спостереження** Національного центру, що розташовані в різних регіонах України. Незабаром запрацює ще й четверта - «Надія». Лише однією станцією можна здійснити прийом з **15 КА** за добу.

Ще один важливий напрям діяльності НЦУВКЗ — координатно-часове та навігаційне забезпечення різних користувачів — із залученням GPS та інших глобальних навігаційних систем і наявної в Україні наземної інфраструктури. Зокрема, в Дунаєвцях є **Центр прийому і обробки спеціальної інформації та контролю навігаційного поля**. Його контрольно-корегувальні станції, можуть

використовуватися у геодезичних (землемірних та інших) роботах, у навігації та диспетчеризації різних рухомих об'єктів тощо.

Важливим підрозділом Національного Центру є **Головний центр спеціального контролю (ГЦСК)**, оснащений унікальною технікою, яка дає змогу фіксувати коливання, які виникають при підземних ядерних та звичайних потужних вибухах, землетрусах та інших природних і штучних явищах. Інформація одержана спеціальними засобами Центру відповідно до міжнародних Угод оперативно передається до Міжнародного центру в Відні.

Останнім часом Національний центр розвиває активну співпрацю з різними установами та організаціями в усіх регіонах України, сприяючи розвитку космічних технологій та запровадженню їх у різноманітних сферах життєдіяльності країни. Для цього використовуються нові форми співпраці, такі як **регіональні інноваційно-космічні та науково-технологічні кластери**. Першим запрацював кластер «Полісся» на Житомирщині, який об'єднав 13 організацій. Другим був кластер «Причорноморський» створений в Одесі, готуються до відкриття кластери у Львові та Харкові. Результати досліджень довели можливість збільшення рентабельності для бізнесу на 15%-20% при застосуванні космічних технологій.

Зацікавленість на міжнародному рівні до співпраці з Національним центром управління та випробувань космічних засобів, який є однією з провідних установ Європи - за тематикою дистанційного зондування Землі, контролю космічного простору та за деякими іншими напрямками, виявили Франція, Польща, Казахстан, Китай, Республіка Корея, США, Ізраїль, Туреччина, Німеччина, Італія, Об'єднані Арабські Емірати, Іспанія, Норвегія, а також Європейське космічне агентство.

Космічні технології. Важливим напрямком в діяльності ракетно – космічної галузі України було використання інноваційних космічних технологій в інших галузях економіки та при виробництві товарів для населення. Ракетно-космічна промисловість історично формувалася як єдина база для розробки, створення і виробництва ракетно-космічної техніки як оборонного, спеціального так і цивільного призначення. В лютому 2001 р. Президент України видала Указ **”Про заходи щодо використання космічних технологій для інноваційного розвитку економіки держави”**.

До 10-ї річниці незалежності України, в серпні 2001 р, НКАУ разом з НАН України проводять масштабну спеціалізовану виставку **”Космічні технології – на службу суспільству”**. На цій виставці було представлено найсучасніші досягнення вітчизняної науки і космічної промисловості та використання їх в економіці України. Також було представлено продукцію підприємств галузі, як результат впровадження космічних технологій у цивільне виробництво.

Маючи досягнення світового рівня в розробці та створенні нових технологій, матеріалів і сучасних високотехнологічних виробів ракетно –космічної техніки українські вчені, конструктори та інженери ці досягнення перенесли на виробництво продукції в інших галузях економіки піднімаючи їх на новий, вищий науковий і технологічний рівень, зокрема модернізуючи виробничу базу, впроваджуючи новітні технології, створюючи нові продукти, формуючи нові ринки, підвищуючи тим самим ефективність використання державних коштів, витрачених на створення ракетно-космічної техніки. За розрахунками експертів, на кожен гривню, витрачену на розробку та експлуатацію ракетно – космічної техніки припадає 10 – 12 гри-

вень прибутку, в тому числі і за рахунок реалізації цивільної продукції створеної за допомогою космічних технологій.

На підприємствах галузі цивільна продукція займала майже 50% від обсягу випуску всієї продукції. Яскравими прикладами такої конверсії є перетворення бойової ракети **РС – 20 ("Сатана")** в цивільний носій "Дніпро", розроблення екологічно безпечної технології знищення твердого ракетного палива з бойових ракет **РС – 22 ("Скальпель")** в наслідок якої замість спалювання, українські вчені запропонували метод гідророзмиву палива і подальшого виготовлення вибухівки для використання в кар'єрах. Супутникова інформація з космічних апаратів дозволила визначати врожайність сільськогосподарських культур, стан снігового покриву, кордонни повеней, вирубку лісів, контроль руху автомобільного, залізничного та морського транспорту. Космічні технології використовуються при виготовленні титанових шасі для літаків АН-140,-148,-158, СУ-27, створенні локальних систем керування літаків в тому числі АН-70, вітроенергетичних установок, медичної, банківської техніки, зварювального обладнання, міського транспорту (автобуси, тролейбуси, трамваї), сільськогосподарської техніки (трактори, комбайни тощо.) установок з рентгеноскопічного контролю багажу та ручної поклажі системи "Поліскан", складного електрообладнання для безпеки метрополітенів, виготовленні лічильників електричної енергії, газу та води, фотоапаратів, біноклів, приладів нічного бачення тощо. Міжнародним визнанням високого рівня українських космічних технологій є замовлення у Харківського **Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування для "Великого адронного колайдера"** розробки та виготовлення технологій стрічкових кабелів стійких до електро-магнітного випромінюван-

ня. Протягом тривалого часу "Хартрон" співпрацює з всесвітньо відомою фірмою "Вестінгауз" для створення систем керування технологічними процесами атомних електростанцій.

Аналіз діяльності ДКАУ, підприємств ракетно – космічної галузі за минулі роки свідчить про те, що ця галузь є стратегічною, найбільш сучасною, високотехнологічною та інноваційною сферою вітчизняної економіки, яка забезпечує підтримку її оборонної та економічної безпеки.

Формування космічного світогляду у молоді. З перших років існування Національного космічного агентства України було поставлено амбітне завдання, спрямоване в перспективі на формування у молоді космічного світогляду, профорієнтація школярів та студентів, підготовка молодих людей для роботи на підприємствах космічної галузі України. З цією метою використовувалися різноманітні форми роботи з молоддю. У вищих навчальних закладах відкривалися профільні кафедри, факультети (наприклад, за ініціативою М.А. Павловського та В.П. Горбуліна, факультет аерокосмічних систем в Київському політехнічному інституті – **ФАКС**), позашкільні заклади, гуртки юних техніків, Мала академія наук, музеї космонавтики, планетарії. На базі Київської школи №36 разом з Міністерством освіти проводився експеримент з посиленого вивчення природничих наук та аерокосмічної освіти школярів, починаючи з молодших класів. В роботі з молоддю широко використовувалися конкурси, конференції, зустрічі з ветеранами та працівниками космічної галузі. Під час космічного польоту Л.Каденюка проводилася широка освітня програма, до якої було залучено понад 20 тис. школярів з України та така ж кількість американських школярів і студентів.

За ініціативи Національного космічного агентства України й Українського молодіжного аерокосмічного об'єднання «Сузір'я», за підтримки КБ «Південне» і Південного машинобудівного заводу, Указом Президента України Л.Д. Кучми від **11 червня 1996 р.** в Дніпропетровську створено **Національний центр аерокосмічної освіти молоді (НЦАОМ).**

З 1997 по 2016 рр. його Генеральним директором був В.В. Хуторний. В Центрі є навчально-виставковий комплекс – унікальний зразок пропаганди історії й досягнень ракетно-космічної галузі України. У його залах експонуються натурні зразки космічних апаратів – від найперших і унікальних до багатофункціональних, призначених для моніторингу Землі й дослідження Сонця. Представлено техніку розроблену в КБ «Південне» та виготовлену Південним машинобудівним заводом. Важливе місце у навчально-виставковому комплексі займають експозиції, присвячені М.К. Янгелю та О.М. Макарову.

Головним завданням НЦАОМ спільно з УМАКО «СУЗІР'Я» став пошук і підтримка талановитої української молоді, яка цікавиться та захоплюється космосом, космонавтикою, авіацією та розвиток їх творчих здібностей. Ї все ж пріоритетним напрямком залишається робота з впровадження в життя освітніх програм та розвитку аерокосмічної освіти. Аерокосмічна освіта – це системна форма навчання та виховання дітей і молоді з метою передачі їм знань про авіацію і космонавтику, підготовка фахівців для аерокосмічної галузі. НЦАОМ разом із Дніпропетровськими загальноосвітніми школами, ліцеями та гімназіями організує аерокосмічні класи, в яких навчаються учні 9–11 класів. Широкою популярністю користуються аерокосмічні класи з формою навчання

у вихідні дні. Молодь з інших міст України має можливість навчатися в Заочній аерокосмічній школі. Навчання в аерокосмічних класах проводять не тільки досвідчені викладачі Центру, але й професори та доценти Дніпровського університету, Дніпровської медичної академії, КБ «Південне». Після закінчення навчання учні захищають випускні роботи та одержують додаток до атестату про повну загальну середню освіту.

Щорічно в НЦАОМ проводиться Всеукраїнська конференція-конкурс науково-дослідних робіт школярів «**Зоряний шлях**». Головна його мета – розвиток зацікавленості учнів в поглибленому вивченні космічного простору, обміну знаннями та інформацією з однолітками з різних регіонів України в галузі астрономії, фізики, природознавства та екології Космосу, технічної творчості, ракетно-космічного моделювання та інше. З 2002 р. проведено 18 конференцій «Зоряний шлях» для школярів, у яких брало участь понад 2300 учнів з різних областей України.

В лабораторії ракетно-космічного моделювання юні конструктори навчаються практичним навичкам проектування, конструювання та виготовлення моделей і макетів ракетно-космічної техніки минулого, сьогодення та майбутнього, моделей-копій, спортивних моделей ракет і ракетопланів. Окрім цього, одержують поглиблені знання за окремими розділами фізики, хімії, математики, астрономії, креслення та інших дисциплін. Займаючись космічним моделюванням і ракетомодельним спортом, вихованці беруть участь в міжнародних змаганнях та змаганнях з ракетно-модельного спорту на кубок академіка М.К. Янгеля. Найбільш здібні школярі побували в багатьох країнах світу: Австралії, Японії, КНР, США, Польщі, Румунії, Туреччині.

Протягом року учнівська молодь має можливість брати участь у різних заходах НЦАОМ: Всеукраїнський конкурс творчих робіт школярів «Літературний Всесвіт», Всеукраїнський конкурс дитячого малюнка «Крок до зірок», Обласний відкритий конкурс «Мирний космос».

Подібна практика підтвердила свою ефективність – випускники НЦАОМ продовжують займатися науковою роботою, будучи вже студентами, молодими фахівцями на виробництві, представляють свої напрацювання на Міжнародних наукових конференціях більш високого рівня.

Один із напрямків роботи НЦАОМ – організація підготовки, перепідготовки та стажування молодих фахівців і вчених для ракетно-космічної галузі України, а також реалізація міжнародних домовленостей щодо підвищення кваліфікації іноземних спеціалістів за ракетно-космічними напрямками.

В результаті, розпочавши свою діяльність з позашкільної освіти, НЦАОМ разом з університетами, підприємствами та організаціями аерокосмічного профілю розробив і почав успішно реалізовувати ефективну систему безперервної аерокосмічної освіти «Школа – вищий навчальний заклад – підприємство».

У різні роки Наукові читання присвячувалися К.Е. Ціолковському, С.П. Корольову, М.К. Янгелю, В.Ф. Уткіну, В.П. Глушку, О.М. Макарову, М.Ф. Герасюті, С.М. Конюхову, В.С. Буднику, Ю.О. Сметаніну. На круглих столах і окремих засіданнях розглядалися науково-технічні спадщини видатних конструкторів і вчених в галузі ракетно-космічної техніки: В.Ф. Уткіна, В.М. Челомея, Б.І. Губанова, В.М. Ковтуненко, М.І. Дуплішева.

За підтримки Державного космічного агентства України було організовано проект «Український молодіжний

супутник», в рамках якого створено кооперацію українських університетів і підприємств для спільної розробки супутникових систем. Для студентів і співробітників університетів проведено школи-семінари за всіма етапами створення малих супутників та їх систем. Організовано й проведено конкурси університетських проектів і розробок, результати деяких реалізовано на реальних космічних апаратах. У 2013 р. НЦАОМ розпочав інноваційний проект, що передбачав розробку, виготовлення та запуск супутника, створеного молодіжними колективами українських підприємств і університетів. Особливу увагу НЦАОМ звертає на розвиток міжнародної співпраці та участі молодих працівників в міжнародних конференціях і проектах.

Міжнародна молодіжна науково-практична конференція «Людина і Космос» – один із головних заходів аерокосмічної галузі в Україні та країнах СНД для молодих учених і фахівців, які поєднали свою професійну діяльність із наукою про космос і ракетобудування. Перша конференція відбулася в 1999 р., а згодом успішно проведено ще 22 конференції. За цей час змінився статус конференції, значно розширилася тематика наукових напрямків, географія і кількість учасників. З 2013 р. конференція проводиться під егідою Міжнародної астронавтичної федерації. За час проведення в ній взяли участь понад 10000 чоловік, а в конференц-залах заслухано близько 6000 доповідей. За підсумками конференції кращі доповіді публікували у фахових журналах «Вісник Дніпропетровського університету. Серія Ракетно-космічна техніка» і «Екологія і ноосферологія», «Системне проектування та аналіз характеристик аерокосмічної техніки» та інші.

За підтримки Національного космічного агентства України на базі Націо-

нального центру управління та випробувань космічних засобів проводилась Міжнародна науково-практична конференція «Університетські мікросупутники – перспективи та реальність». На секційних засіданнях свої роботи представляли молодіжні та студентські творчі колективи з університетів і підприємств України, Російської Федерації, Республіки Беларусь, Республіки Казахстан, Німеччини та ін. Учасники вели науково-прикладні розробки в галузі створення малих космічних апаратів. Основне завдання конференції було сприяти створенню максимально сприятливих умов для придбання молоддю теоретичних і практичних знань і навичок у створенні малих супутників, вивчення космічних наук і технологій, принципів організації і проведення космічних досліджень і експериментів. Також в рамках конференції щорічно проводився всеукраїнський «Молодіжний конкурс проектів мікросупутників і їх підсистем». Основним організатором конференції та конкурсу було НЦАОМ.

В 2009 – 2011 рр. НЦАОМ виступив ініціатором і активним учасником реалізації міжнародного проекту **TEMPUS IV** «Реформування освітніх програм в галузі космічних технологій» за результатами якого в провідних аерокосмічних університетах України освітні програми космічного спрямування приведено у відповідність до європейських стандартів, викладачі й студенти пройшли стажування в європейських університетах, аерокосмічні факультети отримати сучасну комп'ютерну і лабораторно-технологічну базу для розвитку університетського супутникобудування.

В 2010 р. представники космічної галузі України беруть участь в 61 Міжнародному астронавтичному конгресі в Чехії, в засіданні Організації Об'єднаних Націй по використанню глобальних

супутникових систем зв'язку на благо людству, в міжнародній молодіжній конференції **Space Generation Congress**. В 2011 р. за ініціативи представника НЦАОМ в Раді молодих працівників космічної галузі України створено новий напрямок діяльності – міжнародна співпраця. У тому ж, 2011 р. представник України – співробітник НЦАОМ – входить в міжнародну молодіжну організацію **Space Generation Advisory Council (SGAC)**. Головні завдання: поширення інформації про діяльність космічної галузі України серед світової спільноти та про можливість участі молоді України в міжнародних проектах.

Послідовно реалізуючи систему безперервної аерокосмічної освіти, НЦАОМ, згідно з завданням ДКА України розробив систему та умови для проведення підвищення кваліфікації та стажувань фахівців підприємств ракетно-космічної галузі та вищих навчальних закладів. Про ефективність цього процесу свідчить той факт, що система підготовки та стажування фахівців для ракетно-космічної галузі України забезпечила можливість виходу України в цьому питанні на міжнародний рівень.

НЦАОМ проводить стажування та підвищення кваліфікації на замовлення Космічних агенцій Казахстану, Китаю та Беларусі. Навчання проводяться, як в Україні так і в країні-замовнику. Узгоджуються механізми організації навчальних семінарів для фахівців космічних відомств і підприємств Туреччини, Єгипту.

В грудні 2014 р. за участю НЦАОМ на розгляд Європейської Комісії в рамках програми ЄС «**Горизонт-2020**» подано проект «**The Space Engineering Research Network**» (**SERN**), яким передбачається створення консорціуму і відповідної науково-освітньої мережі українських і європейських організацій для підготовки наукових кадрів за напрямками

створення та експлуатації малих космічних апаратів і малих ракет-носіїв. Результатом міжнародної аерокосмічної діяльності стало прийняття НЦАОМ у вересні 2013 р. до складу Міжнародної астронавтичної федерації.

Відділом наукових досліджень НЦАОМ за угодами з підприємствами космічної галузі проводяться науково-дослідні роботи по удосконаленню технологій та обладнання для виробництва конструкцій і вузлів ракетно-космічної техніки, проводиться аналіз патентної та науково-технічної інформації щодо виявлення нових розробок, пошук нових методів, способів та засобів індикації герметичності та пробних газів (зокрема гелію) в газових середовищах, а також розробляються сучасні спеціалізовані верстати з числовим програмним управлінням для виготовлення конструкцій із композиційних матеріалів. Відділ наукових досліджень бере участь у відпрацюванні та впровадженні нових конструктивно-технологічних рішень з технологічного обладнання в КБ «Південне».

В НЦАОМ ведеться робота з оновлення навчально-методичної бази для підготовки майбутніх фахівців космічної галузі. Фахівцями НЦАОМ підготовлено та надруковано 9 підручників для спеціалістів космічної галузі й вищих навчальних закладів аерокосмічного профілю та **понад 10** навчальних посібників.

Розробки в галузі інформаційних та мультимедійних технологій надають можливість на сучасному рівні популяризувати як діяльність Центру, так і досягнення вітчизняної ракетно-космічної галузі. Сучасні технології та носії інформації дозволяють швидко та якісно створювати навчальні матеріали і програми (фільми, теле- і радіопередачі, стенди, поліграфічні посібники та інше). Плідна праця фахівців у галузі

комп'ютерного дизайну, програмування, відеозйомки та комп'ютерного монтажу дають вагомий результат. Це дозволяє створювати документальні фільми про видатних конструкторів ракетної техніки, навчальні фільми та програми з ракетно-космічного моделювання, інформаційні, науково-популярні, презентаційні фільми про розвиток ракетно-космічної галузі в Україні. Діяльність НЦАОМ неодноразово представлялася на міжнародних виставках і аерокосмічних салонах, в країнах Європейського Союзу і США. Провідні співробітники Центру є постійними учасниками Міжнародних наукових конференцій під егідою Організації Об'єднаних Націй, Міжнародного астронавтичного Конгресу, Міжнародної академії астронавтики, Національних академій наук країн СНД.

Таким чином, Національний центр аерокосмічної освіти молоді вже є не тільки позашкільним закладом з аерокосмічної освіти, але за роки існування розвинувся в ефективний інноваційний майданчик космічної галузі України, у якому сегмент позашкільної аерокосмічної освіти, залишаючись важливим, доповнений новими пріоритетними напрямками діяльності Центру серед яких - інноваційна, науково-освітня і міжнародна діяльність, що сприяє інтеграції ДКУ і підприємств космічної галузі України в європейський і світовий економічний простір.

Важливою передумовою успішного космічного майбутнього України має бути освіта, виховання і формування космічного світогляду у молодого покоління. Саме для цього в листопаді 1991 р. було утворено Українське молодіжне аерокосмічне об'єднання (**УМАКО**) «**Сузір'я**», засновником якого був В.Ф. Уткін. Почесним Президентом об'єднання обрано Л.Д. Кучму. Створення «Сузір'я» тісно пов'язано з розробкою Державної

програми «Діти Всесвіту» — Національною освітньою програмою для учнів, студентів з метою розвитку інтересу до авіаційних та ракетних технологій, формування інтелектуального потенціалу серед молоді України. «Сузір'я» - це єдина громадська організація, яка займається аерокосмічною освітою молоді та популяризацією Космосу в Україні.

Основні напрямки діяльності «Сузір'я»: формування у дітей та молоді інтересу до космонавтики та авіації, науки, техніки, інженерії, екології, дослідницької діяльності;

сприяння підростаючому поколінню в одержанні нових знань, практичного досвіду;

адаптація до зростаючих вимог сучасного світу;

координація зусиль, практична та методологічна допомога молодіжним об'єднанням, які спеціалізуються в сфері космонавтики, авіації, технічних та природничих наук;

встановлення зв'язків з організаціями та установами, у тому числі за кордоном.

Заходи, які стали традиційними і дуже популярними для творчої молоді в сфері аерокосмічної освіти:

Всеукраїнський конкурс технічної творчості «**Мирний космос**» ;

Всеукраїнський гуманітарний конкурс «**Космічні фантазії**» - гуманітарний конкурс для молодших школярів, де вони роблять перші спроби донести своє бачення космосу засобами художнього і прикладного мистецтва, музики, поезії та літератури;

Програма «Діти всесвіту» передбачає науково-популярні й просвітницькі за-

ходи щодо популяризації космонавтики. Фактично створюються умови для підготовки кадрового потенціалу, резерву для космічної галузі;

«Сузір'я» вперше провело Всеукраїнський космічний форум «**Україна космічна**». Завдяки підтримці Міністерства молоді та спорту України і спонсорів. Він відбувся восени 2017 р. Цей захід відвідало понад 100 учасників із усіх регіонів. Було організовано зустрічі з представниками космічної та авіаційної галузей. У 2017 р. проведено перший Міжнародний молодіжний форум «**Космос і майбутнє**», який проходив три дні й відбувався у різних локаціях: у Колонній залі Київської міської адміністрації, в одній із великих аудиторій КПІ та у київському планетарії;

«Сузір'я» проводить активну міжнародну діяльність, є членом Міжнародної організації юних астронавтів з 1992 р. та Європейської асоціації студентів аерокосмічних ЗВО «**Євроавіа**» з 1998 р. Школярі та студенти набувають міжнародний досвід, нові знання, уміння та навички на міжнародних конференціях, конгресах.

Протягом всіх років роботи «Сузір'я», через заходи, які проводилися в різних регіонах нашої держави пройшли десятки тисяч школярів, оволодіваючи знаннями про Всесвіт, про нашу планету — Земля, про ракетно-космічну техніку України та інших космічних країн світу. Для багатьох це сприяло вибору професії в галузі високих та інформаційних технологій, інженерних професій.

Е.І. Кузнєцов

Ракетно-ядерне роззброєння України

Подією, яка вплинула на подальшу долю стратегічних збройних збосил СРСР і Договору про стратегічні наступальні озброєння-1, стався наприкінці 1991 р. розпад Радянського Союзу, з утворенням Співдружності Незалежних Держав (СНД), Президент СРСР М.С. Горбачов 25 грудня 1991 р. склав повноваження і передав командування стратегічними силами Президенту Росії Б.М.Єльцину. Проте Україна не стала ядерною державою. Відмовившись від ядерного статусу, вона втратила можливості впливу на систему безпеки регіонального масштабу. Володіючи третім в світі за потужністю арсеналом ядерної зброї, вона відмовилася від перспективи стати одним з регіональних лідерів.

Москва та Вашингтон дали чітко зрозуміти адміністрації президента Л.М. Кравчука та Верховній Раді, що відмова від ядерної зброї є необхідною умовою для розвитку відносин з Україною. Так, в листопаді 1993 р. НАТО пригрозило виключити Україну з програми „Партнерство заради миру”, якщо вона і надалі блокуватиме процес ядерного роззброєння. По-друге, Росія використала енергетичну залежність України, нездатність Києва своєчасно погашати борги за постачання російських енергоресурсів.

В контексті українсько-російських відносин доречно розглянути спогади учасників тих подій в Україні. Так, Ю.І.Костенко в книзі „Історія ядерного роззброєння України” залучив до написання копії закритих документів, через що цензура розділяє учасників тих подій на два табори: тих, хто активно реалізовував плани РФ щодо якнайшвидшого вивезення ядерних боєголовок із України в Росію, і тих, хто намагався, якщо не залишити їх для захисту

України, то хоч отримати компенсацію за уран і плутоній, які в них містилися, зберегти інфраструктуру тощо [1].

Ядерне роззброєння України викликало значний інтерес дослідників. Вивчення тільки окремих аспектів багатогранної проблеми не дало можливості об'єктивно оцінити всю складність і різноманіття російсько-української взаємодії у військовій сфері, позбавляло змоги визначити причинно-наслідкового зв'язку між багатьма тенденціями, подіями, результатами, виявити закономірності і найбільш характерні риси таких відносин, спрогнозувати подальший їх розвиток, запропонувати варіанти вирішення існуючих проблем.

В українських виданнях відносини між Росією і Україною розглядалися у форматі двосторонньої взаємодії, що відповідало державному підходу до розвитку прагматичного співробітництва з країнами СНД. Намагаючись уявити існували труднощі українсько-російських відносин, як вінець багатовікового придушення України з боку Росії, автори обґрунтовували необхідність їх послаблення з метою виходу України з під впливу імперських прагнень Російської Федерації.

У працях українських авторів тема військового співробітництва двох держав стала своєрідним тлом для підтвердження масштабності досягнутих Україною результатів за період незалежності[2]. Не заперечуючи значущості для України російського військово-політичного чинника, українські дослідники подальше зміцнення обороноздатності, країни пов'язували зі збереженням добросусідських відносин з сусідніми державами, в тому числі з Росією, при неухильній військовій інтеграції в європейську спільноту.

Авторство найбільш цікавих наукових праць, запевненням у збереженні Україною територіальної цілісності та суверенітету, порушених однією з п'яти держав-підписантів Будапештського меморандуму (1994 р.) – належить В. Горбуліну [3; 4; 26], а також Т. Біляку [5], В. Василенку [5], О. Задорожньому [7], І. Лоссовському [8] та ін.

Серед зарубіжних авторів, які розглядали в геополітичному масштабі російсько-українські відносини, виділяються публікації колишнього радника Президента США з питань національної безпеки З. Бжезинського. Автор змоделивав певні ситуації розвитку російсько-українських відносин, особливо підкреслював ключову роль України в реалізації Росією своїх національних інтересів. З. Бжезинський зазначав: „Росія залишається великим геостратегічним діючим партнером, незважаючи на її державність. Сама її присутність істотно впливає на незалежність держав в межах широкого євразійського простору колишнього СРСР. Без України Росія перестає бути євразійською імперією” [9].

При цьому автор виходив із позиції геополітичної переваги США, для яких Російська Федерація і Україна є лише шахові фігури в складній політичній грі.

1. Ядерний потенціал після розвалу 1991 р.

Основна частина інфраструктури стратегічних сил і ядерного комплексу, а також більшість стратегічних носіїв ядерної зброї СРСР опинилися на території Росії. В Україні в момент розпаду СРСР знаходилося 130 пускових установок ракет УР-100НУ (SS-19) і 46 шахтних установок ракет РТ-23УТТХ (SS-24). Крім цього на її території дислоковано 19 бомбардувальників Ту-160, 25 бомбардувальників Ту-95МС і 2 бомбардувальника Ту-95 [26]. На території

Білорусії було розгорнуто 81 ґрунтовий ракетний комплекс „Тополь” (SS-25). У Казахстані розташовано 104 шахтні пускові установки ракет Р-36МУТТХ / Р-36М2 (SS-18) і 40 бомбардувальників Ту-95МС. [10].

Після проголошення Україною незалежності постало питання про подальшу долю потужного ядерного арсеналу, який знаходився на її території. Воно було одним з ключових для розвитку молодого української держави, оскільки США та Росія однозначно бажали бачити Україну без'ядерною державою.

Тодішнє керівництво (Л.М. Кравчук та голова СБУ Є. Марчук) відразу пішло шляхом найменшого спротиву і почало активно декларувати наміри про відмову від ядерної зброї та позбавлення України ядерного статусу. Проти цього виступали зокрема *політики В. Чорновіл, Л. Лук'яненко, В. Толубко, В. Мартирисян, О. Скіпальський, Г. Омельченко* та ін. [11].

Фундаментальні принципи без'ядерності („не приймати, не виробляти і не набувати ядерної зброї”) було закладено в Декларації про державний суверенітет України, прийняту Верховною Радою УРСР 16 липня 1990 р. [12]. Отже, фактично від початку творення української державності почався процес становлення її як без'ядерної держави. З 1992 р. в Україну почали направлятися делегації з Вашингтона і Москви. Американці пропонували знищити весь ядерний арсенал, а росіяни – передати всю ядерну зброю їм.

Всі тактичні ядерні боеприпаси було оперативно переміщено на російські заводи для знищення ще в першій половині 1992 р., і останній ешелон з ними прибув до Росії на початку травня. Після цього до Росії мала бути переміщена і стратегічна зброя через приєднання України до радянсько-американського Договору про скорочення та

обмеження стратегічних наступальних озброєнь [13].

7 травня 1992 р. Л.М. Кравчук відіслав у США листа, а якому зазначалось: „Україна забезпечить знищення всієї ядерної зброї, включаючи стратегічну наступальну, розміщену на її території” [14, с. 583.]. Водночас прем'єр-міністр України Л.Д. Кучма у промові, виголошеній у Верховній Раді 1993 р., відстоював збереження в Україні найефективнішої і найпотужнішої складової українського ядерного потенціалу – 46 твердопаливних ракет МБР СС-24 (460 ядерних боєголовок), які могли зберігатися тривалий час.

США, зрозуміло, піклувалися про свою безпеку, бо саме частину українських МБР було націлено на об'єкти в Америці. В 1992 р. з ініціативи Вашингтона в Києві проведено серію тристоронніх зустрічей: Україна, Росія і США. В ході обговорень американці запропонували розглянути можливість оплати процесу ядерного роззброєння України, а також певну компенсацію і для Росії.

Масандрівські угоди від 3 вересня 1993 р. передбачали контроль росіян над ядерною зброєю в Україні, шляхи та основні принципи утилізації ядерної зброї, розташованої на території України [15]. 16 листопада 1994 р. Україна приєдналася до Договору про нерозповсюдження ядерної зброї від 1 липня 1968 р. Цими діями затверджено, що Україна є власником всієї ядерної зброї, яку отримала у спадок від СРСР та має наміри повністю її позбутися його, використовуючи надалі атомну енергію винятково у мирних цілях. В обмін на це найбільші ядерні держави повинні були гарантувати Україні безпеку та виключення будь-яких форм агресії чи тиску [16].

Політичні кола США розглядали два підходи щодо вирішення українського ядерного питання: дипломатичний

шлях (переговори) або жорсткий (економічні санкції та тиск). Розв'язати ядерну проблему адміністрація Дж. Буша намагалася за допомогою посередництва Російської Федерації. Дві держави посилили тиск на Україну щоб примусити її відмовитися від ядерної зброї. Керівництво України ще в Декларації про державний суверенітет вказало про намір стати у майбутньому неядерною державою. Підтвердження цієї лінії було засвідчено і в Акті проголошення незалежності України, а 23 травня 1992 р. Україна підписала додатковий Лісабонський протокол до Договору про обмеження стратегічних та наступальних озброєнь (відомий як СНО-1).

Необхідно зазначити, що ідея непоширення цього виду зброї уже на той час тріщала по швах. Як відомо, Договір про нерозповсюдження ядерної зброї (ДНЯЗ), який діяв з 1968 р., надавав ядерний статус лише п'ятьом державам – США, СРСР, Великої Британії, Франції та Китаю. Проте на початок 90-х років близько 20 країн наближалися до створення власної ядерної зброї. Тож ДНЯЗ, термін дії якого вичерпувався 1995 р., фактично „завис у повітрі”.

Для швидкої реалізації плану ядерного роззброєння України, США залучили в союзники ще одну наддержаву – Росію, своїм геополітичним ті економічним інтересом. Росія мала виконати роль „пилососа” радянського ядерного арсеналу, розміщеного, крім України і Росії, також у Казахстані та Білорусії. Зосередити його в руках однієї країни для США було зручно, бо зберігався статус-кво порівняно з ситуацією до розпаду Союзу.

План дій, що робити з радянською ядерною спадщиною в разі розпаду СРСР, був готовий як у Вашингтоні так і Москві задовго до Біловезької зустрічі. У цій ситуації сподіватися на

„друзів” було наївно, але типово для нового українського політикуму на початку 90-х років.

Вашингтон зайняв чітку позицію щодо України, наполягаючи на швидкій ратифікації Договору СНО-1 та приєднанні до ДНЯЗ. Київ пов'язував знищення зброї масового ураження з наданням Україні ядерними державами та світовим співтовариством гарантій національної безпеки, а також компенсацій, пов'язаних з вартістю урану і витратами на демонтаж ядерної зброї.

Переговори щодо роззброєння тривали. Після підписання Масандрівських угод між Україною і РФ: Угоди між Україною і США (жовтень 1993 р.) щодо надання фінансової та матеріально-технічної допомоги у ліквідації стратегічної ядерної зброї парламент України (18 листопада 1993 р.) прийняв Постанову про ратифікацію Договору СНО-1 та Лісабонського протоколу до нього, проте із застереженнями [17]. Так, зокрема було вказано: „Україна не вважає для себе обов'язковою 5 статтю Лісабонського протоколу”,... „Україна, як державна – власник ядерної зброї, набуватиме без'ядерного статусу та позбавлятиметься поетапно від ядерної зброї за умов отримання надійних гарантій її національної безпеки...”.

Позиція України викликала негативну реакцію США, які відмовлялися надавати їй особливі гарантії безпеки. Вашингтон хвилювало і те, що політика надання гарантій, компенсацій Україні призведе до ланцюгової реакції. Згадаємо, що ці події відбувалися паралельно заяв Північної Кореї про вихід із ДНЯЗ та розробку нею ядерної програми. Американці вказували, що українці намагаються розіграти ядерне питання, щоб здобути більше поступок від США. Водночас у демократів у кінці 1993 р. з'явилося розуміння, що провина за зволікання процесу ядерного роззбро-

єння лежала не тільки на Україні, але і на світовому співтоваристві, яке не забезпечило новим незалежним державам політико-економічної підтримки [18, с. 10]. Першим кроком до надання гарантій безпеки Україні стала Трестороння угода президентів України, США та Росії від 14 січня 1994 р., в якій вказувалося, що США і Росія готові надати Україні гарантії безпеки (як тільки остання стане учасником ДНЯЗ) та своєчасну компенсацію, зокрема президент Б. Клінтон, підтвердив зобов'язання США надати технічну і фінансову допомогу для надійного та безпечного демонтажу ядерної зброї. Проте заява не стала юридичним зобов'язуючим документом, її не було ратифіковано.

Обіцяні гарантії безпеки та фінансової компенсації дозволили Верховній Раді України 16 листопада 1994 р. прийняти Закон „Про приєднання України до ДНЯЗ від 1 липня 1968 р.). Пункт 6 чітко визначає, що закон набирає чинності після надання Україні ядерними державами гарантій безпеки, оформлених шляхом підписання відповідного міжнародно-правового документа. 5 грудня 1994 р. у Будапешті лідерами США, Великої Британії та Росії підписано Меморандум про гарантії безпеки України – документ (Будапештський меморандум), який фіксував зобов'язання ядерних держав щодо національної безпеки України; зокрема лідери цих держав зобов'язалися у подальшому поважати незалежність і суверенітет та існуючі кордони, утримуватися від економічного тиску з метою досягнення вигоди [19]. Процес вивезення з території України ракет тактичного і стратегічного призначення було достроково завершено у 1996 р. Останнім етапом у ядерному роззброєнні України стало позбавлення її від високозбагаченого урану.

Отже, США та іншим країнам вдалося звести зміст гарантій безпеки на-

шій державі до загальних, наданих всім без'ядерним країнам, Проте **Меморандум не набув статусу міжнародно-правового документу**, не передбачив конкретного механізму реалізації зобов'язань щодо гарантій безпеки, крім консультацій. Більш того, гарантії безпеки Україні з 90-х рр. XX ст. неодноразово порушувалися РФ. Попри це, Україна продовжувала процес денуклеаризації.

Російська стратегія щодо радянської ядерної зброї була розроблена ще до розпаду СРСР колишнім радянським розвідувально-аналітичним центром, званим як Інститут США і Канади. Тому Росія рухалася за сценарієм: визнати республіки сторонами за радянськими договорами (зокрема, і за СТАР-Том-1), „повісити” на них частину боргів СРСР, а потім, „заднім числом”, під приводом „нерозголошення ядерних секретів”, повернутися до питання власності на боєголовки та вивезти їх на свою територію — без будь-якої компенсації. Москва планувала також перекласти на плечі Києва матеріальні та фінансові витрати по знищенню великої частини ядерного арсеналу колишнього СРСР. Забирати щороку з мізерного українського бюджету, додатково до 10–15 % чорнобильських, ще й ресурси на роззброєння, — це гарантовано знизити рівень життя українців. А пов'язати зубожіння з незалежністю — означає змусити українців сумніватися в тому, що державність їм потрібна.

Ядерна політика України вироблялася під впливом діяльності декількох політичних угруповань в керівництві країною, що виступали за або проти збереження ядерної зброї. Одні з них військові вважали, що ядерна зброя є головною і в кінцевому підсумку єдиною гарантією безпеки. Стверджувалося, що Україні не потрібно створювати ядерну зброя — вона у неї є (особливо малися на увазі новітні, вироблені в

Україні МБР СС-24) [14]. А ось якщо зброю буде передано Росії, придбати її заново буде вкрай складно як з технічних, так і політичних мотивів.

Інше угруповання складалася з політичних діячів радикально-націоналістичного спрямування. Повторюючи аргументи військових, вони стверджували, що Україна може і повинна стати великою державою, найважливішим атрибутом якої є ядерна зброя. В урядових і військових колах України були серйозні супротивники набуття ядерного статусу, зокрема, що займали сильні позиції в МЗС. Вони були стурбовані тим, що в такому разі Україна може опинитися в міжнародній ізоляції, а провідні західні країни займуть антиукраїнські позиції.

Переконливі аргументи проти ядерної зброї висловлювалися і в військових колах. Там була популярна точка зору, згідно з якою, відмова України від ядерної зброї могла би зіграти важливу роль у налагодженні її військового співробітництва із західними країнами на антиросійській основі.

Нарешті, значну роль в еліті України відіграло угруповання, яке відстоювала „центристську” позицію по відношенню до ядерної зброї. Суть її полягала в тому, що Україна повинна відмовитися від зброї з максимальними політичними і економічними поступками, як з боку Заходу, так і Росії. Саме ця група, до якої належав Л.М. Кравчук, визначила в кінцевому підсумку офіційний підхід України до ядерної проблематики [20].

На початку 90-х в українському парламенті була активною група депутатів, які прагнули залишити ядерну зброя та виступали за збереження ядерного статусу України як гарантії захисту від можливих територіальних зазіхань з боку Росії. Колишні радянські командувачі ракетних військ, які присягнули молодій державі, теж твердили, що змо-

жуть самостійно впоратися з ядерним арсеналом [21].

Перший і найголовніший: ядерна зброя на території України – це її власність. Закон, який визначав власністю країни все, що знаходилося на її території на момент проголошення незалежності, не мав жодних винятків. Це питання було визначальним для подальших переговорів, оскільки, якщо зброя належить Україні, вона може диктувати умови її знищення та має право на компенсацію; якщо ні, то про жодні відшкодування мова не може йти.

Другий – терміни роззброєння. Жоден український документ зі статусом закону, аж до 18 листопада 1993 р., не містив конкретніших зобов'язань, аніж словосполучення „у майбутньому”. У листопаді 1993 р. парламент вперше записав термін „7 років” – і тільки щодо ліквідації 36 % носіїв та 42 % боезарядів. При цьому Україна бралася знищувати зброю, лише виходячи з правових, технічних, фінансових, організаційних та інших можливостей.

Третій – обсяги скорочень. Єдиний документ, ратифікований українським парламентом, де йшлося про кількість, – Лісабонський протокол до Договору СТАРТ-1. Він зобов'язував Україну скоротити 36 % носіїв та 42 % ядерних боезарядів – як державу- правонаступницю СРСР, яка взяла зобов'язання по Договору СТАРТ-1 у частині своєї території. Про „всю зброю” не йшлося в жодному документі.

Четвертий – компенсації. Вони стосувалися: повернення Україні вартості матеріалів, що містилися в демонтованих боеголовках тактичної та стратегічної ядерної зброї (високозбагаченого урану та збройового плутонію); фінансування Заходом ліквідаційних робіт та соціального забезпечення звільнених у запас українських військових.

І п'ята – гарантії національної безпеки України з боку ядерних країн.

Без виконання останніх двох умов жодного роззброєння законодавство не припускало, бо це означало б збитки для бюджету та зниження рівня обороноздатності країни.

Наведемо низку документів, прийнятих Верховною Радою України стосовно ядерної тематики.

1. 16 липня 1990 р. Декларація про державний суверенітет України [12]. Задекларовано „намір у майбутньому стати без'ядерною”. Відсутні будь-які терміни виконання чи інша конкретика.

2. 10 вересня 1991 р. Закон України „Про підприємства, установи та організації союзного підпорядкування, розташовані на території України”[22]. Визнає власністю України все, що знаходиться на території України на момент проголошення незалежності, – відповідно до норм Віденської конвенції про правонаступництво держав від 1983 року.

3. 24 жовтня 1991 р. Заява Верховної Ради „Про без'ядерний статус України”[23]. Україна засвідчила намір стати „неядерною”. Терміни реалізації наміру: „у майбутньому” та „в мінімальні строки” (нічого більш конкретного), але зазначено необхідні для цього умови: „виходячи з правових, технічних, фінансових, організаційних та інших можливостей, з належним забезпеченням екологічної безпеки”.

4. 9 квітня 1992 р. Постанова Верховної Ради „Про додаткові заходи щодо забезпечення набуття Україною без'ядерного статусу”[24]. Не містить жодних кількісних чи часових зобов'язань України щодо здійснення ядерного роззброєння. Навпаки. Верховна Рада заборонила вивозити з території України тактичну ядерну зброю до розробки і запровадження в дію механізму міжнародного контролю за її знищенням з участю України. Президенту України

рекомендовано вступити в переговори з керівниками ядерних держав щодо комплексного розв'язання проблем з ліквідації ядерної зброї. Комісіям Верховної Ради доручено залучити фахівців міністерств, відомств, Академії наук України та незалежних експертів і розглянути весь комплекс питань ядерного роззброєння – з точки зору гарантій безпеки та зовнішньополітичних інтересів України, зокрема, економічних, фінансових, екологічних, організаційних та інших, включаючи використання ядерних компонентів у мирних цілях.

5. 18 листопада 1993 р. Постанова Верховної Ради „Про ратифікацію Договору між СРСР і США про скорочення і обмеження стратегічних наступальних озброєнь, підписаного в Москві 31.07.1991 р., і протоколу до нього, підписаного в Лісабоні від імені України 23 травня 1992 р.”[17]. Документ ще раз проголосував, що все майно розташованих на території України стратегічних і тактичних ядерних сил, включаючи їх ядерні боезаряди, є власністю України. Він давав чітку відповідь на запитання, які зобов'язання (кількісні та часові) бере на себе Україна: скоротити 36 % носіїв та 42 % ядерних боезарядів протягом 7 років тільки за умови надання достатньої міжнародної фінансової і технічної допомоги для цього, надійних гарантій національної безпеки та виходячи з правових, технічних, фінансових, організаційних та інших можливостей, з належним забезпеченням ядерної та екологічної безпеки. Крім того, умови і черговість передачі ядерної зброї з території України для розукомплектування повинні передбачати повернення Україні компонентів ядерної зброї для їх використання у мирних цілях або компенсацію їх вартості. Вимогу щодо компенсації Постанова поширила і на тактичну ядерну зброю, вивезену до Росії у 1992 р. [1].

„Інколи у заявах деяких політичних функціонерів можна почути, що саме наявність ядерної зброї є чинником стримування, гарантом безпеки, отже – забезпечує передбачуваність українсько-російських відносин. Проте той, хто професійно знає військово-технічний аспект нинішньої ракетно-ядерної зброї в Україні та Росії, розуміє, що це небезпечна ілюзія. Природна секретність цієї проблеми не дає можливості висвітлювати всю темну глибину цього айсберга. Лише узгоджені дії з Росією як з рівним партнером можуть, принаймні деякий час, утримувати Україну під ядерним щитом”, – писав 12 грудня 1992 р. Є.К.Марчук [1].

Практично усунулася від формування фахової позиції України щодо ядерного роззброєння Академія наук України, хоч її представників включали до складу експертних груп.

На засіданні РНБО в квітні 1992 р., де розглядалися питання ядерного роззброєння, генеральний конструктор КБ „Південне” С.М. Конюхов інформував Л.М. Кравчука про технічну неможливість здійснити „політичні рішення” щодо прискореного ядерного роззброєння: „Зняти в 1994 р. всі ракети з чергування – це сумнівно”, і ще статусу необхідно набувати разом з усім світом”, тобто не бігти попереду всіх, а роззброюватися одночасно і пропорційно з іншими країнами. Характеризуючи можливі проблеми з безпекою носіїв, С.М. Конюхов зазначав, що наслідком несанкціонованого вибуху ядерних боезарядів є лише неядерний вибух, який веде до розкидання на невеликій території урану та плутонію. А от справді катастрофічним був би несанкціонований запуск найпотужнішого у світі стратегічного носія СС-24 із десятима ядерними боеголовками, кожна з яких може знищити такий мегаполіс, як Нью-Йорк, їх обслугову-

вання, яке на той час здійснював лише „Південмаш”.

Таким чином, з одного боку, опинилися парламент та частина уряду, включаючи прем'єр-міністра; з іншого – президент та інша частина урядовців, які не розуміли, що вищим органом державної влади є Верховна рада України і що закони необхідно виконувати. Через це нерозуміння і президент, і глава МЗС підписували документи, в яких від свого імені обіцяли те, чого не передбачали рішення парламенту, тобто порушували закон.

Так, уже в низці перших СНДівських угод, які активно проштовхувала Росія з грудня 1991 р. Л.М. Кравчук всупереч існуючим на той час рішенням Верховної Ради підписав зобов'язання без жодних передумов та компенсацій передати Росії до 1 липня 1992 р. всю тактичну ядерну зброю. А в листі президенту США Дж. Бушу він брав на себе вже й зобов'язання знищити всю українську ядерну зброю протягом 7 років. Аналогічні обіцянки дав міністр закордонних справ А.М.Зленко, не маючи на те повноважень, у заяві до Лісабонського протоколу він зобов'язався ліквідувати також всю зброю за 7 років.

Подаючи на підпис президенту України усе нові й нові зобов'язання щодо термінів та обсягів ліквідації ядерної зброї, МЗС спонукав його до порушення рішень парламенту. Так було і з так званою „Тристоронньою заявою” президентів України, США та Росії від 14 січня 1994 р., якою фактично перекреслювалися усі ключові рішення Верховної Ради щодо ратифікації Договору СТАРТ-1, тобто українського закону, та знову самочинно бралися на себе зобов'язання знищити не частину, а всю стратегічну ядерну зброю за 7 років після вступу в дію Договору. На відміну від військових та парламентарів, укра-

їнський МЗС мав «власне» бачення «гарантій».

Ситуація погіршувалися тим, що Україна не лише не створила власної системи поширення інформації, але й не транслювала назовні чіткої позиції з ядерної тематики. На відміну від США та Росії, в Україні довкола ядерної зброї точилася „громадянська війна”, яку підігрівали зовні. Діяльність українського МЗС переважно зводилася до констатації того, що говорив про нас світ, а саме, що з'явилася нова держава – „дикун з ядерною булавою”. Вона не може сама обслуговувати зброю, бо отримала її випадково і не має кваліфікованих кадрів. Поки що ядерна кнопка була під захистом цивілізованої Росії.

Також однією з головних причин, що українські ЗМІ не відіграли ролі зброї в боротьбі за національні інтереси, стала відсутність однозначної позиції всередині самої держави. Так неоднозначний й подекуди драматично проходили процеси, пов'язані з ракетно-ядерним роззброєнням. Деякі невігласи та просто некомпетентні люди і дотепер ностальгують за ядерною зброєю, забуваючи, що вона надходила в Україну з російських ядерних центрів („Арзамас-16 і Челябінськ-70) і повернулася назад, оскільки фактично не належала Україні. І перехід України в статус ядерної держави був нереальним через наступні політичні, економічні і технологічні причини.

Політичні причини. Оголошення про вихід з цього Договору в зв'язку з прийняттям військової ядерної програми призвело б до повного перегляду всіх політичних і економічних відносин з провідними світовими державами і втрати довіри до державної політики України (на неї чекала б доля держави-ізгоя), створило б прецедент для подальшого розширення ядерного клубу, тобто фактично означало б початок

нового витка поширення ядерної зброї, відповідальність за який була б покладена на Україну.

Економічні причини. Забезпечення ядерного стримування вимагало створення наукової бази (НДІ, КБ, випробувальні центри, ядерний полігон), виробничих потужностей (заводи з переробки урану і його збагачення, складання ядерних боезарядів) і військової інфраструктури (бази зберігання, технічні частини та ін.). За оцінками експертів, на це потрібно близько 100 млрд. доларів США протягом 10 років.

Росія, безсумнівно, припинила би постачання ядерного палива для наших АЕС, щоб позбавити Україну можливості напрацювання плутонію. З огляду на те, що близько 50% електроенергії ви-

робляється в Україні на атомних станціях, це призвело б до енергетичної катастрофи країни.

Технічні причини. Створення власного циклу виробництва ядерних боезарядів потребувало б проведення натурних випробувань на власній території, що неможливо.

Аналіз викладених вище причин дає підставу стверджувати, що створення Україною власних ядерних сил не мало під собою реального підґрунтя. Це пов'язано як з нестачею матеріальних і фінансових ресурсів, так і з можливою повною ізоляцією України на міжнародній арені. Найімовірніше, такий крок не отримає би підтримку народу України [25].

Література

1. Костенко Ю.І. Історія ядерного роззброєння України / Юрій Костенко. – К. : Ярославів Вал, 2015. – 464 с.
2. Федоров Ю. Ядерная политика Украины. URL: http://www.observer.materik.ru/observer/N26_93/26_05.NTM.
3. Горбулін В. Без права на покаєння / В. П. Горбулін. – Харьков: Фолио, 2009. – 379 с.
4. Горбулін В. Військово-ядерний тупик: український варіант. – Дзеркало тижня. – 2015.13.03. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://gazeta.dt.ua/internal/viyskovo-yaderniytupik-ukrayinskiy-variant-.htm>
5. Біляк Т. Міжнародно-правова оцінка тексту Будапештського меморандуму 1994 р. (частина 1). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://iac.org.ua/mizhnarodno-pravova-otsinkatekstu-budapeshtskogo-memorandumu-1994-r-chastina-1/>; Біляк Т. Міжнародно-правова оцінка тексту Будапештського меморандуму 1994 р. (частина 2). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://iac.org.ua/mizhnarodno-pravova-otsinka-tekstu-budapeshtskogo-memorandumu-1994-r-chastina-2/>
6. Василенко В. Щоб Україна стала суверенною державою, а її незалежний статус визнав увесь світ, було потрібно позбутись ядерної зброї / В. Василенко // Український Тиждень. – 2014 р. – №15 (335).
7. Задорожній О. Порушення агресивною війною Російської Федерації проти України основних принципів міжнародного права / О. Задорожній. – К.: К.І.С., 2015. – 712 с.
8. Лоссовський І. Міжнародно-правовий статус Будапештського меморандуму: договір, обов'язковий для виконання всіма його сторонами. / І. Лоссовський. – К.: УАЗП, 2015. – 168 с.
9. Бжезинський З. Преждевременное партнерство. Brzezinsky Z. The premature partnership // foreign Affairs. -Wash. , 1994. - Vol. 73, n 2. - p. 67-82.
10. Ракетные войска стратегического назначения СССР [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ракетные_войска_стратегического_назначения_СССР.
11. НЕ-ЯДЕРНЕ РІШЕННЯ // Україна мо-лода.- Вип. №187. – 16 грудня 2014 р.
12. Декларація про державний суверенітет України // Відомості Верховної Ради УРСР. – 1990. – № 31. – Ст.429.
13. Ядерна зброя України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>

14. Гудби Дж. Неразделенная Европа. Новая логика мира в американо-российских отношениях / Джеймс Гудби. – М.: Междунар. отношения, 2000. – 336 с.
15. Масандрівські угоди [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://wikipedia.ua.nina.az/wiki/>
16. Закон України «Про приєднання України до Договору про нерозповсюдження ядерної зброї від 1 липня 1968 року» // Відомості Верховної Ради України, 1994, № 47, ст.421.
17. Постанова Верховної Ради України «Про ратифікацію Договору між Союзом Радянських Соціалістичних Республік і Сполученими Штатами Америки про скорочення і обмеження стратегічних наступальних озброєнь, підписаного у Москві 31 липня 1991 року, і Протоколу до нього, підписаного у Лісабоні від імені України 23 травня 1992 року» // Відомості Верховної Ради України, 1993, № 49, ст.464.
18. Покась М. Концептуальна еволюція політики США в питанні денуклеаризації України (1991-1997 рр.) [Текст]/ М. Покась // Автореф. дис... канд. іст. наук: 07.00.02 - Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова. -Одеса, 2001. - 20 с.
19. Меморандум про гарантії безпеки у зв'язку з приєднанням України до Договору про нерозповсюдження ядерної зброї/ https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/998_158#Text
20. Федоров Ю. Ядерная политика Украины // <http://www.nasledie.ru> <<http://www.nasledie.ru>> 01.03.2002.
21. Шторгін І. Україна без'ядерна/ядерна : [Електронний ресурс] / Шторгін І. — Режим доступу : <http://www.radiosvoboda.org/content/article/24213162.html>
22. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1991, № 46, ст.615.
23. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1991, № 51, ст.742.
24. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 29, ст. 405.
25. Шмаров В.М., Бар'яхтар В.Г., Лежненко І.В. Чи може Україна мати ядерну зброю? // Наука та наукознавство, 2015, № 2, с.31-32
26. Горбулін В.П. Мой путь в зазеркалье . Не только путевые заметки. — К.: Брайт Букс, 2019.
Горбулін В.П., Луговський О.Г., Храмов Ю.О.

Післямова

В результаті виконання проекту одержано матеріали, підготовлені великим колективом фахівців з ракетно-космічної тематики — співробітниками відділу історії і соціології науки і техніки Інституту (зав. відділу Ю.О. Храмов, доктор фіз.-мат. наук, професор), КБ «Південне», Дніпропетровського університету, Державного космічного агентства України та ін. На основі цих матеріалів з відповідним їх оформленням та фаховим редагуванням відповідно до проекту отримано рукопис монографії «Історія ракетно-космічної науки і техніки та промисловості України».

Монографію підготовлено на основі новітніх методологічних розробок, що відносяться до історико-наукових досліджень. В даному випадку використано інноваційну модель історії науки і техніки, розроблену в Інституті, згідно з якою історія подається через ключові події та факти в рамках відповідної періодизаційної схеми, з розкриттям їх генезису, змісту та значення для розвитку техніки.

Ця монографія з такими характеристиками створена вперше. Вона є комплексною, оскільки реконструює історію ракетно-космічної науки і техніки не тільки як перелік взаємопов'язаних ідей, теорій, відкриттів і виготовлених виробів, але і людей — їх авторів. При-

чому тут строгий академічний стиль поживлений образами таких великих людей, як М.К. Янгель та В.Ф. Уктін, спогадами учасників історії, дає можливість розкрити цікаві аспекти ракетної науки і техніки. Все це зроблено в тексті монографії.

В ній розкрито основні етапи розвитку ракетно-космічної науки і техніки, докладно описано створення чотирьох поколінь бойових балістичних ракет та їх комплексів, зокрема відомої ракети «Сатана», ракет-носіїв, розроблених на основі бойових ракет («Дніпро», «Циклон», «Зеніт») та космічних апаратів до них різноманітного призначення — від військових до господарських.

Акценти зроблено на пріоритетах ракетно-космічної науки і техніки України, її неординарних здобутках. Але показано не тільки її успіхи та перемоги, також невдачі і прорахунки. На нашу думку, ракетно-космічний потенціал слабко використовувався для дослідження космосу.

Наведено також узагальнені результати провідних академічних інститутів, КБ, виробничих об'єднань, підприємств, та ін. Досліджено підготовку кадрів для ракетно-космічної галузі.

Значний блок становить біографічний словник «Провідні діячі ракетно-космічної галузі України».

ДОДАТКИ

ОСНОВНІ ПІДПРИЄМСТВА, ЯКІ БРАЛИ УЧАСТЬ
У СТВОРЕННІ РАКЕТНО-КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ УКРАЇНИ

Київський завод «Арсенал» – оптико-електронне підприємство точного приладобудування. У 1706 р. почалось виготовлення гармат і гаубиць. З 1764 р. «Арсенал» виготовляв гарматні лафети, снаряди, виконував ремонт артилерійської зброї. Весь час номенклатура військовою продукції розширювалась, Окрім того, з 1920-х років в незначній кількості почав виробляти цивільну продукцію: Від 1947 р. почато виробництво фотоапаратів «Київ», об'єктивів, нівелірів, квадрантів. З 1954 р. розпочато виробництво прицільних систем ракетних, ракетно-космічних та авіаційних комплексів, інфрачервоні головки самонаведення для ракет ближньої дії, швидкодійні гірокомпаси, лазерні гірометри, точні лазерні автоматичні гоніометри, устаткування для центру підготовки космонавтів; нашоломні системи цілевказання, системи націлювання балістичних ракет підводного базування. за проектами ЦКБ «Арсенал». У галузі цивільного приладобудування було серійно випускалась унікальна за своїми характеристиками кутовимірювальна системи та ін. Нині підприємство завод «Арсенал» поряд зі спецтехнікою випускає банківську і медичну техніку, фотоапарати й фотооб'єктиви, газові прилади й лічильники та ін.

Київське ЦКБ заводу «Арсенал». Київське Центральне конструкторське бюро заводу «Арсенал» було створене в 1954 році як самостійна структурна одиниця заводу. Розпочати роботи з проектування фотоапаратів, систем прицілювання; ракети Р-5, Р-5М, Р-11, Р-11М, прицільних систем інших ракетних, ракетно-космічних та авіаційних комплексів. В «Арсеналі» розробляли інфрачервоні головки самонаведення для ракет ближньої дії, швидкодійні гірокомпаси, лазерні гірометри, лазерні автоматичні гоніометри, устаткування для центру підготовки космонавтів; нашоломні системи цілевказання, системи націлювання балістичних ракет підводного. базування. У галузі цивільного приладобудування було розроблено та серійно випускалась унікальна за своїми характеристиками кутовимірю-

вальна системи та ін. Нині підприємство завод «Арсенал» поряд зі спецтехнікою випускає банківську і медичну техніку, фотоапарати й фотооб'єктиви, газові прилади й лічильники та ін.

Броварський завод порошкової металургії. Броварський завод порошкової металургії – підприємство у галузі порошкової металургії і композиційних матеріалів. Виробнича діяльність заводу розпочалася у 1964 р., Підприємство виробляє порошок залізний, порошок. спечені вироби на основі залізного та мідного порошоків (антифрикційні, конструкційні, магнітом'які, вироби електротех. призначення), електродні стрічки для наплавки зносостійких та корозій. покриттів, вироби на основі самозв'язаного карбіду кремнію, графітні тиглі, композиції. матеріали (скло- та вуглепластики, текстоліти, гетинакси, вуглецеві сальникові набивки та активовані вуглецеві волокнисті матеріали), фрикційні диски з вуглепластику, з металокерамічним робочим шаром та сталевую основою, а також диски, нестандартне устаткування для порошкової металургії (змішувачі, печі, газопріготувальні пристрої). З 1970-х років почалось виготовлення вуглеводної ниті.

«Київський завод автоматики»

Київський завод автоматики та Спеціальне конструкторське бюро засновані у 1890-х роках, спеціалізувалися на виробництві машин та агрегатів для цукрових, пивоварних, крохмальних та інших заводів.

Нині завод виробляє електромеханічні прилади та системи управління мінно-торпедною та ракетною зброєю, бронетанковою технікою космічними апаратами та морськими навігаційними комплексами.

Завод «Реле і автоматики»

ВО Завод «Реле і автоматики» організовано на початку 1950-х років в Києві У 1954 р випустив першу продукцію - температурні реле серій ТР, ТРА, ТРВ. З 1957 р почали випускати перші власні розробки: терморегулятори, електронні реле часу, моторні реле часу, реле контролю якості енергії серії, системи автоматики.

Науково-дослідний інститут «Квант». Науково-дослідний інститут «Квант» створено у 1949 р., у 1957 р. - особливе дослідно-конструкторське бюро ДКБ-483 перетворено в Державне союзне конструкторське бюро, У 1966 р. реорганізовано в Київський науково-дослідний інститут радіоелектроніки. Більше 50 видів радіолокаційних систем і комплексів були розроблені і прийняті на озброєння: багатофункціональні радіолокаційні комплекси, системи цілевказання для ударного ракетного озброєння, комплекси оптико-електронної протидії високоточної зброї, системи керування вогнем, спеціальні електротехнічні прилади й стабілізатори для бронетехніки, систем навігації і супроводження морських суден, апаратури медичного і побутового призначення. З 1991 р в результаті реорганізації НДІ «Квант» були створені кілька самостійних організацій: НДІ «Квант», НДІ «Квант-Навігація», «Квант-Радіолокація», СКБ «Квант-Біомед» і ін.; частина майна розпродана. Створено апарати на основі ультразвукової енергії і лазерного променя для лікування простудних, урологічних та інших захворювань. З початку 2000-х років розробляє комплекси навігації та управління рухомими об'єктами на суші, морі, в повітрі і космосі з використанням космічних технологій і систем.

«Кристал». Центр мікроелектроніки - «Кристал» створено в Києві на початку 1950-х років. У 1963 було створено Київське конструкторське бюро з мікроелектроніки КБ-3. У 1966 році на базі КБ-3 був створений Науково-дослідний інститут «Мікроприлад». У грудні 1970 року було створено науково-виробниче об'єднання «Кристал», до якого увійшли: НДІ «Мікроприлад», Київський завод напівпровідникових приладів, досвідчений завод «Мікроприладу».

В кінці 1960-х р розроблені тонкоплівкові резистивні і емнісні мікросхеми на основі танталу, в тому числі для пристроїв обчислювальної техніки з регулярною структурою. У 1970 році був створений мікрокалькулятор на 4-х великих інтегральних схемах МОП зі ступенем інтеграції до 500 транзисторів на кристалі. У 1980-х роках був постачальником напівпровідникових матеріалів: германію, танталу, арсеніду галію і засобів їх обробки. Завдяки цьому створювалася цифрова радіоелектронна апаратура літаків, ракет, кораблів, а також електроніка для випуску сучасної побутової техніки (радіоприймачі, магнітофони), ін. У 21 ст.

розроблено та виготовлено бортову універсальну командно-вимірювальну систему «Компарус» для космічного застосування, зокрема, встановлено на Міжнародній космічній станції, телеметричну апаратуру «Сіріус» космічних проектів «Морський старт» і «Наземний старт»; систему підготовки і пуску космічного ракетного комплексу «Циклон-4» та ряду інших систем; апаратуру для випробувань американської ракети-носія «Антарес». Випускає мікропроцесорні пристрої захисту, автоматики, контролю та управління енергоємних об'єктів (житлових комплексів, бізнес центрів, метрополітенів та інших). З 1993 по 2002 р об'єднання називалося КО «Кристал». Зараз київське НВО «Кристал» - незалежне підприємство з приватним капіталом.

Київський радіозавод. Київський радіозавод засновано у 1953 р. на базі заводу запасних частин Міністерства шляхів сполучення. ВО «Київський радіозавод» було сформоване як виробничий і науково-технічний комплекс зі створення та виготовлення апаратури систем управління і радіотехнічних комплексів для ракетно-космічної техніки. Брало участь у створенні систем керування ракет Р-5, Р-5М, всіх чотирьох поколінь міжконтинентальних балістичних ракет - від ракети Р-12 (8К63) до Р-36М2 (15А18М) шахтного та РТ-23УТТХ (15Х52) залізничного базування Р-12, Р-36, Р-36М; систем керування морських ракет. Для РКК «Енергія-Буран» відпрацьовано системи управління і аварійного захисту центрального блоку, бічних прискорювачів «Блоку А», ракети-носія «Енергія», систем стикування «Игла» і «Курс» і пожежогасіння. Виготовляв також товари народного вжитку, зокрема телевізійні приймачі «Восход» і «Славутич».

У 1996 р. до державної акціонерної холдингової компанії «Київський радіозавод» входять підприємства: Київський радіозавод, «Елміз», «РСВ-Радіозавод», «Модуль», Інструментальний завод, «Гарантспецсервіс», «Елекон», «Транспортник», «Енергетик», «Схід», «Контур», «Каскад», «Синтез», «Явір», телевізійний завод «Славутич», науково-виробничий комплекс «Курс». Вони виробляють системи управління космічними апаратами та зв'язку; АТС і апаратуру ущільнення ІКМ 15/30, касові апарати, телевізори, зварювальну техніку, зарядні пристрої, медичну апаратуру тощо.

ВО «Київський радіозавод» виконує завдання на основі напрацювань, створених

в попередні роки. Головне - на підприємстві збережено відповідний науково-технічний і виробничий потенціал і, незважаючи на скорочення обсягів виробництва з цієї тематики, досягнутий рівень технології знайшов своє застосування в цілій серії нових робіт, в яких потребує народне господарство України. Ведеться освоєння і налагоджений випуск технічних засобів для паливно-енергетичного комплексу нашої країни, апаратури зв'язку різного класу, в тому числі і абонентських станцій космічного зв'язку (спільно і по документації інституту «Елас»).

Київський завод автоматики. Науково-виробниче об'єднання Київський завод автоматики ім. Г.І. Петровського – приладобудівне підприємство з виробництва прецизійної гіроскопічної техніки. Засновано 1903 р. як чавуноливарний завод. Від 1905 р. – у складі АТ «Ауто», що випускало обладнання для цукрової промисловості, котли, підшипники, чавунне і бронз. литво тощо. З 1911 р. виготовляло різні фізичні прилади для медично-хімічних лабораторій, з 1915 р. розпочато виготовлення та ремонт різноманітних приладів зв'язку та оптичного обладнання. У 1934 р. на заводі точних приладів розроблено і розпочато виробництво перших вітчизняних гіроскопічних приладів керування рухомими морськими об'єктами. У 1946 р. при заводі створено СКБ, спеціалістами якого розроблено і сконструйовано десятки приладів та систем керування рухомими об'єктами, навігаційних комплексів. В 60-і роки розпочато виробництво систем керування міжконтинентальних балістичних ракет 8К64, 8К67, ракет морського базування «Граніт», навігаційні комплекси «Тобол», «Симфонія», «Шлюз», багаторежимних систем орієнтації і стабілізації космічного апарату спец. призначення для ППО, які використовувалися у космічних наукових апаратах та супутниках Землі серії «Інтеркосмос» і знаходяться в експлуатації від 1979 р. Від 1998 р. – ВАТ, від 2011 – ПАТ. Нині завод – головне підприємство з питань науково-технічного забезпечення спеціалізованого приладобудування за напрямом «Прилади і системи просторової навігації і керування рухомими об'єктами» на основі гіроскопіч. електромех. приладів. Серед осн. напрямів діяльності – морське приладобудування, прилади керування підводною зброєю, системи керування космічними апаратами, стабілізатори озброєння бронетехніки. Підприємство також виго-

товляє обладнання для автоматизації об'єктів газової пром-сті та енергетики, навігац. устаткування, гіроскопічні прилади, гірокомпаси «Круїз» і «Круїз-М» та периферійні прилади до них.

Харківський приладобудівний завод ім. Т.Г. Шевченка (ПО «Монолит»). Був заснований в 1900 році як чавуномеднолітейний машинобудівний і котельний завод, який виробляв вироби з литва, металоконструкції, інструмент. У 1922 році заводу було присвоєно ім'я Т. Г. Шевченка (завод № 897). У 1925-1940 р.р. завод випускав транспортери, засоби механізації, текстильні машини. У 1941-1945 р.р. завод випускав військову продукцію: полкових і ротних мінометів, авіабомб, снарядів, пускових ракетних установок БМ-13 «Катюша». У 1949 р. налагоджено виробництво авіаційної апаратури «сліпий» посадки літаків, апаратури командних пунктів, диспетчерських радіолокаторів, спеціальної апаратури для ракетно-космічної техніки, в тому числі для першого штучного супутника Землі, побутової радіоапаратури, музичної техніки.

У 1951 р. розпочалося виробництво бортової і наземної апаратури систем бокової радіо корекції БРК-1, призначеної для бічного коригування положення ракети Р-2 на Харківському приладобудівному заводі ім. Т.Г. Шевченка. У наступному році на замовлення заводу №586 тут було розпочато виробництво бортової і наземної радіотехнічної апаратури БРК-2 керування стратегічної ракети Р-5. У квітні – вересні 1957 р. на території СРСР було сформовано дванадцять особливих науково-вимірювальних і спостережних пунктів для забезпечення льотних випробувань ракетно-космічної техніки, оснащених апаратурою, створеною на Харківському приладобудівному заводі ім. Т.Г. Шевченка (серед них ВП-11 у Сімферополі). Позивні першого штучного супутника Землі прозвучали завдяки апаратурі, створеній на заводі.

У 1959 р. розпочато виготовлення бортової апаратури системи керування для космічного носія РН8К72, призначеного для запуску штучного супутника Землі з тваринами на борту і виведення у космічний простір кораблів з людиною на борту «Восток», «Восход», «Союз». Для комплектації перших бойових ракет виготовляли систему бокової радіо корекції БРК-1, бортову і наземну радіотехнічну апаратуру БРК-2; у 1960-1965 р.р. виготовлена апарату-

тура траєкторних і телеметричних вимірювань, освоєно виробництва бортової і наземної апаратури управління балістичними ракетами, систем управління космічними об'єктами; розроблено комплекс радіофізичної апаратури для досліджень поверхні світового океану і Землі з Космосу. У 1966 р. виготовили прилад для радянського супутника зв'язку «Молнія». Харківським СКБ-897 створено бортові прилади системи управління автономного керування ракетами Р-2, Р-11, Р-11МИ, Р-5, бортові прилади системи управління ракетою 8К63, конструкції КБ «Південне».

У 1971 р. освоєно виробництво автоматизовані системи управління турбінами і обладнанням машзалів АЕС; у 1980 р. - автоматизованих систем управління бойовими ракетними комплексами різного базування.

З кінця 1990-х років на заводі виробляють телекомунікаційну апаратуру і автоматизовані системи управління гідротурбінами і турбінами вітроелектростанцій, ряд приладів, систем, блоків і датчиків для бронетехніки, автоматизовані системи управління, світлофори на світлодіодах. З 2011 р почався розпродаж приміщень заводу, на заводі залишилися три з семи цехів і близько 300 чоловік з 26000. З вересня 2013 році завод почав виробництво комплектуючих для бронетранспортерів і танка БМ «Оплот» .. Станом на 5 лютого 2014 роки (після скорочення виробничих приміщень і працівників),

Харківський завод «Комунар»

Харківське державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар» створено у 1927 р. У 1934 р. налагоджено виготовлення фотоапарата «ФЕД», з 1941 р. - паливних насосів для авіаційних двигунів і далекомірів.

З 1952 року завод «Комунар» спеціалізується на випуску бортової та наземної апаратури керування першої радянської ракети Р-1. Завод освоїв виробництво апаратури систем керування ракет Р-2, Р-5, Р-11, Р-7 і її модифікацій («Восток», «Молнія», «Союз»), Р-12, Р-14, випробувально-пускового наземного електроустаткування для забезпечення запуску цих ракет. З застосуванням цієї апаратури виконувалися усі запуски кораблів «Восток», «Восход», «Союз». Брав участь у створенні апаратури ракетних комплексів МР-УР100, МР-УР100 УТТХ, РТ-23, РТ-23 УТТХ та ін. З 1964 р. СКБ розроблено і заводом освоєно виробництво наземно - перевіркою системи керування

РН «Протон», «Молнія», «Союз», «Зеніт», ракетних комплексів «Тополь» і РТ-23; приладів забезпечення польотів космічних кораблів до Місяця, Марсу, Венери, функціонування ОКС «Салют», «Мир», МКС, для наземних випробувань корабля «Буран»; у виконанні міжнародних космічних програм «Союз-Аполлон» та ін. Створено прилади для біологічних досліджень, технологічних експерименти з матеріалами, дослідження природних ресурсів Землі на супутниках. З 1986 року

З 1997 ГНПП «Об'єднання Комунар» брала участь у виготовленні системи керування ракети «Зеніт-3SL», удосконаленні систем керування ракет «Союз», «Протон», «Зеніт»

Починаючи з 1999 року «Об'єднання Комунар» займається виробництвом електронних лічильників електроенергії, комплектуючих виробів для підприємств України тощо.

Науково-виробниче підприємство «Хартрон». Утворено в Харкові на базі СКБ-897 і СКБ-285 заводу «Комунар» в 1959 р. як НДІ 885 - ОКБ-692 (з 1966 р. — КБ «Електроприладобудування», п/я-67, НВО «Електроприлад», з 1991 — ВО «Хартрон»)) по розробці, виробництву і експлуатації автоматичних систем управління ракетно-космічними комплексами.

В перші роки на заводі виготовляли бортову апаратуру систем керування для ракет Р-1, Р-2, Р-5. В подальшому створювали системи управління для ракетно – космічної техніки, тому числі для МБР Р-36М, Р-36М2 і УР-100Н та ін., (Б.М. Конопльов), автомат стабілізації, наземного пускового і перевіркою устаткування.(А.М. Гінзбург). КБ «Електроприладобудування» було провідною в СРСР установою з проектування систем керування ракет стратегічного призначення, ракет-носіїв, космічних апаратів (легкого та середнього класів), систем керування космічних апаратів важкого класу. Серед них були ракети-носії «Циклон-2», «Циклон -3», «Енергія», системи автоматичного стикування для ОКС «Алмаз», «Салют», «Мир», «Альфа», МКС та орбіту близько 1000 КА «Космос», «Січ» та ін., орбітальних модулів «Квант-2», «Кристал» та ін., космічних апаратів «Око-1», «Коронас» та ін. У 1982 р. створений радіолокатор бокового «Оглед», встановлено на ШС «Космос - 1500».

До 1991 р. «Хартрон» був найбільшим у СРСР розробником і виробником. Близько 100 космічних апаратів різного призначення мають системи керування ПАТ «Хартрон». В даний час «Хартрон» являє собою «холдингову» компанію, підприємства якої розташовані в Харкові та Запоріжжі. В ряду основних підрозділів утворений «Хартрон-Аркас», до якого в результаті перейшла вся основна тематика підприємства. «Хартрон-Аркас» брав участь в українських, російських і міжнародних космічних проектах, створюючи нові і модифікуючи існуючі системи управління ракет-носіїв для забезпечення комерційних пусків (комплекси «Циклон-4», «Дніпро», «Рокот», «Стріла»). Продукція зараз: іграшки / комп'ютерні /, комп'ютерні імітатори, тренажери, системи комп'ютерні для аварійних служб, системи зв'язку супутникові та ін.

Павлоградський механічний завод

У 1931 році поблизу міста Павлоград був створений артилерійський полігон. На початку 1960-х р.р. полігон був включений до складу комплексу КБ «Південне» і Південного машинобудівного заводу. Основне призначення Павлоградська механічного заводу - виробництво і випробування твердопаливних маршових двигунів, спеціальних ПРД, Падова і ракет на твердому паливі. Головним досягненням було відпрацювання і здача на озброєння триступеневої ракети СС-24 стаціонарного і залізничного базування.

В даний час основною діяльністю заводу є виробництво елементів ракетно-космічної техніки, сільськогосподарське машинобудування,

Ново-краматорський машинобудівний завод (Донецька область). НКМЗ відкритий 28 вересня 1934 р. Завод спочатку був зорієнтований на виготовлення обладнання для металургійних підприємств і метрополітенів, підйомних машини для шахт, прольотів мостів і т.п. Виготовляли також суднові гребні вали гідравлічні штампувальні преси, гідростат для випробування батискафів елементів підводних човнів і багато іншого. У 1949 р. було виготовлено лафетні установки і під'ємний кран для ракет Р-1 і Р-2 (С.П. Корольова). З 1950-х р. р. виготовляли обладнання для запусків крилатих ракет (ОКБ

В.М.Челомея); установник для ракет Р-5 і kabіни першого стартового комплексу ракети Р-7 (С.П.Корольова); стартове обладнання для міжконтинентальних крилатих ракет з ядерними зарядами „Буря” і інших (ОКБ С.О.Лавочкина), пускові установки для літака-снаряда П-20 (О.М. Туполева), безпілотних стратегічних літаків-снарядів, «Буран» (ОКБ В. М. Мясишева) на основі автомобілів МАЗ-200 і ЯАЗ-210, і артилерійського тягача МАЗ-535. З 1950 рр. проєктували і виготовляли дизель-електричні транспортери. З 1957 р. створені: комплекс наземного устаткування для першої міжконтинентальної балістичної ракети Р-16, установник ракети РТ-23 УТТХ у шахтну пускову установку. Загалом створено і виготовлено біля 30 видів настановного й транспортно-пускового устаткування й іншої техніки оборонного та космічного призначення, у тому числі для бойових ракетних комплексів шахтного типу ОС; 1985 р., машини 40В6, 40В6М, 40В6МД для комплексу ППО С-300, виріб Ф10 транспортно-установлювальних агрегатів у ракет-носіїв «Зеніт» і «Енергія», розвантажувального комплексу в аеропорту Ювілейний космодрому Байконур для багаторазового космічного корабля «Буран». (директора В.І. Глазирін, В.А. Масол, Є.О. Мацегора, головний конструктор спецвиробництва Ю.І. Попов).

Дружківський машинобудівний завод.

В 1963 р. Дружковському машинобудівному заводу урядовою постановою було доручено виготовити трансбордер - електровоз для транспортування на хімокбінатах твердого ракетного палива. Фахівцями СКБ заводу було сконструйовано і на заводі виготовлено електровози Т-20 масою понад 20т. У 1966 р. у Дружковці був створений акумуляторний локомотив 11Т125 для космодрому Байконур; в 1973 р. і в 1990 р. завод виконав додаткові замовлення. Електровоз стартового комплексу, оснащений системою дистанційного керування, доставляє ракету-носіїв з космічним апаратом на пускову установку. В 1978р. на Дружковському машинобудівному заводі виготовили агрегат 11Т186 для ракетно-космічного комплексу «Зеніт» (Байконур) і комплексу ЗФ-65 для навантаження-розвантаження балістичних ракет з ядерними боєголовками на атомні підводні човни.

Інститут механіки НАН України. Заснований 30.11.1918 р., перший директор – академік ВУАН С.П. Тимошенко. Основними завданнями Інституту були розробка питань прикладної та будівельної механіки для інженерних проблем, розрахунки та конструювання машин і споруд, дослідження їх експлуатації.

У галузі ракетно-космічної науки і техніки інститут працював над розробкою проблем міцності, стійкості, запобігання коливанням балістичних і міжконтинентальних ракет, конструктивної міцності пластмас, утомної міцності матеріалів; значним зменшенням ваги ракет для забезпечення можливості збільшити радіус їх дії, впровадженням у ракетобудування таких матеріалів, як титан, армовані пластичні маси та інші; створенням методів розрахунку та проектування разом із ОКБ № 586 міжконтинентальної ракети з неметалевих матеріалів. Серед найважливіших результатів - роботи з динаміки ракет дальньої дії, пов'язані з коливаннями та гасінням вібрацій конструкцій на різних ділянках траєкторії, недопущенням їх руйнування та забезпеченням більшої надійності ракетної зброї (О.М. Голубенцев, В.А. Лазарян, М.О. Кільчевський), роботи з термопружності та термопластичності (А.Д. Коваленко), створення наукових основ конструктивної міцності пластмас (Н.М. Пономаренко).

В напрямі розробки нових композитних матеріалів досліджено оболонкові конструкції з криволінійними отворами, механіку руйнування матеріалів при стиску вздовж взаємодіючих тріщин, деформування шарувато-волокнистих композитних матеріалів, коливання оболонок обертання змінної жорсткості з сучасних композитних матеріалів, тонкостінні та товстостінні елементи ракет з анізотропних в'язкопружних матеріалів, безпечні навантаження для послаблених тріщинамив'язкопружних композитних тіл при одновісному та двовісному розтягу.

У напрямі вивчення динаміки та міцності оболонок обертання запропоновано неруйнівні методи визначення напружених станів в матеріалах ракетних конструкцій, досліджено коливання гладких і дискретно підкріплених циліндричних оболонок під дією локальних імпульсних навантажень великої інтенсивності, тонкостінні елементи ракетних конструкцій при повторному нагріві та навантаженні, напружено-деформований стан масивного елемента конструкції при дії поверхневого нестационарного навантажен-

ня, виникнення руйнуючого навантаження, а також розповсюдження утомних тріщин в тонких ізотропних пластинах.

Інститут математики створено 13 лютого 1934 р. Напрямами досліджень інституту визначено теорію диференціальних рівнянь, теорію нелінійних коливань, прикладну математику і механіку, математичну статистику. У 1939 - 1941 рр. інститут очолював академік АН УРСР М.О. Лаврентьєв, який створив теорію квазіконформних відображень та застосував її до теорії хвиль, разом із Ю. Д. Соколовим розвинув наближені методи розрахунку фільтрації в неоднорідному середовищі. В галузі механіки суцільного середовища дав гідродинамічне трактування явища кумуляції, розробив теорію направленої вибуху та взяв участь у створенні кумулятивного снаряда. При цьому виявлено явище зварювання металів вибухом, що знайшло широке застосування в подальшому.

У 1948 - 1955 рр. Інститут математики очолював академік АН УРСР О. Ю. Ішлінський, який розробив прикладну теорію гіроскопів й теорії інерціальних систем навігації, автоматичного регулювання, режимів ковзання й двороторного гірогоризонткомпасу, які склали наукову базу систем управління балістичними ракетами та космічними апаратами. 1957 р. обґрунтував можливі оптимальні варіанти інерціального (автономного) наведення центра мас ракети з мінімальною вагою вимірювальної бортової апаратури та мінімальним обсягом обчислень, обрахував точний час виключення двигунів. Такі системи наведення були на всіх балістичних ракетах перших поколінь до появи на початку 70-х років бортових комп'ютерів.

Інститут проблем міцності НАН України. Створено 14 вересня 1966 р. на базі Сектору міцності Інституту проблем матеріалознавства АН УРСР (директор академік АН УРСР Г.С. Писаренко). Завданнями інституту визначалось проведення теоретичних й експериментальних досліджень, спрямованих на встановлення критеріїв міцності й несучої здатності матеріалів та елементів конструкцій, а також підвищення їх міцності, що стосувалося новітніх галузей техніки зокрема ракетно-космічної, із урахуванням конструктивно-технологічних факторів, виду напруженого стану і реальних режимів силового й теплового наван-

таження в широкому діапазоні температур. В інституті розвинуто напрям зі створення теплозахисних матеріалів і елементів конструкцій, тугоплавких металів та сплавів. Досліджено конструктивну міцність керамічних матеріалів і деталей машин, втому металів при різних видах навантаження в умовах впливу високих температур (до 3300 К), міцність й твердість тугоплавких матеріалів у вакуумі при температурах до 2300К, циклічну міцність та дисипативні властивості матеріалів. Проведено комплекс робіт з вивчення міцності тонкостінних баків та інших конструкцій з різних металевих сплавів за криогенних температур. Розроблено та впроваджено матеріали і системи теплового захисту головних частин балістичних ракет. Створено випробувальні комплекси й стенди для вивчення конструкційної міцності, встановлення критеріїв міцності та несучої здатності матеріалів й елементів конструкцій. На експериментальних установках інституту впродовж 30 років пройшли апробацію тугоплавкі й композиційні, металеві та неметалеві матеріали, матеріали теплового захисту та елементи космічних апаратів і ракетних двигунів комплексів «Восток», «Союз», «Буран». Роботи проводилися у тісній взаємодії з підприємствами ракетно-космічної галузі: КБ «Південне», НВО «Енергія», КБ «Енергомаш», НВО «Молнія».

Результатом таких досліджень впродовж двох десятиліть стала розробка критеріїв граничного стану матеріалів і методів оцінки міцності й довговічності елементів конструкцій новітньої техніки в екстремальних умовах термосилового навантаження. Результати було узагальнено в двотомній монографії 1980 р. «Міцність матеріалів та елементів конструкцій в екстремальних умовах» (Г.С. Писаренко, В.Т. Трошенко, А.О. Лебедєв, В.В. Матвеев, А.Я. Краєвський та ін.), яку в 1982 р. відзначено Державною премією СРСР у галузі науки і техніки. Вагомий внесок у розвиток співпраці з КБ «Південне» внесли керівники та співробітники інституту: Г.С. Писаренко, В.Т. Трошенко, М.В. Новиков, А.О. Лебедєв, Г.М. Третьяченко, Л.В. Кравчук, В.К. Харченко, В.О. Борисенко, Б.А. Ляшенко, Е.О. Ескін, В.С. Дзюба та інші.

Інститут технічної механіки

У квітні 1966 р.у складі Дніпропетровської філії Інституту механіки АН УРСР було організовано Сектор проблем технічної

механіки, у квітні 1968 р. перетворений у Дніпропетровське відділення Інституту механіки АН УРСР, на базі якого 16 травня 1980 р. створено Інститут технічної механіки АН УРСР (директор В.В. Пилипенко). Основні напрями діяльності інституту: динаміка механічних і гідромеханічних систем, систем ракет-носіїв, залізничного та автомобільного транспорту; аеротермогазодинаміка енергетичних установок, літальних і космічних апаратів і їх підсистем; міцність, надійність і оптимізація механічних систем, ракет-носіїв і космічних апаратів; механіка взаємодії твердого тіла з іонізованим середовищем і електромагнітним випромінюванням; системний аналіз тенденцій розвитку ракетно-космічної техніки.

В інституті вирішуються проблеми динаміки рідинних РН і їх підсистем, зокрема забезпечення поздовжньої стійкості багатоступеневих рідинних ракет-носіїв на активній ділянці польоту, визначається надійність їх функціонування. Науковцями Інституту розвинено лінійну теорію поздовжньої стійкості рідинних РН, передусім з урахуванням явищ кавітації в насосах рідинних ракетних рушійних установок (РРУ), що дозволяє виконувати достовірні прогнози. Розроблено науково-методичне забезпечення для прогнозування динамічних характеристик рідинних ракетних двигунів (РРД) по каналах поздовжньої стійкості рідинних РН з урахуванням явищ кавітації в шнековідцентрових насосах (В.В. Пилипенко). В інституті створено нелінійну теорію поздовжніх коливань рідинних РН, яка дає можливість визначити величини амплітуд їх поздовжніх коливань. Найважливішим є врахування кавітації в насосах РРУ на базі створеної теорії низькочастотних кавітаційних автоколивань у насосних системах їх живлення.

Теоретичні та експериментальні результати визначення коефіцієнта підсилення двигуна РД-170 за тиском і вхідним імпульсом автоколивань підтверджено доброю збіжністю розрахункових і експериментальних результатів. На основі цієї теорії розроблено ефективні способи усунення кавітаційних автоколивань в насосних системах живлення РРУ, які впроваджено в КБ «Південне» та НВО «Енергомаш» (РФ). Виконано теоретичний аналіз динамічних властивостей РН «Антарес», розробленої за завданням Orbital Sciences Corporation (США), і визначено вимоги до газорідного демпфера поздовжніх коливань для забезпечення поздовжньої стійкості РН.

Під керівництвом і за безпосередньої участі В.В. Пилипенка проведено дослідження, спрямовані на одержання фундаментальних уявлень про закономірності позовжніх коливань рідинних РН, розглядувані як багатомірні нелінійні нестационарні системи.

У 1971-2007 рр. у Інституті технічної механіки працював (з 1971 - керівник сектора проблем ракетно-космічної техніки, заступник директора, з 1988 - радник при дирекції) академік НАН України В.С.Будник, який став одним із творців трьох поколінь стратегічних ракетних комплексів на основі межконтинентальних балістичних ракет із засобами подолання протиракетної оборони та забезпечення пусків в умовах впливу факторів ядерних вибухів, а також автором методології системних досліджень при формуванні концептуального вигляду балістичної ракети та методів її проектування з урахуванням можливих стратегій використання.

У 1985-2002 рр. під керівництвом і при безпосередній участі В.В. Пилипенка та О.В. Пилипенка вперше у світовій практиці ракетобудування для важких і надважких рідинних РН створено принципово нові перспективні класи малогабаритних демпферів позовжніх коливань - гідродинамічних і термодинамічних, ефективність яких суттєво вище газорідинних. Гідродинамічний демпфер був встановлений на РН «Зеніт» і забезпечив її позовжною стійкістю.

Розроблено науково-методичне забезпечення для аналізу позовжньої стійкості рідинних РН різного призначення, створених у КБ «Південне» - РН «Циклон», «Дніпро», «Зеніт» «Циклон-3», «Циклон-4», «Зеніт-2», «Зеніт-2SL», «Зеніт-3SL», «Зеніт-2SLБ», «Зеніт-3SLБ», двоступеневої ракети космічного призначення «Циклон-4М», створеної в даний час в ДП «КБ «Південне». Показана можливість втрати позовжньої стійкості ракети в польоті. Та рекомендовано для забезпечення позовжньої стійкості ракети шляхом встановити демпфер позовжніх коливань на вході в кожен двигун маршової багатодвигунної рідинної ракетної установки першого ступеня ракети.

Інститут електрозварювання ім. Є.О. ПАТОНА (ІЕЗ) створений Євгеном Оскаровичем Патонем у складі Всеукраїнської Академії наук у 1934 р. Першим директором ІЕЗ до кінця життя (1953) був Є.О.Патон, який визначив основні напрямки діяльності ІЕЗ, запропонував найбільш оптимальну структуру, основою якої є наукові лабораторії, кон-

структорське бюро і дослідне виробництво. Уже першими роботами Є.О.Патон довів високу технічну й економічну ефективність заміни клепаєних металоконструкцій зварними. До 1940 року під керівництвом Є.О.Патона був створений спосіб дугового автоматичного зварювання під флюсом, який було вже впроваджено на 20 провідних машинобудівних заводах. З початком війни і у Нижньому Тагілі фахівці інституту розробили автоматичне зварювання бронзових сталей, яке в 10 разів прискорило випуск танків. У 1943 р. Є. О. Патон перший з академіків АН УРСР став Героєм Соціалістичної Праці. Роботи, виконані ІЕЗ в перші післявоєнні роки, дозволили прискорити відновлення зруйнованої промисловості країни. Швидкому відновленню і розвитку паливно-енергетичного комплексу сприяли створені в ІЕЗ новий метод будівництва резервуарів; комплексні складально-зварювальні автомати для виготовлення шахтних вагонеток, стояків та ін.

Особливі наукові і технічні проблеми довелося вирішувати для створення ракетного щита. З кінця 1940-х років ІЕЗ почав працювати на ракетобудування. У розгортанні ракетобудівної галузі значний заслуга особисто Б.Є.Патона. З того часу зварювання та споріднені технології застосовуються при створенні всіх складових ракетно - космічних комплексів. Найбільш складні технологічні проблеми виникали через високі експлуатаційні вимоги до власне ракеті-носію: корпусу, баків, двигунів, систем управління. Крім того, певні труднощі зустрілися при виготовленні, транспорту для перевезення палива та ракет, станції стеження і багатьох інших конструкцій. Основні труднощі позникали через застосування нових сплавів з особливими поліпшеними експлуатаційними якостями і особливостей конструкцій виробу. Участь ІЕЗ ім. Є.О.Патона в розробки технологій виготовлення ракетних конструкцій КБ, які очолювали С.П.Корольов, М.К.Янгель, В. М. Челомей, В.Ф. Уткін, В.П. Глушко та інші, дозволила реалізувати багато задумів провідних конструкторів.

В 1952 р в ІЕЗ було створено дугове зварювання алюмінію по флюсу, що містить фтористі з'єднання (Д.М.Рабкін). Спільно з Жданівська заводом ім. Ілліча (Маріуполь), МІИТ і ЦНДІ МПС (Москва, РФ) спроектована цистерна з потужною термоізоляцією для зберігання і перевезення рідкого кисню і для інших компонентів ракетного палива.

Наприкінці 1950-х р. для виготовлення виробів з алюмінію, титану, міді та їхніх сплавів, і в першу чергу для виробництва балістичних ракет і хімічного обладнання розроблено електродугове зварювання в аргоні. З середини ХХ ст. в ІЕЗ темпи створення нових технологій з'єднання зросли. В арсеналі виробничників з'явилися нові джерела енергії: електронний, лазерний і світловий промені, дугова плазма; освоєні енергія вибуху, магнітно-імпульсна енергія, енергія тертя, явища дифузії.

За замовленнями Південмашзаводу і КБ «Південне» в ІЕЗ виконано десятки пошукових науково-дослідних робіт зі зварювання й паяння всіх вузлів, контролю якості, ремонту дефектів; створено технологічні процеси й спеціалізоване устаткування для виготовлення великогабаритних просторово-розгалужених конструкцій, зокрема тонкостінних панелей з легких високоміцних алюмінієвих сплавів; ракетних двигунів, трубчатих і оболонкових виробів з тугоплавких і хімічно активних металів тощо. Багато наукових досліджень, конструкторських і технологічних рішень не мали аналогів у світі й забезпечували створення балістичних ракет і супутників.

Протягом 1950-1960 рр. вперше інститутом спільно з НДІ, КБ та іншими підприємствами ракетно-космічної галузі створені комплекси обладнання і технології виготовлення несучих конструкцій, паливних баків, корпусів гіроскопів і оболонок ядерних зарядів, систем керування, систем подачі палива, аеродинамічних рулів керування, перехідних відсіків, пускової мембрани й інших вузлів. Ці задачі було вирішено на засадах досліджень матеріалознавства і фізики процесів із застосуванням: імпульсно-дугового зварювання (Б.Є.Патон, П.П.Шейко), дугового автоматичного зварювання в інертних газах (С.М.Гуревич, Д.М.Рабкін, Б.А.Стебловський і ін.); зварювання вибухом (В.М.Кудінов, В.Г.Петушков і ін.), плазмового на змінному струмі (Д.А.Дудко, С.П.Лакиза, О.М.Корнієнко), мікроплазмового і мікроконденсаторного (В.С.Гвоздецький, В.Е.Моравський, В.А.Васильченко), дифузійного зварювання (В.Ф.Хорунов), різних видів паяння (О.А.Росошінський та ін.). Було розроблено технології зварювання спеціальних сталей для ракетних двигунів, ядерної космічної енергетики, крупних імітаторів умов космосу (А.М.Макара, Б.С.Касаткін, К.А.Ющенко та ін.). До кінця 1967 р. в ІЕЗ створено за

участю спеціалістів ПМЗ нову для технологію контактного стикового зварювання процесу зварювання обичайок ракет і шпангоутів з пресованих профілів з повною автоматизацією, програмуванням процесу і записом параметрів (В.К.Лебедев, С.І.Кучук-Яценко, В.Т.Череднічек, В.О.Сахаров та ін.). Комплекс технологій сприяв забезпеченню ампулзації ракет. У 1970-х роках воно було впроваджено на інших провідних підприємствах авіаракетної галузі.

У 1970-х р. досліджені та створені технології електронно-променевого зварювання (Б.О.Мовчан, О.К.Назаренко, Д.М.Рабкін, А.А.Бондарев та ін.); створено обладнання та методи неруйнівного контролю якості зварних конструкцій (А.Я.Недосека, Л.М.Лобанов, В.А.Цечаль, М.І.Валевич, В.А.Котов, О.М.Корнієнко та ін.); досліджено процеси вакуумного електронно-променевого напilenня тугоплавких оксидів, карбідів і боридів, розроблені жаростійкі покриття лопатей турбін і сопел двигунів (Б.Є.Патон, Б.О.Мовчан). Було розроблено технології, технічну документацію і надано допомогу у будівництві транспортного й установчого обладнання космодромів і ракетних шахт. ІЕЗ взяв участь в будівництві бойових ракетних залізничних поїздів на Павлоградському механічному заводі (Дніпропетровська область) - було розроблено о контактне зварювання (під керівництвом С.І.Кучука-Яценко) рейок посиленого профілю, виготовлених в Маріуполі з елетрошлакових сталей.

У 1980-ті роки з метою поліпшення якості основного металу конструкцій ракет-носіїв (Г.М.Григоренко, А.Я.Іщенко) спільно з Всесоюзним інститутом авіаційних матеріалів (Москва, І.М.Фрідляндер) створені нові високоміцні, корозійностійкі, криогенні, високомодульні алюмінієво-магнієві сплави з добавкою літію, берилію, скандію, що відповідають вимогам експлуатації ракет. В ІЕЗ розроблено технології та обладнання для високоточного складання і електронно-променевого зварювання великогабаритних об'ємних конструкцій ракет з високоміцних алюмінієвих сплавів (Л.М.Лобанов, О.К.Назаренко, А.А.Бондарев). Для твердопаливних двигунів спеціалісти ІЕЗ разом зі спеціалістами УкрНДІВажкого машинобудування та паливних баків Місячної ракети «Енергія» на космодромі Байконур були ІПМЗ розробили технологію електронно-променевого зварювання корпусів соплових блоків з тита-

нових сплавів, для деталей сопла з вугле-металопластиків запропонували «зміцнити» тугоплавкими матеріалами - армували вольфрамівую ниткою і вольфрам-мідним псевдосплавом. Розроблено технологію виготовлення оболонок розтруба ракетних двигунів ІЕЗ ім. Є.О. Патона і КБП разом з УкрНДІТехмаш і Павлоградським механічним заводом.

У 1990-ті роки в ІЕЗ тривали комплексні роботи в галузі ракетобудування. Так, для Південного машинобудівного заводу було розроблено автоматичну систему керування процесами дугового зварювання паливних баків, припої і технології паяння вузлів з різномірних сплавів. Для виготовлення великогабаритних вафельних конструкцій розроблено обладнання і технології геліодугового зварювання вольфрамовим електродом на прямий полярності (В.П. Будник, Б.А. Стебловський), електронно-променевого зварювання (А.А. Бондарев).

В ІЕЗ під керівництвом Б.Є. Патона започатковано розвиток космічних технологій. У спеціально створеному відділі розроблено апарат «Вулкан» (В.Ф. Лапчинський, А.А. Загребельний, Ю.М. Ланкін та ін.), на якому 16 жовтня 1969 р льотчики-космонавти Г.С. Шонін і В.М. Кубасов на борту космічного корабля «Союз-6» здійснили зварювання зразків в умовах космічного вакууму і невагомості. В ІЕЗ було розроблено електронно-променевий інструмент «Універсал» для здійснювати зварювання, пайки, різання, термообробки на орбіті.

У червні 1984 році за бортом орбітальної станції космонавти С.Є. Савицька і В.О. Джанібєков уперше працювали у відкритому космосі ручним електронно-променевим інструментом УРІ, виконуючи процеси зварювання, пайки, різання і напилювання. Для робіт у космосі в ІЕЗ під керівництвом Б.Є. Патона на базі цього інструменту був створений комплекс апаратури «Універсал». Період з 1985 по 1996 роки в космічних умовах виконані підготовлені ІЕЗ матеріалознавчі експерименти: отриманні зверх чистих металів і композиційних матеріалів то що. Було відкрито шлях до виробництва в космосі матеріалів з унікальними властивостями. У на станції «Мир» були розкриті дві 15-метрові конструкції сонячних батарей. Електронно-променеві гармати було застосовано в 1975 р. як інжектори електронних променів в дослідженні явищ у стратосфері й іоносфері, в тому числі в спільному радянсько - французькому екс-

перименті по створенню штучних полярних саяв.

Високий авторитет ІЕЗ в таких галузях досліджень, як розробка високоефективних сучасних зварювальних матеріалів, технологій та обладнання для їх виробництва, продовження ресурсу експлуатації зварювальних конструкцій і розробка систем діагностики їх несучої здатності, а також автоматизації зварювальних процесів і розробка джерел живлення й нагріву зберігається до теперішнього часу. Зокрема, в ІЕЗ до недавнього часу тривали роботи, пов'язані з освоєнням космічного простору, інтерес до яких виявляють НВО «Енергія» (РФ) і НАСА (США). Внесок ІЕЗ у ракетобудуванні став в нагоді й для міжнародних проектів, наприклад, запуск у грудні 2012 р. в Тихому океані із плавучої платформи «Одиссей» (Odyssey) україно-російської РН «Зеніт-3SL» з американським супутником зв'язку «Intelsat-21». Провідні технології, що створені на замовлення вітчизняних ракетобудівників, продано в США, КНР, Іран. В останні роки продовжені зв'язки інституту з науковими центрами і фірмами КНР, США, ФРН, Великобританії, Франції, Японії, Південної Кореї, ПАР і ряду інших країн. Дослідження й розробка технологій виконується на замовлення деяких закордонних фірм.

Харківський фізико-технічний інститут (ХФТІ) один з найстаріших і найбільший центр фізичної науки в Україні, було створено у 1928 р. з метою розвитку актуальних наукових напрямів (у той час – ядерної фізики та фізики твердого тіла). Першим директором інституту став академік АН СРСР І.В. Обреїмов. У післявоєнні роки ХФТІ був одним з активних учасників робіт із проблеми використання атомної енергії в СРСР. У промисловість впроваджено ряд нових матеріалів, потужні технологічні процеси й установки, зокрема технологію виготовлення тепловиділяючих елементів для атомних реакторів нового типу; технологію виробництва високотемпературних нагрівачів; технологію нанесення жароміцних, твердих і надтвердих покриттів на матеріали, що працюють в агресивних середовищах; високочисті матеріали й сплави на їхній основі; композиційні вуглець-вуглецеві матеріали та ін. [26-28].

У галузі РКТ на чолі розробки в інституті вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів і технології піролітичного ущільнення, які дозволили істотно знизити масу сопло-

вих блоків і виключити застосування дефіцитного вольфраму, стояв В.Ф. Зеленський. Було розроблено також методи термомеханічної обробки й легування урану, які дали можливість керувати структурою і здатністю до формозміни металу при радіаційному та інших видах впливу.

Надалі в інституті розроблено ерозійно-стійкі теплозахисні радіопоглинальні матеріали та технологію нанесення жароміцних, твердих і надтвердих покриттів для головних частин і елементів конструкцій міжконтинентальних ракет і антиракет, матеріалів соплового блоку камер згоряння ракетних двигунів, які працюють в агресивних середовищах та зазнають інтенсивного впливу високотемпературних газових котлів; конструкційні термостійкі теплозахисні матеріали для супутників; високочисті матеріали сплави на їх основі; надпровідники; композиційні вуглець-вуглецеві матеріали, завдяки яким створено оптимальні за масою соплові блоки та наконечники для головних частин і великогабаритних моноблочних вкладишів для ракетних двигунів твердого палива.

До створення нових матеріалів було обрано фізичний підхід, заснований на дослідженні взаємозв'язку між їх структурою, складом та фізичними властивостями, що вимагало вакуумно-металургійних методів їх обробки та дозволяло використовувати компоненти у чистому або надчистому вигляді. Основна увага приділялась композитам, одержаним методом направлених фазових перетворень, зокрема спрямованою кристалізацією сплавів евтектичного типу. Цей метод повністю виключав попереднє приготування компонент і введення їх у матрицю, водночас гарантував хімічну сумісність різнорідних речовин і міцність міжфазних зв'язків.

Історія Інституту проблем матеріалознавства починається з листопада-грудня 1952 р., коли на базі відділу фізико-хімії металургійних процесів Інституту чорної металургії АН УРСР було створена Лабораторія спеціальних сплавів АН УРСР, яка розробляла теоретичні основи і технології створення нових металокерамічних і кераміко-металічних матеріалів для промисловості та нової техніки, зокрема ракетно-космічної, із спеціальними властивостями - високими показниками жароміцності, жаро- та ерозійної стійкості, з широким використанням методів порошкової металургії. У 1955

р. Лабораторію реорганізовано в Інститут металокераміки і спецсплавів АН УРСР (з 1964 - Інститут проблем матеріалознавства АН УРСР, директор академік АН УРСР І.М. Францевич).

Вінститутом створено нові матеріали із заданими властивостями для екстремальних умов експлуатації на базі результатів фундаментальних досліджень в галузі фізичної та неорганічної хімії, фізичного матеріалознавства, фізики твердого тіла, механіки деформованого твердого тіла. Біля витоків інституту стояли Г.С. Писаренко, В.М. Єременко, І.М. Федорченко, Г.В. Самсонов.

В інституті розроблено абліційні теплозахисні матеріали для ракетно-космічної техніки; матеріали для внутрішнього теплового захисту теплонапружених зон ракетних двигунів; високо-ерозійно-стійкі матеріали на полімерній матриці, армовані шарами вуглецевої або кремнеземної тканини і полотнами тугоплавких металів, ерозійна стійкість таких вуглеметалопластиків і металометалопластиків у кілька разів перевищувала ерозійну стійкість відомих матеріалів; матеріали з неоксидної кераміки; технології виготовлення ерозійно-стійких деталей для вузлів ракетної техніки, вуглецьграфітів; сплави на основі тугоплавких металів; високоефективні пористі фільтрувальні і звукопоглинальні матеріали, які, зокрема, використовувались в конструкції теплових труб для багатьох космічних апаратах СРСР; комбіноване жаростійке покриття для захисту камер згоряння рідинно-реактивних двигунів управління орбітальним польотом і гальмування космічного корабля багаторазового використання «Буран»; нанозміцнені жаростійкі та жароміцні сплави та технологію їх виготовлення для деталей і елементів конструкцій повітрязбірників гіперзвукових літаків і теплозахисних панелей багаторазових космічних апаратів; унікальні технологічні процеси паяння та металізації низки матеріалів (кераміки, ситалів, алмазів тощо), наприклад кварцові ілюмінатори багатьох космічних апаратів впаяні в корпус апарата за цією технологією.

Фізико-технічний інститут низьких температур. Фізико-технічний інститут низьких температур АН УРСР створено 1960 р. у Харкові (директор Б.І. Веркін, з 2003 - Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України). Основні напрями діяльності: дослідження з надпровідності, фізичного матеріалознавства, те-

пло- і масообміну в кріогенних системах; кріогенної техніки; вивчення фізичних властивостей магнітовпорядкованих систем; нормальних металів, квантових кристалів і кріокристалів, квантових рідин; біологічних макромолекул.

Одне з провідних місць серед робіт ФТІНТ належить науково-прикладним розробкам в галузі ракетно-космічної науки і техніки, перш за все створенню наземного обладнання для імітації умов космічного простору та випробування вузлів і приладів ракет й космічних апаратів, кріогенному та космічному матеріалознавству, побудові бортових систем і приладів. гідромеханіці кріогенних рідин на ракетах і космічних апаратах, забезпеченню охолодження детекторів телескопівідким гелієм під час стеження за космічними апаратами, розробці малогабаритних систем охолодження приймачів інфрачервоного випромінювання на ракетах.

В інституті було виготовлено високовакуумні камери з джерелами протонно-електронного випромінювання, м'якого рентгенівського й вакуумного ультрафіолету, кріогенні пристрої для них та для термостатування ракетних палив у космічних і наземних умовах. На цих установках вперше досліджено матеріали і покриття, випробувано електродвигуни у високому кріогенному вакуумі, а також страхувальний фал для першого виходу космонавта О.А.Леонова у відкритий космос. Розроблено агрегати самохідних апаратів «Луноход- 1, 2» та вузли стикування космічних апаратів за Міжнародною програмою «Союз-Аполлон».

Для вивчення ударної в'язкості матеріалів при низьких температурах уперше в світі розроблено низькотемпературний копер, установки термоцикування при статичному навантаженні для моделювання термоградієнтного впливу на конструкційні матеріали в умовах орбітального польоту, кріостати з твердим холодоагентом, комбіновані системи охолодження космічної апаратури, малогабаритну мас-спектрометричну апаратуру для вимірювання газового складу атмосфери Землі і планет, напівпровідникові кріогенні термометри, надпровідні магнітні екрани для захисту космонавтів від великого постійного магнітного поля. Виявлено вплив магнітного вакууму на бактерії і рослини. Розроблено польотне обладнання на втомну міцність за космічним експериментом «Пента-Втома». Роботи виконувались

за проектами «Восток», «Восход», «Луна», «Луноход», «Космос», «Союз», «Марс», «Буран», «Мир», «МКС», «Регата», Космічна програма України «Фундамент». У співпраці з Інститутом електрозварювання та Інститутом металофізики створено стабільну аустенітну сталь, стабільні та метастабільні сталі кріогенного призначення.

Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України

Інститут проблем машинобудування АН УРСР (директор – А.М. Підгорний) створено 27 квітня 1972 р. на базі Харківського філіалу Інституту технічної теплофізики АН УРСР. Основні напрями діяльності: здійснення фундаментальних і прикладних досліджень у галузі машинобудування, вивчення динаміки та міцності турбомашин, дослідження раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів, зниження забруднення повітряного басейну, викликаного тепловими двигунами та енергоустановками, використання водню як палива для транспорту та енергетики. Один з основних напрямів інституту-наукове супроводження створення та експлуатації ракетно-космічної техніки, дослідження процесів гідродинаміки, тепломасообміну, механіки та міцності в технічних об'єктах, зокрема за допомогою методів математичного моделювання та розв'язання некоректних обернених задач. В інституті розроблено елементи системи термостабілізації бортової радіоелектронної апаратури космічних об'єктів. Створено електронні теплопровідні плати з тепловим розніманням, мікроканальну систему рідинного охолодження металокерамічні нагрівальні елементи.

Розвинуто принципи охолодження бортового електронного устаткування з використанням двофазних контурів з капілярним прокачуванням, математичну модель коливань паливних баків з урахуванням плескань палива. Створено методологію комп'ютерного моделювання динамічних процесів, що відбуваються в елементах складеної піротехнічної системи відділення обтічника. Запропоновано ефективний підхід у технології відпрацювання ракетних конструкцій, який ґрунтується на методи числового моделювання. Проведено віртуальні випробування механічної системи кріплення кидкових елементів касетної головної частини в умовах температурних і циклічних навантажень, що виникають під час наземного транспортування ракети.

Інститут радіофізики та електроніки

30 вересня 1955 р. на базі радіофізичних відділів і експериментальних майстерень ХФТІ було створено Інститут радіофізики і електроніки АН УРСР (директор О.Я. Усиков, з 1996 – Інститут радіофізики і електроніки ім. О.Я. Усикова НАН України) з метою практичного освоєння великої ділянки спектру електромагнітних хвиль (включаючи міліметрові й субміліметрові). Інститут став провідним науковим центром в галузі радіофізики, електроніки, радіофізичних досліджень твердого тіла та біологічних об'єктів, поширення радіохвиль, дистанційного зондування природного середовища Землі з аерокосмічних носіїв. Вже через кілька років були створені унікальні джерела випромінювання та вимірювальна апаратура, досліджено розповсюдження електромагнітних хвиль та їх розсіяння об'єктами природного та штучного походження.

В 1970–1980 рр. під керівництвом В.П. Шестопалова та А.І. Калмикова в ІРЕ АН УРСР активно розвивався новий науковий напрям — радіофізичні дослідження поверхні Землі з космосу. Створено систему всепогодного моніторингу в реальному часі з використанням багаточастотних активних і пасивних засобів дистанційного зондування, яка не має аналогів у світі. З 1983 р. цю систему і донині успішно експлуатують на супутниках серій «Космос-1500», «Океан», «Січ». Наприкінці 70-х рр. ІРЕ і КБ «Південне» взяли участь у запуску ШСЗ «Космос-1151» з радіолокаційним скаттерометром. Розвинуто дослідження щодо оброблення зображень, створено когерентно-оптичну установку для фур'є-фільтрації зображень та аналізу просторових спектрів. Виконано оброблення зображень Марса, одержаних автоматичними міжпланетними станціями «Марс-3», «Марс-4», «Марс-5». Досліджено оптичні характеристики поверхні Місяця. Оброблено радіолокаційні дані космічного апарата «Піонер-Венера-1», одержаних від НАСА США в рамках програми науково-технічного співробітництва. Запропоновано метод інтерферометричного синтезу не спотворених атмосферою оптичних зображень заатмосферних об'єктів. Показано відхилення променів світла в полі тяжіння масивних об'єктів - ефект гравітаційної лінзи. Проведено дослідження в галузі декаметрової радіоастрономії, телескоп УТР-2 – був введений в експлуатацію в 1972 р.

Радіоастрономічний інститут

18 листопада 1985 р. на базі Відділення радіоастрономії Інституту радіофізики і електроніки АН УРСР створено Радіоастрономічний інститут АН УРСР (директор – Л.М. Литвиненко). Основні напрями діяльності: розробка теорії і фізичних принципів створення радіотелескопів і удосконалення інструментальної бази для радіоастрономічних досліджень; проведення радіоастрономічних досліджень в широкому діапазоні радіохвиль; дослідження Землі і планет, навколосезного і міжпланетного простору методами радіоастрономії й дистанційного зондування довкілля; прикладні дослідження та розробки приладів і радіотехнічних систем різного призначення в декаметровому, НВЧ, міліметровому та субміліметровому діапазонах.

На початку 70-х рр. в інституті під керівництвом С. Я. Брауде та А. В. Меня були розпочаті роботи зі створення радіоастрономічних антен декаметрових хвиль. У результаті створено радіотелескоп УТР-2, який донині є найбільшим й найдосконалішим у світі інструментом декаметрового діапазону довжин хвиль. Його велетенська ефективна площа (150 000 кв.м.) і великі розміри (2 км x 1 км) забезпечують рекордні чутливість і кутову роздільну здатність.

На основі радіотелескопу УТР-2 в Україні через десять років збудовано унікальну систему радіоінтерферометрів УРАН (Харківська, Полтавська, Одеська області), яка має бази від 40 до 950 км і включає в себе, окрім УТР-2, ще 4 радіотелескопа менших розмірів. На її базі основними напрямками стали спостереження галактичних і позагалактичних об'єктів в декаметровому, метровому та дециметровому діапазонах. Проводилися також дослідження Землі та планет методами дистанційного зондування.

Виявлено нові особливості низькочастотного спорадичного радіовипромінювання Сонця, Юпітера, міжпланетного середовища. Зареєстровано рекомбінаційні лінії сильно збуджених міжзоряних атомів вуглецю, що стали новим ефективним засобом діагностики космічної плазми. Задектовано імпульсне та континуальне декаметрове радіовипромінювання пульсарів. Побудовано радіозображення залишків спалахів наднових зірок, емісійних туманностей, нетеплового випромінювання Галактики. Складено найбільш повний низькочастотний каталог позагалактичних радіоджерел. З рекордною роздільною здатністю вивчена кутова струк-

тура далеких радіогалактик і квазарів. Досліджено надкорону Сонця, при просвіченні її випромінюванням (С.Я. Брауде, А.В. Мень та ін.). Розроблено нові типи генераторів та підсилювачів міліметрового діапазону (Д.М. Ваврів, О.М. Третьяков).

Інститут металофізики

Інститут металофізики АН УРСР створено на базі Лабораторії металофізики АН УРСР 14 березня 1955 р. (директор Г. В. Курдюмов), з 1996 – інститут носить ім'я Г.В. Курдюмова. Основні напрями досліджень: фізика міцності й пластичності; фазові перетворення та їхній вплив на структуру й властивості металів і сплавів; електронна структура та електронні властивості металів і сплавів; фізика поверхонь металів; криогенна металофізика; розробка нових фізичних методів дослідження металів.

В ІМФ під керівництвом академіка АН УРСР В. М. Свечникова розпочато дослідження фазових рівноваг багатокомпонентних стопів з високими показниками жароміцності, жаро- та зносостійкості. 1948 р. Г. В. Курдюмов і Л. Г. Хандрос відкрили явище термопружної рівноваги при фазових перетвореннях мартенситного типу (ефект Курдюмова), яке зумовлює унікальні фізико-механічні властивості, зокрема пам'ять форми, надпружність, аномально високу демпфувальну здатність відповідних металевих матеріалів.

В інституті розроблено методи швидкісного електротермічного, лазерного, електроіскрового, термоциклічного, термомеханічного, ультразвукового, механічного ударного оброблення, а також розширено клас матеріалів, серед яких – титанові та жароміцні нікелеві стопи, в яких у сильно нерівноважних умовах формуються структурно-фазові стани, що забезпечують властивості високого рівня. Зареєстровано відкриття «Властивість неокиснюваності-ультрадисперсних форм простих речовин, що знаходяться на поверхні космічних тіл» (1979 р.; В. В. Немошкаленко, В. Г. Альошин) та «Явище термопружної рівноваги при фазових перетвореннях мартенситного типу – ефект Курдюмова» (1980 р.; Л.Г. Хандрос, Г. В. Курдюмов).

Для розвитку ракетно-космічної галузі проводилися систематичні дослідження фізичної природи фазових і структурних перетворень у сталях при швидких і надшвидких нагріваннях у процесах гартування та відпуску. Результати були застосовані у техноло-

гічних режимах швидкісного електротермічного оброблення (ШЕТО) при виготовленні корпусів ракетних двигунів твердого палива. Впровадження прогресивного процесу зміцнення конструкційних економізованих сталей у серійному випуску високоміцних ракетних двигунів уможливило підвищення тактико-технічних характеристик ракет протиповітряної оборони СРСР (Державна премія УРСР, 1973). У подальшому розширилася номенклатура виробів, що підлягали зміцненню методами ШЕТО, для корпусів ракет авіаційного призначення, лонжеронів гвинтів великогазових вертольотів та інших виробів оборонної техніки (Державна премія СРСР, 1986).

Під керівництвом І. Я. Дехтяра виявлено та досліджено явище радіаційно-стимульованої дифузії, важливе для розробки радіаційно-стійких матеріалів ядерної енергетики та космічної галузі. Проводилися розробки автономних джерел струму великої потужності для систем бортового живлення космічних апаратів – цезійових прямих термоемісійних перетворювачів теплової енергії в електричну.

Г. Я. Козирським досліджено повзучість незміцнених і зміцнених зразків монокристалічних вольфраму, молибдену та їхніх стопів з ренієм, іридієм, осмієм, ніобієм при температурах у 1360-1900°C і прикладених напруженнях у 10- 20 МПа (такі рівні механічних напружень виникають при розпаді ядерного палива).

Протягом 1990-х рр. і до 2013 р. виконувалися дослідницькі та конструкторські роботи з підготовки орбітального експерименту зі спрямованої кристалізації.

Головна астрономічна обсерваторія

Заснована у 1944 р. для космічних досліджень, зокрема досліджень Сонця та інших тіл Сонячної системи. В обсерваторії проведено спостереження перших штучних супутників Землі, дослідження за програмами Міжнародного геофізичного року та Міжнародного року сприяння (1957–1959), вивчення Місяця автоматичними апаратами.

Уперше в світовій практиці в ГАО були розраховані ефемериди небесних об'єктів для спостережень з місячної поверхні. Виконано піонерські роботи зі створення селенодизичних опорних координатних систем, які використовуються при здійсненні посадок космічних апаратів на Місяць, вивченні його геометричних та динамічних харак-

теристик (Державна премія УРСР, 1983). Упродовж 1982—1986 рр. забезпечено наземний супровід космічної місії «ВЕГА» до комети ІР/Галлей за програмою РАПРОГ. Створено малогабаритний криогенний фотометр спектрального діапазону 0,9—3,5 мкм, за допомогою якого успішно виконані фотометричні спостереження в інфрачервоному діапазоні аварійного супутника Космос-1900 з ядерним реактором на борту. Розроблено оптико-електронну передавальну приймальну апаратуру для проведення лазерних атмосферних й комунікаційних експериментів між наземним телескопом і супутниками.

Інститут електродинаміки

15 січня 1963 Інститут електротехніки АН УРСР було реорганізовано в Інститут електродинаміки АН УРСР (директор — О.М. Мілях). Основні напрями: дослідження і розробка методів аналізу засобів обчислювальної техніки й режимної автоматики для оптимізації роботи складних енергосистем; дослідження та розробка електромагнітних і напівпровідникових приладів перетворення параметрів електромагнітної енергії з підвищеними показниками; комплексні дослідження для створення потужного електротехнічного обладнання; інформаційно-вимірвальні системи та метрологічне забезпечення в енергетиці; комплексні енергетичні системи з відновлюваними джерелами енергії.

В інституті розроблено напрям перетворення та стабілізації параметрів електромагнітної енергії (О.М. Мілях, Ю.І. Драбович), створено обладнання для електротехнології обробки металу, технологічного устаткування космічних апаратів, автономних систем електроживлення. На початку 60-х років спільно з Інститутом електрозварювання ім. Є.О. Патона створено першу генерацію «космічних» перетворювачів параметрів електроенергії. У 1969 р. на космічному кораблі «Союз-6» була виведена у космос автоматична зварювальна установка «Вулкан».

Під керівництвом академіка Р.З. Сагдеева виконувалась довгострокова програма досліджень магнітосфери Землі та навколоземної плазми, проведено два космічних експерименти (1973-1975 рр.). Інжектори електронів потужністю до 4,0 кВт при прискорювальній напрузі 10 кВ спільно з системами електроживлення, апаратурою керування та телеметрії виводились у космос метеороло-

гічною ракетою МР-12 з космодрому «Капустин Яр» по балістичній траєкторії з апогеєм 180 км.

З метою експериментального відпрацювання у космосі процесів нанесення тонкоплівкових покриттів на різні металеві та неметалеві підложки методом термічного випаровування та конденсації речовин було створено установку «Випаровувач», яка працювала на станції «Салют-6» у 1979-1981 рр. Створено пристрої для бортових технологічних установок космічних апаратів, зокрема потужних високочастотних перетворювачів (М.М. Юрченко).

За допомогою апаратури «Універсальний ручний інструмент» космонавти С.Є. Савицька та В.О. Джанібєков на станції «Салют-7» (1984 р.) вперше у світі та в історії космонавтики провели у відкритому космосі технологічні операції - нагрів, пайку, зварювання, різку і напилення.

Фізико-механічний інститут

21 лютого 1951р. на базі Львівського відділу теорії пружності Інституту математики АН УРСР та Львівської групи Інституту автоматики та телемеханіки АН СРСР утворено Інститут машинознавства і автоматики АН УРСР (директор М.М. Шумиловський) (з 1964 — Фізико-механічний інститут АН УРСР, якому 1980 р. присвоєно ім'я Г.В. Карпенка). Визначено основні напрями досліджень: теорія пружності та концентрація напружень біля отворів; контактні задачі теорії пружності; стійкість пружних систем; вплив середовища та водню на міцність матеріалів; теорія добору, перетворення та передачі сигналів; прилади для пошуку корисних копалин та спецтехніки, фізикоμετρία.

В інституті створено теорію адсорбційної та водневої втоми сталей, теорію граничної рівноваги деформованих тіл із дефектами типу тріщин, розвинуто новий науковий напрям — фізико-хімічну механіку руйнування та міцності матеріалів, опрацьовано нові методи локальної зміцнювальної термообробки зварних швів і поверхневого зміцнення деталей машин, створено прилади та системи для дослідження космічних об'єктів.

Здійснено атестацію конструкційних матеріалів для космічної техніки, що контактує з водневовмісними середовищами, виготовлено апаратуру для керування космічними апаратами (К.Б. Кацов, В. В. Панасюк та ін.). Виконано математичне моделювання та розпізнавання зображень у реальному часі, які використовувалися на орбітальній

станції «Мир» та космічній системі «Буран» (В.В. Грицик).

Важливий етап розвитку Інституту пов'язаний з науковим приладобудуванням для космічних досліджень. Розроблено інформаційно-вимірвальні системи для дослідження космічної плазми та верхніх шарів атмосфери, опрацювання інформації на борту космічних апаратів.

2004 р. на борту супутника «Січ-1М» було здійснено перший міжнародний експеримент «Варіант» щодо густини просторового струму у космічній плазмі. Досліджено магнітосферні збурення полярних широтах з одночасним виконанням наземних аеростатних, ракетних і супутникових вимірювань. Одним із найбільш вражаючих космічних експериментів стала експедиція до комети Галлея, основне завдання якої - вивчити комету Галлея і планету Венера.

Інститут ботаніки (1921–1926 – Ботанічний кабінет та Гербарій ВУАН, 1927–1930 – Науково-дослідний Інститут ботаніки Наркомосвіти УРСР, з 1931 – Інститут ботаніки ВУАН). Перший директор – академік ВУАН О.В. Фомін.

Наукова робота проводиться за напрямами: критико-систематичні, флористичні, фітоценотичні, соціологічні та екологічні дослідження фіто- і мікобіоти, розробка теоретичних питань організації та динаміки фіто- і ценорізноманітності, їх моніторингу та охорони; дослідження структурно-функціональної організації рослин і грибів на організменному, клітинному та молекулярному рівнях у нормі і при змінах умов навколишнього середовища природного та антропогенного походження, включаючи фактори космічного польоту.

Інститут є головною установою в програмі «Космічна біологія» Національної Космічної програми України, займається біологією рослин у космосі. Розроблено низку експериментів з рослинними організмами, які було проведено на борту «Космос-1887», орбітальній станції «Салют-6», «Мир», біосупутниках «Біон-9», «Біон-11» та на борту шаттла «Колумбія» за участю українського космонавта-дослідника Л.К. Каденюка. У цих експериментах для аналізу клітин бактерій і водоростей вперше в світовій космічній біології було використано метод електронної мікроскопії, який дає можливість вивчати будову клітин, збільшених в десятки тисяч разів, і тим самим наблизитися до оцінки функціонального стану клітинних органел і

побічно робити висновки про інтенсивність і спрямованість метаболічних процесів в клітині (Кордюм, К.М. Ситник, А.Ф. Попова). Вперше показана здатність покрито насінних рослин до вегетативного розмноження в умовах космічного польоту. Вперше показана здатність протонемизму змінювати напрямок росту ниток і формувати спіралеподібні деривати в умовах мікрогравітації.

Паралельно з підготовкою та проведенням космічних експериментів в Інституті проводяться лабораторні роботи з моделювання дії окремих факторів польоту – вібрації і прискорення в режимі підйому космічного апарата, змін напруженості електромагнітних полів, невагомості (мікрогравітації) з використанням горизонтальних кліноставів та ін.

Інститут біохімії заснований у Харкові в 1925 р. Перший директор – академік АН УРСР О.В. Палладін. В 1931 р. переведено з Харкова до Києва і включено до складу Академії наук УРСР.

Основні напрями діяльності: дослідження структури, фізико-хімічних властивостей і біологічних функцій складних білкових та надмолекулярних систем; вивчення молекулярної організації метаболічних процесів та механізмів їх регуляції біологічно активними речовинами; розробка біотехнологій та нанобіотехнологій для медицини, сільськогосподарства, екології та промисловості.

З середини 90-х років Інститут біохімії залучений до виконання наукових космічних досліджень. В Інституті виконувались проекти Національного управління з аеронавтики та дослідження космічного простору США (НАСА). Досліджено ефект симульованої мікрогравітації на клітини гібридами. Зроблено висновок, що модельована мікрогравітація впливала на проліферуючі та адгезивні, але не на біосинтетичні властивості клітин гібридами (Комісаренко С.В.); вивчено вплив зміненої гравітації на процес передачі нервового імпульсу і властивості біологічних мембран (Борисова Т.О.), розроблено інструментальний, ефективний, чутливий та універсальний метод біологічного визначення сумарної токсичності та мутагенності середовища космічних кораблів з використанням дафнії як біологічного виду індикаторів (Назаренко В.І.). Інститутом запропоновано (2019 р.) новий метод аналізу токсичності частинок планетарного пилу, який був опублікований у фаховому журналі *Microgravity-Nature*.

Спільно з Інститутом молекулярної біології та генетики НАН України з 2019 р. Інститут біохімії НАН України залучений до аналізу даних міжнародного космічного експерименту БІОМЕКС, отриманих на Міжнародній Космічній Станції.

Національний ботанічний створено в 1935 р. Перший директор – академік ВУАН В.І. Липський.

Наукові дослідження з проблем інтродукції та акліматизації рослин, дендрології та паркознавства, збереження генофонду рідкісних та зникаючих видів рослин, селекції та генетики квітничково-декоративних, плодових, овочевих та кормових культур, медичної ботаніки, біотехнології тропічних та субтропічних рослин, алелопатії (хімічної взаємодії) рослин та біоіндикації.

Дослідження з космічної біології започатковані А.М. Гродзінським (1978 р.), який разом із співробітниками відділу алелопатії досліджував питаннями підбору субстратів для вирощування рослин в умовах невагомості, видового асортименту рослин для поновлення харчового раціону космонавтів, алелопатичної взаємодії рослин за умов тривалого вирощування в закритих екосистемах. Досліджено вплив умов космічного польоту на анатомо-морфологічні та фізіолого-біохімічні особливості Orchidaceae; запропоновано використання епіфітних орхідей як модельний об'єкт для вивчення впливу мікрогравітації, так як у них дуже слабо проявляється геотропічна реакція (Т.М. Червченко). У 1980 р. підготовлена Т.М. Червченко мікрооранжерея з епіфітними орхідеями вперше в світі була введена на орбіту на космічному кораблі «Союз-36» і встановлена на орбітальній станції «Салют-6».

Вперше розроблено засади космічного ґрунтознавства, запропоновано інформаційно-ресурсний підхід до створення замінників ґрунту з керованими фізико-хімічними характеристиками, розроблено органо-мінеральні добрива для вирощування рослин в умовах тривалого космічного польоту (Н.В. Заїменко).

Інститут молекулярної біології і генетики створено в 1973 р. на базі Сектора молекулярної біології та генетики Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного АН УРСР. Перший директор – академік АН УРСР Г.Х. Мацука. Основні напрями досліджень: структурна та функціональна

геноміка; протеоміка та білкова інженерія; молекулярні та клітинні біотехнології; біоінформатика, комп'ютерне моделювання та дизайн.

Космічні дослідження проводяться у відділі регуляторних механізмів клітини запрямами: бактерійні спільноти, асоційовані з рослинами, та їхнє використання для вирощування рослин, у тому числі поза земними умовами; обґрунтування безпечності використання бактерій для вирощування рослин поза межами Землі (В.А. Кордюм).

Л.Й. Рубенчик (Інститут мікробіології і вірусології АН УРСР) обґрунтував використання мікроорганізмів як необхідних компонентів замкнених екологічних систем, висвітлюючи питання пошуку і поширення мікроорганізмів в космосі, їхню роль у походженні життя. На основі цих уявлень розроблено теоретичну базу майбутніх космічних біологічних експериментів з організмами, які повинні знаходитися в польоті в активному фізіологічному стані (Л.Й. Рубенчик, В.А. Кордюм). Обґрунтовано положення, що саме такий підхід надасть можливість відповісти на найбільш актуальні питання, що стояли перед космічною біологією в той час, коли стало зрозумілим, що в найближчому майбутньому космос стане сферою наукової та господарської діяльності людства.

Участь співробітників Інституту (Н.О. Козирівська, І.В. Орловська, І.Є. Заєць, О.В. Подоліч, О.Є. Кухаренко, Г.В. Зубова) спільно з Європейським космічним агентством і Німеччиною у міжнародному експерименті «БІОМЕХ» (біологічний і марсіанський експеримент), в якому об'єктом дослідження була «ком буча» (чайний гриб) – біоплівка, що складається із сукупності мікроорганізмів, що продукують целюлозу. Експеримент, мета якого полягала в дослідженні впливу факторів космічного польоту на виживаність мікроорганізмів і структуру целюлози, проводився на платформі, змонтованій на зовнішній частині МКС.

Інститут зоології створено в 1930 р. Перший директор – академік АН УРСР І.І. Шмальгаузен. Наукові дослідження: вивчення фауни, еволюційно-морфологічних основ філогенії та систематики тваринного світу України; розробка наукових основ охорони і раціонального використання ресурсів тваринного світу, проведення його моніторингу в умовах впливу антропогенних факторів; розробка зоологічних основ захи-

сту і підвищення продуктивності рослин і тварин.

Фахівці Інституту брали участь (1989-1996, 2013) під керівництвом Н.В. Радіонової в міжнародних експериментах із щурами, тритонами, мавпами та культурою остеобластів мишей спільно з ІМБП, Європейським космічним агентством і НАСА, проведених на біосупутниках «Біон-9, -10, -11» і шаттлі Колумбія (58-а експедиція). У біопсійному матеріалі, отриманому з кісток мавп і пацюків і кінцівок тритонів після закінчення експериментів з цими тваринами,

досліджували утворення та будову кісткової тканини для з'ясування закономірностей формування кісткової тканини у тварин в умовах мікрогравітації. Результати цих фундаментальних досліджень розкривають механізми гравічутливості та адаптації кісткового скелета до змін гравітаційного навантаження і можуть бути застосовані для цілеспрямованої розробки методів діагностики та лікування захворювань опорно-рухового апарату та їхньої профілактики в умовах гіпокінезії і тривалих космічних польотів.

Провідні діячі ракетно-космічної галузі України. Біографічний словник



АЙЗЕНБЕРГ Яків Ейнович

– інженер-конструктор, доктор техн. наук (1970), проф. (1974). Н.13.06.1934 у Харкові. Закінчив Харків. політехн. ін-т (1956). З 1956 працював в АТ «Хартрон» у Харкові (в 1956–1966 – начальник лабораторії, 1966–1988 – заст. головного конструктора, 1988–1990 – заст. ген. конструктора, 1990–1995 – ген. директор і ген. конструктор, з 1995 – президент і ген. конструктор ОКБ-692). П. 3.07.2004.

Під його керівництвом та при особистій участі здійснено наукове обґрунтування і теоретичні розробки систем керування ракет наземного базування стратегічного призначення, зокрема ракет Р-11, Р-12, Р-14, Р-16, ракет-носіїв («Космос», «Циклон», «Енергія») та космічних апаратів («Квант», «Квант-2», «Кристал», «Спектр», «Природа», «Січ»).

Держ. пр. УРСР (1979). Засл. діяч науки і техніки УРСР (1991). Почесна відзнака Президента України (1994). Ленін. пр. (1967), Держ. пр. СРСР (1989) [1, 2].



АЛЕКСЕЄВ Юрій Сергійович

– промисловець, Герой України (2002). Н. 6.12.1948 у Дніпропетровську. Закінчив Дніпропетр. ун-т (1972). З 1972 працює (з перервами) на Південному машинобудівному заводі (в 1988 – 1992 – головний інженер, 1992 – 2005 – ген. директор), в 2005 – 2014 – голова Національного космічного агентства України.

Зробив внесок у виробництво та серійний випуск ракетних комплексів стратегічного призначення: Р-36М, Р-36М УТТХ, Р-36М2 (SS-18, «Сатана»), МР-УР100 УТТХ, РТ-23 УТТХ (SS-24, «Скальпель»), космічних носіїв «Циклон», «Зеніт», космічних апаратів військового та господарського призначення – «Целіна», «Океан», «Січ». Один з ініціаторів і організаторів міжнародних проектів, зокрема «Морський старт», «Наземний старт».

Держ. пр. України (1993). Пр. ім. М. К. Янгеля (1996). Ордені Держави (2002), «За заслуги» III ст. (1998) [3].



АСМОЛОВ Олександр Олександрович

– промисловець. Н. 1.01.1943 в м. Владивосток (Росія). Закінчив Харків. авіаційний ін-т (1968). В 1968 – 2006 працював на Харків. заводі №897 (нині Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання «Комунар»») (1988–2006 – ген. директор, з 2006 – радник ген. директора).

Брав участь в освоєнні й виробництві апаратури систем керування РН «Протон», «Молнія», «Союз», «Зеніт», у виготовленні апаратури «Кипарис» для наземних випробувань космічного корабля «Буран», у виконанні міжнародних космічних програм «Союз – Аполлон», МКС та ін.

Канд. економ. наук (1991). Засл. машинобудівник України. Орден «За заслуги» III і II ст. (1997, 2002). Держ. пр. СРСР (1990) [4].

БАКЛАНОВ Олег Дмитрович

– організатор ракетно-космічної техніки. Н. 17.03.1932 у Харкові. Закінчив Всесоюз. заочний енергетичний ін-т (1958). В 1950 – 1976 працював на Харків. Приладобудівному заводі (з 1963 – головний інженер, з 1972 – директор, 1975 – 1976 – ген. директор ВО «Моноліт», в яке ввійшов завод); з 1976 – заст. міністра, 1981 – перший заст., з 1983 – міністр загального машинобудування СРСР, з 1988 – секретар ЦК КПРС з оборонних питань, з 1991 – заст. голови Ради оборони при Президенті СРСР; 19–21 серпня 1991 – член державного комітету з надзвичайного стану, 23.05.1991 заарештований і до січня 1993 перебував у СІЗО «Матроська тиша», в лютому 1994 – реабілітований.

Зробив внесок у ракетно-космічну техніку і промисловість, організацію космічної діяльності, у забезпечення обороноздатності країни. Зокрема, брав участь в налагодженні серійного виробництва бортової і наземної радіотехнічної апаратури та автономних систем керування ракет, апаратури для космічних апаратів. Організував виробництво бортових обчислювальних систем ракет. Під його керівництвом реалізовувалися масштабні космічні програми, зокрема створення орбітальної станції «Мир», космічної системи «Енергія – Буран».

Канд. техн. наук (1969). Герой Соц. Праці (1976). Ленін. пр. (1982). Держ. пр. СРСР [5-7].



БАРАНКОВ Геннадій Петрович

– організатор робіт зі створення апаратури систем керування космічними апаратами. Н. 30.04.1928 в с. Верхня Чернавка Саратов. обл. (Росія). Закінчив Київ. політехн. ін-т (1953). У 1954 – 1957 працював на Київ. заводі «Точелектроприлад», з 1957 – Київ. Раднаргоспі, з 1962 – директор заводу «Київприлад», з 1975 – ген. директор ВО «Київприлад». П.10.01.1995.

Організатор робіт з освоєння та випуску приладів і апаратури для ракетно-космічної техніки: апарати «Целіна», «Природа», «Фотон», «Космос», «Інтеркосмос», «Молнія», «Горизонт», «Союз-ТМ», «Прогрес» та ін. Під його керівництвом значно збільшено виробничі потужності підпри-

ємства, введено нові випробувальні та контрольні-вимірвальні комплекси, освоєно мікроелектронне виробництво [8].



БАРАНОВСЬКИЙ Герман

Олексійович – фахівець у галузі радіозв'язку. Н. 15.08.1926 у Кам'янці-Подільському. Закінчив Моск. ін-т інженер зв'язку (1949). В 1948–1956 працював техніком у Моск. НДІ №885, 1956–1959 – головний конструктор Харків. приладобудівного заводу, з 1959 – начальник ОКБ-692 (нині «Хартрон»); 1968 – 1986 – засновник і перший директор НДІ радіотехнічних вимірювань у Харкові, 1986 – 2003 – провідний наук. співробітник інституту. П. 16.03.2007.

Брав участь у розробці та випробуваннях системи радіокерування ракетою Р-5М. Головний конструктор систем радіотехнічного керування і траєкторних вимірювань. Під його керівництвом розроблено і введено в експлуатацію радіотехнічні вимірвальні системи «Вега», «Вега АП», «Вега Н», «Вега Т» та їх модифікації для забезпечення випробувань ракетних комплексів.

Канд. техн. наук (1980). Засл. машинобудівник УРСР (1986). Держ. пр. СРСР (1983) [9–12].



БЕЗВЕРХІЙ Леонід Іванович

– інженер-конструктор. Н. 18.10.1928 в м. Градижок Полтав. обл. Закінчив Київ. автомобільно-дорожній ін-т (1953). З 1953 – інженер-технолог військового заводу №7 у Києві, з 1961 – інженер-конструктор, начальник цеху Київ. радіозаводу, з 1967 – 1990 – ген. директор Чернігів. радіоприладного заводу. П. 21.01.2018.

Здійснив будівництво у Чернігові нового радіоприладного заводу з технологіями точної механіки та мікроелектроніки, який згодом став головним підприємством з виробництва серійної апаратури космічної навігації. Організатор виготовлення виробів для проектів: «Циклон», «Цикада», «Надія»; підготовки виробництва для проекту «Ураган»; постановки на виробництво новітніх бортових телеметричних і вимірвальних систем. Держ.пр. СРСР (1982) [13, 14].



БРАУДЕ Семен Якович

– радіофізик, акад. НАН України (1969, чл.-кор. 1958). Н. 28.01.1911 у Полтаві. Закінчив Харків. фізико-математичний ін-т (1932). В 1931–1955 працював у Харків. фізико-технічному ін-ті; 1955–1980 – заст. директора, 1980–1985 – зав. відділу Ін-ту радіофізики і електроніки АН УРСР, 1985–1987 – Радіоастрономічного ін-ту АН УРСР, з 1987 – радник при дирекції Ін-ту. П. 29.06.2003.

Наук. праці стосуються електроніки надвисоких частот, поширення радіохвиль, радіоастро-

номії. Розробив спільно з ін. Першу радіолок. станцію, ряд радіотелескопів, в т.ч. УТР-2 та системи інтерферометрів УРАН. Засновник радіоокеанографії. Створив наукову школу.

Засл. діяч науки і техніки УРСР (1991). Почесна відзнака Президента України (1995). Орден «За заслуги» II та III ст. (2001, 1998). Держ. пр. України (1991, 1997). Держ. пр. СРСР (1952). Пр. ім. Є.П. Федорова (2006). Президією НАН України засновано премію імені С.Я. Брауде [15, 26].

БУДНИК Василь Сергійович

– учений-конструктор, акад. НАН України (1967). Н. 24.06.1913 в Семенівці (нині м. Семенівка Чернігів. обл.). Закінчив Моск. авіаційний ін-т (1940). У 1934 – 1943 працював льотчиком-інструктором в Моск. авіаційному ін-ті, 1940 – 1943 – конструктор у КБ С.В. Ільїшина, 1943–1946 – Реактивному НДІ-1, 1945 – 1946 перебував в Німеччині в складі спеціальної комісії з вивчення трофейної ракетної техніки, 1946 – 1951 – КБ-1 Корольова НДІ-88 (з 1950 – заст. головного конструктора), 1951 – 1954 – головний конструктор заводу №586 (нині завод Південмаш), 1954 – 1970 – перший заст. головного конструктора ОКБ-586 (КБ «Південне»), 1972 – 1980 – заст. директора Дніпропетр. відділення Інституту механіки АН УРСР (з 1973 – зав. сектору проблем ракетно-космічної техніки), 1980 – 1988 – заст. директора Ін-ту технічної механіки АН УРСР, з 1988 – головний наук. співробітник, 1988 – 1998 – радник при дирекції). П. 08.03.2007.

Наук. праці та конструкторські розробки стосуються теоретичної і прикладної механіки літальних апаратів. Керував і брав безпосередню участь у розробці низки зразків ракетно-космічної техніки, зробив внесок у створення основ проектування ракетно-космічних систем та їх елементів. У 1946 – 1953 безпосередньо брав участь в організації серійного виробництва ракет С.П. Корольова – Р-1, Р-2, Р-5, 1954 – 1970 керував проектно-конструкторським розробленням бойових ракет Р-12, Р-14, Р-36, Р-36 орб., Р-36М, мобільного ракетного комплексу РТ-20П та космічних носіїв «Космос», «Космос-2», «Циклон-2».

Засл. діяч науки УРСР (1983). Орден Ярослава Мудрого V ст. (2004). Пр. ім. М.К. Янгеля (1982). Герой Соц. Праці (1959). Ленін. пр. (1960) [16–19, 26].

БУЗАНОВ Віктор Іванович

– учений-конструктор в галузі оптичного та оптикоелектронного приладобудування. Н. 31.08.1934 у Києві. Закінчив Київ. політехн. ін-т (1958). З 1958 працював в ЦКБ заводу «Арсенал» (в 1977 – 2000 – начальник, головний конструктор). П. 6.02.2007.

Під його керівництвом створено нові види оптичних та оптико-електронних систем для опе-



ративно-тактичних, крилатих, морських і міжконтинентальних стратегічних ракет стаціонарного і мобільного базування; навігаційне обладнання для ряду бойових літаків; інфрачервоні головки самонаведення для авіаційних ракет «повітря-повітря» і переносних зенітно-ракетних комплексів.

Засл. машинобудівник України (1994). Ленін. пр. (1976). Держ. пр. СРСР (1990) [20].



ВАСИЛЕНКО Борис Омелянович – інженер. Н. 21.11.1935 в с. Шахти Донец. обл. Закінчив Таганроз. радіотехнічний ін-т (1958) та Ін-т керування народним господарством при Раді Міністрів СРСР (1982). У 1958 – 1995 працював на Київському радіозаводі (1973–1976 – перший заст. начальника КБ, заст. головного конструктора заводу, з 1976 – головний інженер). П. 16.10.2019.

Брав участь у створенні інфраструктури підприємства, зокрема розробці та виробництві систем керування ракетно-космічної техніки, впроваджував цифрові системи та обчислювальні машини в бортову і наземну апаратуру ракетних комплексів: Р-36, Р-36М, Р-36М УТГХ, Р-36М2, 3М65, 3М37, РТ-23УТГХ; РН «Космос- 2», «Циклон-3М», «Енергія». Організатор серійного виробництва апаратури стикування «Ігла» і «Курс», систем керування для космічних кораблів «Союз» і «Прогрес», орбітальних станцій «Алмаз», «Салют», «Мир» і МКС.

Засл. машинобудівник України (1995). Держ. пр. СРСР (1981) [21, 22].



ВАСИЛІНА Володимир Григорович – конструктор. Н. 13.11.1936 в с. Пушкарівка Дніпропетр. обл. Закінчив Дніпропетр. ун-т (1959). У 1959 – 2011 працював у КБ «Південне»: 1959 – 1991 – начальник відділу, 1992 – 1993 – комплексу вогняних випробувань систем і вузлів ракет стратегічного призначення 1994 – 2011 – головний інженер – перший заст. ген. директора КБ «Південне»).

Брав участь у розробці технічних вимог на випробувальні стенди, програмно-методичної документації на проведення вогневих випробувань рідинних ракетних двигунів. Забезпечував організацію та керівництво випробувань РРД для всіх поколінь стратегічних ракет і ракет-носіїв «Циклон» і «Зеніт». Ініціатор створення і перший голова Національного технічного комітету зі стандартизації «Ракетна космічна техніка» (1996). Зробив внесок у реалізацію міжнародних проєктів, зокрема «Морський старт».

Засл. машинобудівник України (1994). Держ. пр. України (2002) [23].

ВАХНО Микола Іванович – машинобудівник, проф. (1974). Н. 29.01.1950 у с. Андріївка Сумської обл. Закінчив Харків. ун-т (1972). З 1972

– інженер КБ Електроприладобудування, начальник відділу НВО «Електроприлад», 1992 – 2001 – заст. ген. директора НВО «Хартрон» з фінансово – економічної діяльності, 2002 – 2010 – голова правління ВАТ «Хартрон», з 2011 – Президент – голова правління ПАТ «Хартрон».



Брав участь у створенні систем керування Р-36М2, УР-100НУ; ракет-носіїв «Циклон-3», «Енергія», космічних модулів станцій «Мир» і МКС. Під його керівництвом «Хартрон» бере участь в космічних проєктах, модифікуючи існуючі і створюючи нові системи керування для ракет-носіїв «Дніпро», «Рокот», «Стріла», «Циклон-4», «Антарес»; космічних апаратів «Січ» Держ. пр. України (2010) [24, 25].

ВЕРЕЩАК Олександр Петро-

вич – фахівець у галузі радіотехніки, доктор техн. наук, проф. (2005). Н. 3.10.1949 в м. Дергачі Харків. обл. Закінчив Харків. ін-т радіоелектроніки (1972) та Академію народного господарства СРСР (1993). У 1972 – 1981 працював на Харків. приладобудівному заводі, з 1981 – в НДІ радіотехнічних вимірювань (з 1988 – директор, з 1995 – голова правління – директор ВАТ «Науково-дослідного інституту радіотехнічних вимірювань»). П. 01.10.2018.



Брав участь в освоєнні виробництва систем керування ракетних комплексів УР-100Н, УР-100НУ, апаратури для космічних апаратів і станцій, у розробці та підготовці до експлуатації систем траєкторних вимірювань «Вега». Очолював розробку і супроводження експлуатації бортових і наземних технічних засобів КА «Січ», «Січ-1М», «Січ-2», наземної мережі станцій Системи координатно-часового та навігаційного забезпечення України, виробництво апаратури для підприємств паливно-енергетичного комплексу та медичної діагностичної техніки на основі використання космічних технологій.

Держ. пр. України (1996) [26].

ВЕРКІН Борис Ієреміївич

– фізик, акад. АН УРСР (1972). Н. 8.08.1919 у Харкові. Закінчив Харків. ун-т (1940). Учасник війни СРСР з гітлерівською Німеччиною. У 1946–1960 працював у Харківському фізико-технічному ін-ті, в 1960–1988 – директор, з 1988 – почесний директор Фізико-технічного ін-ту низьких температур АН УРСР в Харкові. П. 12.06.1990.



Наук. праці стосуються фізики й техніки низьких температур, електронних властивостей твердих тіл, надпровідності, низькотемпературного і вакуумного матеріалознавства, кріогенної біології і медицини. Спільно з Б.Г. Лазаревим відкрив і

вивчив осциляції магнітної сприйнятливості у широкого кола металів, показавши загальнометалічну природу таких осциляцій, розробив метод. Одержав низку нових результатів у криогенному та космічному матеріалознавстві, вирішив завдання моделювання поведінки рідини в умовах невагомості. Спільно з ін. створив перші потужні надпровідні електричні машини, пасивні системи охолодження з твердим холодоагентом.

Держ. пр. УРСР (1973). Держ. пр. СРСР (1978). Президією НАН України засновано премію імені Б.І. Веркіна, його ім'я присвоєно Фізико-технічному ін-ту низьких температур НАН України [26, 27].



ГАДАСЬ Михайло Іванович

— учений-конструктор, чл.-кор. НАН України (2000). Н. 25.10.1929 в с. Нижня Пайва Алтайського краю (Росія). Закінчив Ленінград. військово-механічний ін-т (1955). У 1955 – 1956 працював у КБ-385, з 1956 – в ОКБ-586 (1972 – 1985 – заст. головного конструктора, начальник і головний конструктор КБ). П. 5.04.2006.

Зробив внесок у створення генераторних систем наддуву і ампулізації ракет, які перебувають на бойовому чергуванні протягом десятків років, мінометної схеми старту ракет з контейнерів, різних видів бойового оснащення та їх схем опалення і маневрування.

Герой Соц. Праці (1976). Ленін. пр. (1990). Держ. пр. СРСР (1967) [27, 28].



ГЕРАСЮТА Микола Федорович

— учений у галузі балістики і динаміки ракет, чл.-кор. АН УРСР (1967). Н. 18.12.1919 в Олександрії (нині Кіровоград. обл.). Закінчив Одес. ун-т (1941). У 1947 – 1951 працював в ОКБ-1 у С.П. Корольова, 1951 – 1954 – на Дніпропетр. машинобудівному заводі, з 1954 – в ОКБ-586 (з 1962 – заст. головного конструктора), в 1952 – 1985 – також проф. Дніпропетр. ун-ту. П. 10.04.1987.

Під його керівництвом розроблено і впроваджено методи вирішення багатопараметричних крайових і варіаційних задач, пов'язаних з побудовою оптимальних траєкторій руху ракет і космічних апаратів, статистичні методи оцінки льотно-технічних характеристик ракет. Брав безпосередню участь в розробці чотирьох поколінь бойових ракет, ракетних комплексів і космічних ракет-носіїв («Космос», «Циклон», «Зеніт»).

Герой Соц. Праці (1961). Ленін. пр. (1972). Держ. пр. СРСР (1967). Пр. ім. М.К.Янгеля (1982) [29, 30].

ГІНЗБУРГ Абрам Маркович – конструктор. Н. 04.07.1911 у Воронежі (Росія). Закінчив Ленінград. електротехнічний ін-т (1937). В 1937–1942 працював інженером на Ленінград. заводі, 1945–1947 був у спеціальній технічній комісії з вивчення

німецької трофейної ракетної техніки, 1947–1951 завідувач лабораторією в НДІ-885 (Москва). В 1947 брав участь у проведенні першого пуску трофейних ракет ФАУ-2 на полігоні Капустин Яр. У 1951–1959 – головний конструктор заводу № 897 і начальник СКБ, 1959 – 1964 – заст. головного конструктора ОКБ-692, 1964–1973 – заст. головного конструктора СКБ заводу «Комунар». П. 2000.

Під його керівництвом розроблено пристрої стабілізації, наземного пускового і перевірного устаткування ракетних комплексів КБ «Південне». Проаналізовано загальні питання походження космічних променів, розглянув їх хімічний склад і трансформацію при переміщеннях у міжзоряному просторі, вказав механізм, що забезпечує переважне прискорення важких іонів. Його роботи з динаміки плазми у сильних вморожених магнітних полях дали можливість пояснити виникнення прискорених частинок при спалахах на Сонці, генерацію космічних променів у турбулентних магнітних полях оболонок наднових зір, нестационарних галактичних ядрах і квазарах. Ленін. пр. (1959) [31].

ГОРБУЛІН Володимир Павлович

— учений-конструктор та організатор науки і техніки, політичний діяч, акад. НАН України (1997), її перший віце-президент (з 2015), Герой України (2021). Н. 17.01.1939 у Запоріжжі. Закінчив Дніпропетр. ун-т (1962). У 1962 – 1976 працював у КБ «Південне», 1980 – 1990 – зав. сектору ЦК КПУ, 1990 – 1992 – зав. Підвідділу. Кабінету Міністрів України, 1992 – 1994 – ген. директор Національного космічного агентства України, 1994 – 1999 – секретар Ради національної безпеки і оборони України, з 1999 – радник Президента України, з 2000 – голова Держ. комісії з питань оборонно-промислового комплексу України, 2007 – 2010 – директор Ін-ту проблем національної безпеки, 2014 – 2018 – Національного ін-ту стратегічних досліджень.

Наук. дослідження і розробки стосуються оптимізації процесів проектування, випробування ракетно-космічних систем, забезпечення національних інтересів держави в системах колективної безпеки та оборони. Учасник створення космічних апаратів серії «Космос», низки стратегічних ракетних систем. Засновник і перший голова Держ. космічного агентства України. Керівник, брав участь в першій розробці Національної космічної програми України. Автор низки праць з проблем міжнародних відносин і національної безпеки України.

Засл. машинобудівник України (1994). Держ. пр. України (2002). Держ. пр. СРСР (1990). Орден князя Ярослава Мудрого I, II, III, IV та V ст. (2019, 2017, 2009, 2004, 1997). Пр. ім. М.К.Янгеля (1988) [26, 32–36].





ГРАЧОВ Віктор Васильович – фахівець в галузі ракетно-космічної техніки. Н. 16.03.1923 в с. Мисайлова Моск. обл. Закінчив Моск. вище-техн. училище ім. М. Е.Баумана (1951). З 1951 працював в КБ «Південне» (1959 – 1992 – заст. головного конструктора з випробувань – начальник комплексу спецсистем). П. 05.02.1996.

Забезпечував технічне керівництво полігонними льотно-конструкторськими випробуваннями чотирьох поколінь бойових ракетних комплексів і трьох ракетно-космічних.

Герой Соц. Праці (1961). Ленін. пр. (1967). Держ. пр. СРСР (1977). Пр. ім. М. К. Янгеля (1981) [37-40].



ГУБАНОВ Борис Іванович – фахівець в галузі стратегічних і космічних ракет, доктор техн. наук (1978). Н. 14.03.1930 в Ленінграді. Закінчив Казан. авіаційний ін-т (1953) і працював в ОКБ-586 (в 1965 – 1967 – головний інженер, з 1967 – начальник і головний конструктор СКБ, в 1972 – 1979 – перший заст. начальника і головного конструктора, 1979 – 1982 – перший заст. начальника і ген. конструктора КБ «Південне»); в 1982 – 1993 – перший заст. ген. конструктора і ген. директора НВО «Енергія» в Москві. П. 18.03.1999.

Зробив внесок у мінометну схему старту важких рідинних ракет з транспортно-пускового контейнера, в створення всіх видів бойового оснащення і схем відділення і маневрування, зокрема ракетного комплексу «Воевода». Керував розробкою ракетного блоку місячного корабля ракетно- космічного комплексу Н1-Л3 та створенням багаторазової транспортної космічної системи «Енергія – Буран».

Герой Соц. Праці (1976). Ленін. пр. (1980) [41-43].



ГУДИМЕНКО Анатолій Іванович – конструктор. Н. 10.04.1926 в с. Пришиб Запоріж. обл. Закінчив Харків. авіаційний ін-т (1956). У 1956 – 1959 працював на Харків. заводі «Комунар», 1959 – 1967 – начальник теоретичного відділу, головний інженер, перший заст. головного конструктора в КБ Електроприладобудування, 1967 – 1995 – начальник КБ – головний конструктор ВО «Київський радіозавод». П. 10.10.1994.

Один із засновників школи динаміки ракет конструкції М.К. Янгеля, брав участь у створенні ракетних комплексів Р-16 і Р-36. Розробляв системи управління для ракети-носія «Циклон», бойових ракет стратегічного призначення, космічних ракетних комплексів «Космос», «Енергія-Буран», апаратуру стиковки «Голка», «Курс», системи управління для пилотів. і безпілот. космічних кораблів «Союз» та «Прогрес», станції «Мир».

Канд. техн. наук (1963). Ленін. пр. (1964). Засл. машинобудівник України (1986) [44, 45].

ГУСОВСЬКИЙ Сергій Володимирович – спеціаліст в галузі систем прицілювання ракет та організатор виробництва. Н. 22.02.1915 в м. Радомишлі Житомир. обл. Закінчив Київ. політехн. ін-т (1938). З 1938 працював на Київ. заводі «Арсенал» (з 1943 – головний інженер, з 1966 – ген. директор). П. 30.10.1983.

Під його керівництвом освоєно й організоване серійне виробництво систем прицілювання ракет оперативного-тактичного, стратегічного й космічного призначення, а також навігаційного устаткування та апаратури для космічних досліджень.

Герой Соц. Праці (1975). Держ. пр. СРСР (1970). Ленін. пр. (1982) [46-47].

ДЕГТЯРЕВ Олександр Вікторович – учений-конструктор, акад. НАН України (2015), Герой України (2020, посмертно). Н. 31.10.1951 в м. Яранську Кіров. обл. (Росія). Закінчив Ленінград. механічний ін-т (1975) та економ. факультет Дніпропетр. ун-ту (2001). З 1975 працював в КБ «Південне» (в 1999 – 2005 – заст. ген. конструктора – ген. директора зі зовнішньоекономічної діяльності; 2005 – 2010 – перший заст. ген. конструктора – ген. директора з системного проектування й комплексного розвитку підприємства; 2010 – 2016 – ген. конструктор – ген. директор, 2018 – ген. директор. П. 24.11.2020.

Наук. дослідження стосуються розробки і модернізації ракетних комплексів з рідинними та твердопаливними ракетами. За його участю здійснено модернізацію та комерційне використання космічних ракетних комплексів серій «Зеніт» і «Дніпро», низки космічних апаратів і супутникових систем, організовано міжнародну кооперацію в рамках проектів «Наземний старт», «Морський старт», «Циклон-4», «Антарес», «Вега» та ін.

Засл. машинобудівник України (2004). Держ. пр. України (2009), Пр. ім. М.К. Янгеля (2013). Орден «За заслуги» III і II ст. (2002, 2011), Держави (2020). Акад. Міжнародної академії астронавтики (2005). [26, 48-50].

ДРАНОВСЬКИЙ Володимир Йосипович – учений в галузі ракетно- космічної науки і техніки, чл.-кор. НАН України (2003). Н. 10.01.1934 в Дніпропетровську. Закінчив Дніпропетр. ун-т (1957). З 1961 – ст. інженер, з 1986 – начальник лабораторії, 1987 – 2005 – начальник і головний конструктор КБ космічних апаратів і систем КБ «Південне».



Розробив основні теоретичні положення та прикладні методи дослідження, які лягли в основу створення ряду систем, в т. ч. серій «Космос», «Інтеркосмос», «Океан», «АВОС», «Січ».

Засл. діяч науки і техніки України (1995). Засл. машинобудівник України (1994). Держ. пр. України (1999). Орден князя Ярослава Мудрого V ст. (2004). Держ. пр. СРСР (1970) [51, 52].



ЗАВАЛШИН Анатолій Павлович

— фахівець в галузі ракетно-космічної техніки, генерал-майор (1986). Н. 24.08.1933 у м. Лохвиця Полтав. обл. Закінчив Харків. вище авіаційно-інженерне військове училище (1957). В 1957 – 1988 – служба на космодромі Байконур (Казахстан), де пройшов шлях від інженера-випробувача ракетно-космічної техніки до заст. начальника космодрома з науково-дослідних і випробувальних робіт; з 1991 – президент Федерації космонавтики України, один з ініціаторів створення Нац. космічного агентства України, з 1992 – його консультант, начальник відділу, керування, з 1997 – радник при дирекції Ін-ту космічних досліджень. П. 2.05.2011.

Безпосередній учасник випробувань ракетно-космічної техніки (70 пусків міжконтинентальних ракет, запусків 1-го супутника Землі, польотів у космос Ю. О. Гагаріна та Г. С. Титова, запусків понад 300 космічних апаратів). «Вивчив» ракету-носіє «Протон», був «стріляючим» у її 51-му пуску. Один з авторів Держ. космічної програми України (1993 – 1997) та ін.

Держ. пр. СРСР (1981) [53-55].



ЗАГОРОВСЬКИЙ Юрій Іванович

— фахівець зі створення систем керування ракетно-космічної техніки, доктор техн. наук (1975). Н. 05.06.1929 у Мінську. Закінчив Київ. політехн. ін-т (1952). Працював на Харків. приладобудівному заводі (з 1976 – ген. директор підприємства, з 1995 – заст. ген. директора із зовнішньоекономічних зв'язків). П. 6.04.2009.

Брав участь в організації робіт з освоєння серійного виробництва бортових систем керування для ракет С.П. Корольова: Р-1, Р-2, Р-5, Р-7; М.К. Янгеля: Р-12, Р-16, В.М. Челомея: УР-100, УР-100Н, УР-100НУ; апаратури керуючих інформаційно-обчислювальних комплексів для станцій «Салют» і «Мир». Вперше в приладобудівній галузі впровадив на підприємстві технологію мікроелектронного виробництва, очолював організацію робіт з виготовлення нового покоління автоматизованих систем керування РВСП, апаратури підготовки та пуску РН «Енергія», а також апаратури для супутників спостереження та зв'язку.

Держ. пр. СРСР (1979) [56-61].

ЗАМІРЕЦЬ Микола Васильович — керівник робіт з технології приладобудування та автома-

тизації виробництва систем керування ракетно-космічної техніки, доктор техн. наук (1990), проф. (1994). Н.03.12.1943 в с. Довжик Харків. обл. Закінчив Харків. авіаційний ін-т (1967). З 1967 працював в Науково-дослідному технологічному інституті приладобудування: (з 1995 – директор інституту, з 2007 – ген. директор – головний конструктор).

Зробив внесок у теорію автоматизації технологічних процесів і виробництв, створив технології та заклав основи автоматизації складально-монтажних процесів радіоелектронних систем керування ракетно-космічної корпорації. Брав участь у розробці програмно-автоматизованих ліній і програмно-автоматизованого обладнання для виробництва систем керування ракетних комплексів: Р-36М, Р-36М УТТХ, Р-36М2, УР-100НУ, 3М65, 3М37, керував роботами зі створення сонячних батарей для КА «Січ-1М», «Мікросупутник», «EgyptSat», «Січ-2», «Мікросат».

Засл. діяч науки і техніки України (1995), Держ. пр. України (2014) [62].

ЗЕЛЕНСЬКИЙ Віктор Федотович

— фізик, акад. НАН України (1988). Н. 18.02.1929 у с. Сурочий Саратов. обл. (Росія). Закінчив Харків. ун-т (1951) і відтоді працював у Харків. фізико-технічному ін-ті (з 1970 – зав. відділу, в 1981–1996 – директор, з 1997 – радник при дирекції). П. 12.03.2017.

Наук. праці в галузі фізики твердого тіла, радіаційного матеріалознавства. Розвинув уявлення про механізм фазових переходів в урані, брав участь у розробці високоефективного ядерного палива для АЕС. Започаткував новий науково-технічний напрям — кількісна експресна імітація та дослідження на прискорювачах заряджених частинок радіаційних пошкоджень матеріалів ядерних, термоядерних реакторів і космічної техніки. Обгрунтував явище спонтанної рекомбінації радіаційних різномірних дефектів у крихких твердих розчинах, створивши новий клас радіаційних сталей і сплавів, визначив подвійну систему пор, розвинув механізм високотемпературної крихкості матеріалів. Розробив та впровадив у промисловість надстійкі до температурних і радіаційних впливів магнієво-берилієві псевдосплави.

Засл. діяч науки УРСР (1978). Держ. пр. України (2007). Держ. пр. СРСР (1983). Орден «За заслуги» ІІІ ст. (1999) [26, 63].

ЗЛАТКІН Юрій Михайлович

— конструктор. Н. 26.10.1938 у Харкові. Після закінчення Харків. авіаційний ін-ту (1961), працював в ОКБ-692, пройшовши шлях від інженера до ген. директора, з 2001 – ген. конструктор систем керу-



вання ракетно-космічної техніки України НВП «Хартрон-Аркос».

Створив промислову технологію проектування програмно-математичного забезпечення бортових комп'ютерів і електронних обчислювальних машин стартового комплексу, розробив програмне забезпечення для одного з перших у радянській ракетній техніці бортового комп'ютера, під його керівництвом створено системи керування РН: «Дніпро», «Стріла», «Рокот»; КА Egyptsat-1, «Січ-2»; проведено модернізацію систем керування КА «Око» і РН «Космос-3М»; виконано роботи зі створення вітчизняних командних приладів і систем для перспективних систем керування ракетно-космічної техніки.

Засл. працівник промисловості України (1995).
Держ. пр. України (2010). [64, 65].



ІВАНОВ Віктор Євгенович – фізик, акад. АН УРСР (1967). Н. 22.11.1908 у с. Стара Майна (тепер Ульянов. обл., Росія). Закінчив Ашхабад. пед. (1942) і Одес. гідрометеорологічний (1945) ін-ти. З 1947 працював у Харків. фізико-технічному ін-ті (з 1965 – директор). П. 24.12.1980.

Наук. дослідження в галузі вакуумної металургії та вакуумної обробки надчистих металів, реакторного берилію та ядерного палива на основі металічного урану, низько складних композиційних матеріалів з підвищеними механічними і особливими фізичними властивостями, жаростійкі покриття температурою до 2800°C. Створив перший в світі реактор-перетворювач «Ромашка».

Засл. діяч науки УРСР (1978). Держ. пр. СРСР (1972) [26, 66].



ІВАНОВ Іван Іванович – учений-конструктор в галузі ракетного двигунобудування, чл.-кор. НАН України (1978). Н. 21.11.1918 в с. Раменьє Тверської обл. (Росія). Закінчив Казан. авіаційний ін-т (1946). У 1940 – 1946 працював на Казан. авіаотрону з-ді, 1946 – 1948 – начальник конструкторської групи, 1948 – 1951 – провідний конструктор ОКБ-456 (м. Химки, Моск. обл.); в 1951 – 1991 у КБ «Південне» (з 1951 – заст. начальника відділу, з 1953 – заст. головного конструктора, з 1958 – головний конструктор КБ і заст. головного конструктора КБ «Південне», з 1967 – начальник і головний конструктор КБ-4, з 1979 – головний конструктор по двигунах (ЖРД і РДТТ) і заст. ген. конструктора КБ «Південне». З 1991 – головний наук. співробітник Ін-ту технічної механіки НАН України, також в 1953 – 1972 викладав у Дніпропетр. ун-ті (з 1962 – проф.). П. 18.04.1999.

Основні роботи пов'язані з розробкою і створенням ЖРД, плазмових і іонних двигунів і енергоустановок, в тому числі космічних ядер-

них. Зробив внесок у створення нової виробничої і експериментальної бази для виготовлення та випробувань РРД і їх агрегатів, забезпечення високої надійності двигунів та їх технологічності, дослідження стійкості процесу горіння палива в камерах згорання і газогенераторах розробку конструкторських і технологічних заходів для усунення високочастотних коливань в них. Зробив внесок у створення двигунів для ракет Р-1, Р-2, Р-5. Під його керівництвом у КБ-4 розроблено ЖРД і ЕУ різного призначення, що вирізняються високими технічними характеристиками і надійністю, в тому числі двигуни для забезпечення спуску пілотованого космічного корабля на Місяць, пошуку місця посадки і її здійснення, для зльоту з Місяця.

Герой Соц. Праці (1961). Ленін. пр.(1964). Держ. пр. СРСР (1977). Пр. ім. М. К. Янгеля (1985) [67-69].

ІГДАЛОВ Йосип Менделєєвіч

– учений-конструктор, доктор. техн. наук (1966), проф (1968). Н. 20.12.1925 в м. Невель Калінін. обл. Закінчив Моск. авіаційний ін-т (1948). У 1947 – 1953 працював в НДІ-20 в Москві 1953 – 1962 – начальник відділу – заст. головного конструктора НДІ-592 в Свердловську; з 1962 – начальник відділу, з 1983 – відділення, з 1992 – заст. начальника комплексу КБ «Південне», також з 1968 – проф. Дніпропетр. ун-ту. П.12.08.2014.

Один з творців перших систем керування бойових балістичних ракет, що стартують з підводних човнів, в т.ч. з підводного положення (1953 – 1962). Автор методу керування балістичною ракетою шляхом відхилення головного відсіку. Керівник проектів геодезичної залізничної лабораторії і машини геодезичного забезпечення для ракетних військ, робіт з динаміки старту з плавучої платформи РН за програмою «Морський старт». Розробив методологію оцінки, ідентифікації та експериментального підтвердження керованості, стійкості і точності попадання балістичних ракет.

Ленін. пр. (1961) і Держ. пр. СРСР (1990) [70, 71].

КАДЕНЮК Леонід Костянтинович

– космонавт-дослідник, генерал-майор (1998), Герой України (1999). Н. 28.01.1951 у с. Клішківці Чернівець. обл. Закінчив Чернігів. вище військово-авіаційне училище (1971), в якому проходив службу. З 1976 – в загоні космонавтів, де дістав інженерну та льотну підготовку за програмою «Буран» та як командир корабля «Союз» і «Союз ТМ». В листопаді – грудні 1997 здійснив політ в складі екіпажу на американському космічному кораблі «Шатл». З 2001 – заст. ген. інспектора Ген. військової інспекції при Президенті України. П. 31.01.2018.



Брав участь у спільному українсько-американському експерименті на борту шаттла Колумбія, проводилося спостереження за ростом рослин на орбіті, поливання рослин, запилення квіток, фотографування та фіксація матеріалу. Отримано нові знання з реакцій рослин на організмове, клітинне та молекулярному рівнях на дію мікрогравітації та висунуто оригінальні концепції щодо зростання і розвитку рослин в умовах мікрогравітації та механізмів їхньої адаптації до цих умов.

«Золота Зірка» (1999), Ордени «За мужність» І ст. (1998) [72 -75].



КАЛМИКОВ Анатолій Іванович

– учений-радіофізик, доктор фіз.-мат. наук (1985), проф. (1992). Н. 14.07.1936 у Новосибірську (Росія). Закінчив Харків. політех. ін-т (1959). З 1961 працював в Інституті радіофізики і електроніки НАН України, 1989–1995 – зав.

відділу дистанційного зондування Землі, з 1994 – директор Центру радіофізичного зондування Землі (з 1997 – ім. А. І. Калмикова) НАН і НКА України. П. 6.05.1996.

Під його керівництвом розроблено і впроваджено космічні та авіа-радіолокаційні системи дистанційного зондування, зокрема, перший радянський радіолокатор бокового огляду штучних супутників Землі типу «Космос-1500».

Держ. пр. УРСР (1987). Засл. діяч науки і техніки України (1995) [76].



КАЧУРА Олександр Степанович

– промисловець, Герой України (2002). Н. 1.01.1935 у м. Семенівка Чернігів. обл. Закінчив. Моск. електротехнічний ін-т зв'язку (1957). В 1957 – 1963 – інженер, ст. інженер, начальник лабораторії радіотехнічного заводу в м. Серпухов (Моск. обл.); 1963 – 1974 – начальник відділу, заст. головного конструктора, 1974 – 1978 – заст. директора, 1978 – 1984 – заст. ген. директора Київ. радіозаводу; 1984 – 1988 – головний інженер, 1988 – 1996 – ген. директор ВО ім. Артема, з 1996 – президент – голова правління Державної холдінгової компанії «Артем».

Брав участь в освоєнні виробництва систем керування ракети Р-36 та її модифікацій Р-36М, Р-36М УТГХ; в постановці МБР на бойове чергування; у створенні та відпрацюванні апаратури стикування космічних апаратів та інших радіотехнічної виробів. Організатор виробництва авіаційних керованих ракет середньої дальності класу «повітря–повітря», «земля–повітря» та комплексів автоматичного контролю та підготовки до використання ракетного авіаційного озброєння.

Канд. техн. наук (1996). Держ. пр. УРСР (1984). Засл. машинобудівник України (1992). Почесна відзнака Президента України (1995). Орден Держави (2002) [77-78].

КАШАНОВ Ерік Михайлович

– інженер-конструктор, доктор техн. наук (1971). Н. 18.01.1928 у Феодосії. Закінчив МВТУ ім. М. Е. Баумана (1952). У 1952 – 1954 – інженер, ст. інженер заводу № 586 в Дніпропетровську, 1954 – 1971 – начальник проектного відділу, заст. головного конструктора проектного КБ в КБ «Південне», також в 1967 – 1971 – також викладач Дніпропетр. ун-ту. П. 27.07.1971.

Брав участь в проектуванні, розробці та відпрацюванні, науково-методичному керівництві створенням бойових ракетних комплексів на рідкому паливі (8К63, 8К65, 8К64, 8К67, 8К69, 15А14) і космічних РН «Космос» і «Космос-2».

Ленін. пр. (1964) [79, 80].

КІЛЬЧЕВСЬКИЙ Микола

Олександрович – учений-механік, акад. АН УРСР (1969).

Н. 15.06.1909 у Кам'янці-Подільському. Закінчив Київ. фізико-хіміко-математичний ін-т (1933). В 1944–1961 – зав. кафедри Київ. політех. ін-ту, з 1959 – зав. відділу Ін-ту механіки АН УРСР. П. 14.06.1979.

Наук. праці в галузі загальної механіки, теорії оболонок, пружності, уда-ру. Розробив загальний метод зведення тривимірних задач теорії пружності до двовимірних, метод розв'язання задач теорії оболонок шляхом застосування інтегральних рівнянь. Працював над розробкою проблем міцності і стійкості матеріалів і конструкцій, конструктивної міцності пластмас, упровадженням у ракетобудування таких матеріалів, як титан, армовані пластичні маси, а також над динамікою ракет далекої дії, що пов'язано з коливаннями та гасінням вібрації конструкцій на різних ділянках траєкторії, недопущенням їх руйнування та забезпеченням більшої надійності ракетної зброї.

Засл. діяч науки УРСР (1977). Держ. пр. УРСР (1979). Держ. пр. України (1992, посмертно). Пр. ім. О.М. Динника (1977) [26, 81-83].

КЛИМОВ Олександр Вікторович

– учений-конструктор, доктор техн. наук (1992), проф. (1994). Н. 24.10.1929 в с. Артї Свердлов. обл. (Росія). Закінчив Казан. авіаційний ін-т (1954). В 1954 – 1979 – інженер, начальник групи, сектору, відділу, 1979 – 1994 – головний конструктор по ЖРД, з 1994 – головний наук. співробітник конструкторського бюро ЖРД КБ «Південне». П. 10.09.2009.

Зробив внесок у створення двигунів ряду РН, в т.ч. РН «Зеніт», «Циклон», заклав основи виробничої та випробувальної бази для виготовлення та випробувань РРД і їх агрегатів, в дослідження стійкості процесів горіння палива в камерах згоряння і генераторах. Розробив ряд РРД і енергоу-



становок різного призначення, які вирізняються високими технічними характеристиками. За його безпосередньої участі розроблено і застосовано в ракетних двигунах низка оригінальних рішень.

Засл. діяч науки і техніки України (1995). Ленін. пр. (1982). Орден Ярослава Мудрого V ст. (1999) [84–85].



КОВАЛЕНКО Анатолій Дмитрович – учений-механік, акад. АН УРСР (1961). Н. 16.01.1905 у Києві. Закінчив Київ. політех. ін-т (1929). З 1936 працював в Ін-ті механіки АН УРСР (у 1959–1965 – директор), з 1949 – також у Київ. ун-ті. П. 19.09.1973.

Наук. праці присвячено термопружності й термопластичності. Розвинув теорію спеціальних функцій, зокрема запровадив і дослідив гіпергеометричні функції другого роду. Під керівництвом та за участю А.Д. Коваленка і Г.М. Савіна та ін. Інститут механіки АН УРСР почав виконувати роботи з дослідження концентрації напружень та розподілу температурних напружень в елементах конструкцій ракетних двигунів.

Засл. діяч науки і техніки УРСР (1964). Держ. пр. УРСР (1971) [26, 86].



КОЛЕСНИК Костянтин Іванович – організатор виробництва ракетно-космічної апаратури. Н. 31.01.1944 в Чернігові. Закінчив Київ. політех. ін-т (1975). У 1970 – 2012 працював на Чернігів. радіоприладному заводі, пройшовши шлях від майстра цеху до Голови правління, з 1994 – президент ВАТ «Чернігівський завод радіоприладів» (нині ПАТ «Чезара»). П. 12.11.2013.

Під його керівництвом освоєно серійне виробництво космічної апаратури для телеметрії, навігації, зовнішньотраєкторних вимірювань; унікальні високоточні датчики і перетворювачі; контрольно-випробувальні станції. У 1990 – 1999 провів успішну структурну перебудову та акціонування підприємства.

Ордени «За заслуги» ІІІ ст. (2001), ІІ (2004) та І (2007) [87].



КОМАНОВ Володимир Геннадійович – конструктор ракетно-космічної техніки, Герой України (2002). Н. 19.06.1938 у м. Волноваха Донец. обл. Закінчив Дніпропетр. ун-т (1960). З 1960 працював в КБ «Південне» у Дніпропетровську (1960 – 1986 – провідний кон-

структор ракетно-космічних комплексів «Зеніт» та «Циклон», 1986 – 1996 – головний конструктор, з 1996 – заст. ген. конструктора, директор програми «Морський старт», постійний представник КБ у групі керування проектом програми Міжнародної компанії «Sea Launch»). П. 12.12.2019.

Діяльність спрямовано на розробку методології експериментального відпрацювання ракет-носіїв. Брав участь у розробці нових методів телеметричних вимірювань при запусках ракет шахтного базування. Здійснював технічне керівництво розробкою, експериментальними відпрацюваннями, льотними випробуваннями і здачею в експлуатацію космічних ракетних комплексів: «Циклон-2», «Циклон-3», «Зеніт-2», «Енергія – Буран». Забезпечив розробку та реалізацію заходів щодо адаптації наземного ракетного комплексу «Зеніт» до морських умов за проектом «Морський старт». Був представником КБ «Південне» в міжнародній компанії «Сі Лонч», керував роботами з ув'язки РН «Зеніт» з розгінним блоком і космічними апаратами замовників.

Засл. машинобудівник України (1994). Почесна відзнака Президента України (1995). Держ. пр. України (1995). Ленін. пр. (1980). Орден Держави (2002) [88–90].

КОМІСАРЕНКО Сергій Васильович – учений-біохімік, дипломат, акад. НАН України (1993).

Н. 9.07.1943 в Уфі. Закінчив Київ. мед. ін-т (1966) і працює в Ін-ті біохімії НАН України (з 1982 – зав. відділу, у 1989–1992 та з 1998 – директор); 1990–1992 – заст. Голови Ради Міністрів України, 1992–1998 – Надзвичайний і Повноважний Посол України у Великій Британії, також з 2004 – академік-секретар Відділення НАН України.

Наук. праці в галузі імунохімії, молекулярної імунології і космічної медицини. Здійснив дослідження імунітету учасників ліквідації аварії на Чорнобильській АЕС, відкрив (1986–1987) пригнічення природного імунітету у людей, спричиненого малими дозами радіації, розробив методи діагностики і відновлення імунітету людини. Спільно з ін. виявив нікотинові ацетилхолінові рецептори на лімфоцитах імунної системи та з'ясував їх біологічну роль для космічної медицини. Створив наукову школу.

Держ. пр. УРСР (1979). Засл. діяч науки і техніки України (2008). Ордени князя Ярослава Мудрого ІV та V ст. (2006, 2005), «За заслуги» ІІ ст. (1998), Почесна відзнака Президента України (1996). Пр. ім. О.В. Палладіна (2003) і І.І. Мечникова (2012) [26, 91].

КОРДЮМ Єлизавета Львівна

– учений-ботанік, чл.-кор. НАН України (2000). Н. 3.11.1932 у Києві. Закінчила Київ. ун-т (1955). З 1959 працювала в Ін-ті ботаніки НАН України (з 1976 – зав. відділу, 1999–2003 – заст. директора).

Наук. праці в галузі клітинної біології та ембріології рослин, космічної біології. Автор першої класифікації макроспорангіїв покритонасінних рослин. Відкрила гравічутливість рослинних клітин, не спеціалізованих до



сприйняття гравітаційного стимулу, розробила концепцію щодо механізмів клітинних реакцій та адаптації рослин до зміни гравітації. Встановила, що неможливість здійснення гравітропічної реакції в умовах космічного польоту через відсутність вектора гравітації компенсується фототропізмом, односторонньо спрямоване світло забезпечує в цих умовах нормальне просторове розташування рослин. Показала здатність покритонасінних рослин до вегетативного розмноження в умовах мікрогравітації на прикладі бульб картоплі, рекомендованої для вирощування в космічних літальних апаратах.

Засл. діяч науки УРСР (1984). Держ. пр. України (1997). Орден княгині Ольги II та III ст. (2007, 1998). Пр. ім. М.Г. Холодного(1979) [92].



КОРНИЦЬКИЙ Ігор Петрович – інженер-конструктор. Н. 3.03.1945 в Києві. Закінчив Київ. політехн. ін-т (1954) і працював на Київ. заводі “Арсенал”, де пройшов шлях від майстра до першого заст. ген. директора.

За його безпосередньою участю відбувалося становлення важливих напрямків науки і техніки, що стимулювало розвиток науково-технічного співробітництва заводу, зокрема з кафедрами КПІ, формувались напрямки підпорядкованих реалізацій комплексного підходу до вирішення питань розробки, освоєння і серійного виробництва прицільних систем стратегічних і ракетно-космічних комплексів, тренажерних засобів для підготовки космонавтів, фотографічних і оптико-електронних телескопічних систем, комплексів космічної розвідки, спостереження і попередження про ракетний напад, гірокомпасів, лазерних гірометрів, механізмів стиковки космічних об'єктів, апаратури астрокорекції ракет і космічних апаратів, зокрема оптико-електронного обладнання комплексу “Буран”. Брав безпосередню участь у проектуванні, виготовленні та запусках усіх новітніх космічних систем.

Ленін. пр. (1982), Держ. пр. СРСР (1977) [93].



КОРОСТЕЛЬОВ Олег Петрович – конструктор зі створення та модернізації зенітних ракетних систем і комплексів протиповітряної оборони, доктор техн. наук (2008), Герой України (2020). Н. 9.11.1949 в Кіровограді (нині – Кропивницький). Закінчив Київ. ін-т інженерів цивільної авіації (1972), з 1972 – старший інженер у ПТО «Октава», з 2003 – ген. директор КБ «Луч».

Створив засоби автоматизованого контролю авіаційної спецтехніки, які відповідають світовому рівню, зокрема комплекс «Гурт» успішно експлуатують у понад 30-ти країнах. За його безпосередньої участі КБ «Луч» вперше виконувє науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи з розробки комплексів «Комбат», «Стугна», «Грань», «Копер», «Нептун».

Засл. машинобудівник України (2004). Держ. пр. України (1999). Орден Держави (2020) [94].

КУКУШКІН Володимир Іванович – інженер-конструктор, доктор техн. наук (1984). Н. 23.07.1931 в Ярославлі (Росія). Закінчив Моск. авіаційний ін-т (1955). Проф. Дніпропетр. ун-ту (1984). У 1955 – 1993 працював в КБ «Південне»: (1955 – 1966 – начальник сектору, 1966 – 1993 – головний конструктор і начальник спеціалізованого КБ із розроблення твердопаливних двигунів для бойових ракет, від 1993 – головний конструктор з вітросенергетичних установок, з 2012 – провідний спеціаліст з розроблення повітряно-космічних літаків). З 1957 викладав у Дніпропетр. ун-ті (з 1989 – проф.).



Брав участь в експериментальному відпрацюванні ракетно-космічних комплексів розробки КБ «Південне». Здійснював науково-технічне і організаційне керівництво проектуванням, конструкторською розробкою і відпрацюванням маршових і спеціальних ракетних двигунів на твердому паливі для ракетних комплексів стратегічного призначення наземного і морського базування. Ініціатор робіт за програмами конверсії.

Ленін. пр. (1976). Пр. ім. М. К. Янгеля (1986) [95].

КУЛКОВ Володимир Никандрович – інженер. Н. 29.04.1911 в м.Червоному Суліні Донської обл. Закінчив Ростов. ін-т сільськогосподарського машинобудування (1935). В 1935 – 1941 працював на заводі «Ростсільмаш», 1941 – 1943 – заст. директора зі спецвиробництва заводу № 708 у Ташкенті, 1943 – 1946 – директор Харків. заводу «Серп і молот», 1946 – 1951 – головний інженер Харків. заводу «Світло шахтаря», 1951 – 1952 – директор Ін-ту «Оргвуглемаш» у Москві, 1952 – 1964 – заводу № 897 (нині «Об'єднання «Комунар»). П. 15.10.1990.



Керував освоєнням виробництва та випуском апаратури систем керування ракет С.П. Корольова Р-2, Р-5, Р-11, Р-7, Р-7А, ракет М.К. Янгеля Р-12, Р-14, випробувально-пускового наземного електроустаткування для забезпечення запусків цих ракет.

Герой Соц. Праці (1961) [96].

КУЛЬЧЕВ Віктор Михайлович – організатор технології виробництва ракетно-космічної техніки. Н. 8.10.1921 в м. Ош (Киргизія). Закінчив МВТУ ім.М.Е.Баумана (1954). З 1952 працював на заводі №586 в Дніпропетровську (нині Південмаш), пройшовши шлях (1963 – 1985) від інженера до головного технолога. П. 7.07.1997.



Зробив внесок у розвиток технології виробництва ракетно-космічної техніки. Керував розробкою, освоєнням і впровадженням технологічних процесів серійного виробництва ракет головних конструкторів М.К. Янгеля і В.Ф. Уткіна. Під його керівництвом впроваджено технологію виготовлення панельних корпусів ємностей ракет, електронно-променевого зварювання, плазмового нанесення захисних покриттів сопел ракетних двигунів, процеси виготовлення тунельних труб методом вибухового штампування, виготовлення вафельних обичайок корпусів.

Герой Соц. Праці (1978). Ленін. пр.(1976) [97, 98].



КУНЦЕВИЧ Всеволод Михайлович – учений в галузі кібернетики, акад. (1992). Н. 15.03.1929 в Києві. Закінчив Київ. політехн. Ін-т (1952). У 1958 – 1963 працював в Ін-ті електротехніки АН УРСР, 1963 – 1996 – Ін-ті кібернетики НАН України (з 1966 – зав. відділу, з 1995 – заст. директора), 1996 – 2007 – директор, з 2007 – почесний директор Ін-ту космічних досліджень НАН України та Держ. космічного агентства України.

Наук. праці присвячено дослідженню стійкості нелінійних систем керування, теорії інваріантності. Розвинув підхід до побудови адаптивних систем керування, що базується на методах розв'язання задач параметричної ідентифікації, які дають гарантовані оцінки, а також на нових алгоритмах розв'язання задач оптимального керування в умовах невизначеності.

Держ. пр. УРСР (1978, 1991). Держ. пр. України (2000). Засл. діяч науки і техніки України (1999). Орден князя Ярослава Мудрого V ст. (2009), «За заслуги» III ст. (2004). Пр. ім. С.О. Лебедева (1989), В.М. Глушкова (1995), М.М. Боголюбова (1998), В.С. Михалевича (2004) [26, 99].



КУЧМА Леонід Данилович – учений-конструктор, політичний і державний діяч, проф. (1992). Н. 9.08.1938 у с. Чайкіне Чернігів. обл. Закінчив Дніпропетр. ун-т (1960). В 1960 – 1982 працював у конструкторському бюро “Південне”; 1982 – 1986 – 1-й заст. ген. конструктора, 1986 – 1992 – ген. директор Південного машинобудівного заводу; жовтень 1992 – вересень 1993 – Прем'єр-міністр України, грудень 1993 – липень 1994 – Президент Укр. союзу промисловців і підприємців, 1994 – 2014 – Президент України.

Був головним інженером шахти випробувань бойових і космічних ракетних комплексів на космодромах Плесецьк і Байконур, зокрема Р-36М і РТ-23, РН «Циклон» і «Зеніт», керівником розробки твердопаливної ракети РТ-23 УТ-ТХ. На заводі Південмаш організував серійний випуск ракет «Сатана» і «Скальпель», виготов-

лення РН «Циклон» і «Зеніт», космічних апаратів різного призначення. Відіграв значну роль в збереженні і розвитку ракетно-космічного комплексу незалежної України. Брав безпосередню участь в організації польоту першого космонавта України Л.К. Каденюка, укладанні міжнародних угод за космічними проектами «Дніпро», «Морський старт», «Циклон-4».

Ленін. пр. (1981). Держ. пр. України (1993, 2003). Народний депутат України 1 і 2 скликань. Академік Міжнародної академії астронавтики (2010) [100, 101].

КУШНАРЬОВ Олександр Павлович – інженер-конструктор. Н. 1.08.1964 у с. Дмитрівка Дніпропетр. обл. Закінчив Дніпропетр. ун-т (1987). З 1989 працює у КБ «Південне», пройшов шлях від інженера до начальника комплексу 1, з 2012 – перший заступник ген. конструктора, ген. директора, з 2021 – Ген. директор.



Розробив систему виведення на задану орбіту космічних апаратів «Глобалстар», модернізував ракету-носієй «Зеніт-2». Забезпечував виконання робіт з підвищення енергетичних характеристик ракети-носія «Зеніт-3SL», для доставки великих супутників до геосинхронних перехідних орбіт. Розробив технічну документацію з аналітичної інтеграції корисних вантажів для всіх місій програми «Морський старт». Приймав участь та розробляв конструкторську документацію з адаптації ракети-носія «Зеніт-3SL» для проекту «Наземний старт». Здійснював загальне технічне керівництво проектних робіт: «Морський старт», «Наземний старт», «Циклон-4», «Дніпро», «Маяк» та «Антарес».

Держ. пр. України (2019). Акад. Міжнародної академії астронавтики (2015). Почесний працівник космічної галузі України (2011) [102].

МАКАРОВ Олександр Максимович – організатор виробництва ракетно-космічної техніки. Н. 12.09.1906 в м. Цимлянське (Росія). Закінчив Ростов. ін-т інженерів шляхів сполучення (1933). У 1933 – 1935 – заст. директора Ростов. НДІ, 1935 – 1938 – директор Ростов. авторемонтної станції, 1938 – 1939 – Могилев. авторемонтного заводу, 1939 – 1940 – Горьків. заводу «Червона Етна». Відбував термін у ГУЛАГу (1940 – 1942). Реабілітований в 1956. У 1942 – 1943 – директор Петропавлів. заводу малолітражних двигунів, 1943 – 1948 – мотоциклетного заводу в м. Ірбіт, 1948 – 1954 – заводу допоміжного обладнання в Дніпропетровську; з 1950 – на Південному машинобудівному заводі (1961– 1986 – директор). П. 9.10.1999.

Зробив значний внесок у створення і розвиток виробництва ракетно-космічної техніки. Під його керівництвом налагоджено виробництво ракет



і ракетних комплексів ОКБ-586 і перших ракет ОКБ-1, а підприємство стало основним виробником і постачальником міжконтинентальних балістичних ракет для Ракетних військ стратегічного призначення СРСР, а також ракет-носіїв для запуску космічних апаратів, в тому числі першого штучного супутника Землі і першого пілотованого космічного корабля «Восток» з космонавтом Ю.О. Гагарінін.

Двічі Герой Соц. Праці (1961, 1976). Держ. пр. СРСР (1981). Ленін. пр. (1966). Пр. ім. М.К.Янгеля (1980). Його ім'я 1999 присвоєно Південному машинобудівному заводу [103-105].



МОРЦАКОВ Євгеній Олександрович – організатор виробництва систем керування ракетно-космічної техніки, доктор техн. наук (1989), проф. (1991). Н. 18.05.1931 в Баку. Закінчив Азербайдж. політехн.ін -т (1954). У 1954 – 1959 працював на заводі «Комунар» в Харкові, в НВО «Електроприлад» (1959 – 1975 – головний інженер дослідного заводу, 1975 – 1995 – директор НДТІ приладобудування). П.24.09.2006

Брав участь у розробці, відпрацюванні та виготовленні перших комплектів систем керування ракет Р-12, Р-16, «Космос-2», Р-36М, УР- 100Н, Р-36М УТТХ, УР-100НУ; КА «Січ-1М»; у створенні та впровадженні нових технологій, систем контролю апаратури та елементної бази. Ініціював створення в приладобудівному виробництві цехів багатощарових друкованих плат, мікроелектроніки, розробці та впровадженні автоматичних ліній складання і монтажу приладів систем керування.

Держ. пр. СРСР (1970). Засл. працівник промисловості України (1991) [106].



НЕГОДА Олександр Олексійович – інженер-конструктор і організатор ракетно-космічної галузі, доктор техн. наук (2001). Н. 28.02.1949 в м. Біла Церква Київ. обл. Закінчив Дніпропетр. ун-т (1972). У 1972 – 1995 працював в КБ «Південне» (1985 – 1987 – заст. головного конструктора – начальник комплексу, 1987 – 1992 – заст. ген. конструктора – ген. директора, 1992 – 1995 – заст. ген. конструктора); з 1995 – 2005 – ген. директор Національного космічного агентства України. П. 20.08.2016.

Інженерно-технічна та організаційна діяльність присвячені створенню та відпрацюванню ракетних комплексів Р-36, Р-36М, Р-36-УТТХ, Р-36М2 («Скальпель»), РН «Циклон» і «Зеніт». Ініціатор об'єднання під керівництвом Національного космічного агентства України підприємств, інститутів, військових частин у ракетно-космічну галузь України. Створював законодавчу базу для ефективного керування космічною діяльністю України. Разом з НАН України створив Міжнародний центр космічного права (1998) і Раду з

космічних досліджень (2001). Під його керівництвом розроблені друга і третя Національні космічні програми, в рамках яких здійснено низку науково-технічних проектів, в тому числі запуск в 1995 космічного апарата «Січ-1», політ в космос першого космонавта незалежної України Л. Каденюка на американському космічному кораблі «Колумбія» (1997), здійснювалася реалізація міжнародних програм «Морський старт», «Дніпро», «Циклон-4».

Засл. машинобудівник України (1994). Держ. пр. України (1996). Пр. ім. М.К. Янгеля (1996). Акад. Міжнародної академії астронавтики. Орден «За заслуги» III (1999), II (2004), I ст. (2006) [107].

НІКІТІН Павло Іванович – інженер-конструктор, проф. (1962). Н. 25.12.1915 в с. Рублів Тульської обл. Закінчив Тульський механічний ін-т (1946). В 1941 – 1945 працював на заводі № 66 в м. Златоусті, 1946 – 1951 – на підприємстві п/с 989 в Калінінграді, 1951 – 1991 – в КБ «Південне» (з 1962 – начальник комплексу динаміки і міцності, з 1991 – радник ген. конструктора), також в 1960 – 1990 викладав у Дніпропетр. ун-ті (з 1962 – проф.). П. 15.07.1996.



Керував розробкою нових методів розрахунку міцності, а також методів міцності і динамічних випробувань елементів ракетно-космічної техніки. Під його керівництвом створено експериментальну базу для відпрацювання міцності, віброміцності виробів ракетно-космічної техніки, а також перевірки їхньої функціональної придатності. Керував відпрацюванням динаміки, міцності і віброміцності бойових і космічних ракет і супутників, розроблених в КБ «Південне».

Держ. пр. СРСР (1969). Медалі ім. С. П. Корольова (1976) і М. К.Янгеля (1977) [108].

НОВІКОВ Микола Васильович – учений-матеріалознавець, акад. НАН України (1985). Н. 10.04.1932 у Києві. Закінчив Київ. політехн. ін-т (1954). В 1961–1968 працював у апараті ЦК КПУ, 1968–1977 – зав. відділу і заст. директора Ін-ту проблем міцності АН України, 1977 – 2014 – директор, з 2014 – почесний директор Ін-ту надтвердих матеріалів НАН України. П. 7.04.2017.



Наук. праці присвячено кріогенному матеріалознавству, синтезу і випробуванню надтвердих матеріалів, створенню нових технологій і матеріалів. Спільно з ін. створив методи прогнозування опору руйнуванню алмазовмісних композиційних матеріалів та високоміцної кераміки в умовах їх експлуатації в інструментах і виробках.

Держ. пр. УРСР (1973). Держ. пр. України (1996). Засл. діяч науки і техніки України (1991). Ордени «За заслуги» I, II та III ст. (2011, 2007, 1998), князя Ярослава Мудрого V ст. (2002). Пр.

ім. Є.О.Патона (1983), І.М. Францевича (1996), Г.В. Карпенка (2017) [26, 109].



ОСАДЧИЙ Олександр Володимирович — організатор виробництва бортової і наземної радіоелектронної апаратури. Н. 05.06.1947 в с. Даурія Читин. обл. (Росія). Закінчив Київ. ін-т цивільної авіації (1970). З 1970 працював на заводі «Київприлад» (з 2010 – ген. директор).

Під його керівництвом проведено роботу з розробки та впровадження у виробництво бортової і наземної радіоелектронної апаратури для космічних систем і програм: «Іскра», «Екран», «Горизонт», «Океан-О», «Січ-1», «Січ- 2», «Циклон-4», «Наземний старт», «Антарес» та ін. Брав участь в розробках і освоєнні ряду командно-програмних траєкторних радіоліній для космічних апаратів різного призначення.

Засл. машинобудівник України (2002). Держ. пр. СРСР (2010) [110].



ПАРНЯКОВ Серафим Платонович — учений в галузі приладобудування, доктор техн. наук (1967). Н.14.01.1913 в с. Афурино Вологод. обл. (Росія). Закінчив Ленінград. ін-т точної механіки та оптики (1937). У 1937 – 1938 працював заст. начальника цеху Красногорського оптико-механічного заводу в Моск. обл., у 1938 – 1941 – заст. головного технолога Ізюм. оптико-механічного заводу в Харків. обл., з 1943 – заст. начальника цеху Загор. оптико-механічного заводу в Моск. обл., з 1946 – начальник Центральної заводської лабораторії Київ. заводу «Арсенал», з 1956 – головний конструктор ЦКБ заводу «Арсенал». П. 09.03.1987.

Керував розробкою систем прицілювання балістичних оперативно- тактичних і стратегічних бойових ракетних комплексів стаціонарного, мобільного й морського базування. Головний конструктор систем прицілювання морських крилатих ракет, ракет-носіїв і бортових оптико-електронних приладів орієнтації космічних апаратів.

Герой Соц. Праці (1969). Держ. пр. СРСР (1970) [111, 112].



ПАТОН Борис Євгенович — учений в галузі металургії, технології металів, електрозварювання та матеріалознавства, організатор науки і техніки, державний діяч, акад. НАН України (1958), її президент (з 1962), Герой України (1998). Н. 27.11.1918 у Києві. Закінчив Київ. політехн. ін-т (1941). З 1942 працював в Ін-ті електрозварювання НАН України (з 1944 – зав. відділу, з 1953 – директор); водночас у 1993–2016 – президент Міжнародної асоціації академії наук (МАН). П. 19.08.2020.

Наук. дослідження і розробки присвячено автоматизації зварювальних процесів та керуванню ними, новим процесам зварювання (електрошлакове, електронно-променеве, плазмове і лазерне, гібридне лазерно-дугове та лазерно-плазмове), розробці космічних технологій зварювання та пристроїв для їх реалізації, створенню магістральних нафто- та газотранспортних систем (технології виробництва труб, спорудження трубопроводів, надійність, залишковий ресурс, діагностика матеріалів і конструкцій), методам і технологіям спеціальної металургії, зварюванню живих тканин. Заклав основи нових науково-технічних напрямків – електрошлакового переплаву та спецелектрометалургії, космічної технології і космічного виробництва. Організував багаторівневу структуру відділів та інших підрозділів, пов'язаних з конкретними завданнями ракетобудування. Науково-технічні та організаційні проблеми вирішував оперативним, особисто керував розробкою та впровадженням новітніх технологічних процесів і конструюванням обладнання. Досліджено процеси вакуумного електронно-променевого наплення тугоплавких оксидів, карбідів і боридів, розроблено жаростійкі покриття, створено апаратуру і технологію наплення лопастей турбін і сопел двигунів, що значно підвищувало їхні експлуатаційні якості, започатковано розвиток космічних технологій. Учасник ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС. Розвинув наукову школу, засновану його батьком Є.О. Патonom (патонівська наукова школа).

Двічі Герой Соціалістичної Праці (1969, 1978). Ленінська пр. (1957). Засл. діяч науки і техніки УРСР (1968). Держ. пр. України (2004). Держ. пр. СРСР (1950). Ордени Держави (1998), Свободи (2012), князя Ярослава Мудрого І, ІV та V ст. (2008, 2003, 1997), «За заслуги» І ст. (2013). Почесна відзнака Президента України (1993). Золоті медалі ім. М.В. Ломоносова (1981), С.П. Корольова (2003), В.І. Вернадського (2004). Член багатьох академії наук [26, 113, 114].

ПИЛИПЕНКО Віктор Васильович — учений-механік, акад. НАН України (1982). Н.15.11.1935 у Запоріжжі. Закінчив Дніпропетр. ун-т (1959). У 1959 – 1966 працював у КБ «Південне», 1968–1980 – зав. відділу, керівник Дніпропетр. відділення Ін-ту механіки АН УРСР, 1980 – 2003 – директор, з 2003 – почесний директор Ін-ту технічної механіки НАН України, 1993 – 2004 – академік – секретар Відділення механіки НАН України. П. 25.05.2015.



Наук. праці в галузі динаміки рушійних установок і гідромеханічних систем. Спільно з ін. розробив теорію поздовжньої стійкості рідинних ракет носіїв і науково-методичне забезпечення прогнозування їх на активній ділянці польоту, створив нові малогабаритні демпфери поздовжніх коливань. Розробив теорію кавітаційних автоколивань у системах живлення рідинних ракетних двигунів.

Засл. діяч науки і техніки України (2001). Держ. пр. СРСР (1990). Орден князя Ярослава Мудрого IV та V ст. (1998, 1995). Пр. ім. М.К.Янгеля (1983) [26, 115].



ПИЛИПЕНКО Олег Вікторович – учений у галузі технічної механіки, чл.-кор. НАН України (2009). Н. 14.07.1961 у Дніпропетровську. Закінчив Дніпропетр. ун-т (1983). З 1985 працює в Ін-ті технічної механіки НАН України (з 1996 – зав. відділу, з 2003 – директор).

Наук. дослідження та розробки в галузі динаміки рідинних ракетних двигунів, складних гідромеханічних систем. Розробив теоретичні основи та конструкції різноманітних гідродинамічних, термодинамічних і термогідродинамічних демпферних пристроїв для забезпечення поздовжньої стійкості ракет-носіїв, віброзахисту автотракторної техніки.

Держ. пр. України (2005). Засл. діяч науки і техніки України (2011). Пр. ім. М.К. Янгеля (1998) [116].



ПИСАРЕНКО Георгій Степанович – учений-механік, акад. НАН України (1964), віце-президент (1970–1978). Н. 12.11.1910 на хуторі Скрильники (тепер Полтав. обл.). Закінчив Горьків. індустріальний ін-т (1936). У 1939–1951 працював в Ін-ті будівельної механіки АН УРСР, 1951–1966 – зав. відділу Ін-ту металокераміки і спеціальних сплавів АН УРСР, 1966–1988 – директор, з 1992 – почесний директор Ін-ту проблем міцності НАН України; одночасно 1962–1966 – головний учений секретар Президії АН УРСР, з 1952 – зав. кафедри Київ. політехн. ін-ту. П. 9.01.2001.

Наук. праці в галузі теорії міцності матеріалів, історії науки. Заснував новий напрям у механіці – дослідження міцності матеріалів та елементів конструкцій в екстремальних умовах. Під його керівництвом створювалася та модернізувалася під відповідні задачі експериментальна та стендова база, була організована лабораторія і почалися роботи зі створення газодинамічного стенду для дослідження властивостей нових класів матеріалів і елементів конструкцій в високотемпературному газовому потоці.

Спільно з ін. розробив критерії граничного стану матеріалів і методи оцінки міцності й довговічності елементів конструкцій новітньої техніки в екстремальних умовах термосилового навантаження. Створив наук. школу.

Держ. пр. УРСР (1969, 1980). Засл. діяч науки УРСР (1973). Держ. пр. СРСР (1982). Пр. ім. М.М. Крилова (1968). Президією НАН України засновано премію імені Г.С. Писаренка, його ім'я присвоєно Ін-ту проблем міцності НАН України 26, 117].

САВІН Гурій Миколайович – учений-механік, акад. АН УРСР (1948), віце-президент (1952–1957). Н. 1.02.1907 у м.Весьєгонськ (нині Твер. обл., Росія). Закінчив Дніпропетр. ун-т (1932). У 1940–1945 – директор Ін-ту гірничої механіки АН УРСР, 1945–1949 – керівник Львів. філіалу АН УРСР, 1948–1952 – ректор Львів. ун-ту, з 1957 – зав. відділу, в 1958–1959 – директор Ін-ту механіки АН УРСР в Києві. П. 28.10.1975.



Наук. праці присвячено теоретичним і практичним проблемам механіки суцільного середовища, композиційних, полімерних матеріалів, теорії пружності, концентрації напружень в елементах конструкцій, теорії гірничого тиску, історії механіки в Україні. Розробив динамічну теорію розрахунку шахтних підйомних канатів.

Засл. діяч науки і техніки УРСР (1966). Держ. пр. СРСР (1952). Пр. ім. О.М. Динника (1973) [26, 118].

СЕРГЄЄВ Володимир Григорович – учений в галузі радіотехніки, електроніки та автоматики, акад. НАН України (1982). Н. 5.03.1914 у Москві. Закінчив Моск. ін-т інженерів зв'язку (1940). Учасник війни СРСР з гітлерівською Німеччиною. З 1978 – ген. директор і головний конструктор, з 1986 – головний наук. співробітник, з 1992 – радник при дирекції НВО «Хартрон» у Харкові. П. 29.04.2009.



Основні роботи в галузі ракетно-космічного приладобудування. Під його керівництвом і за безпосереднього участю створено системи керування бойових ракет і ракет-носіїв, космічних апаратів та ракетно-космічного комплексу «Буран».

Двічі Герой Соц. Праці (1961, 1976). Ленін. пр. (1957). Держ. пр. УРСР (1981). Держ. пр. СРСР (1967). Пр. ім. М.К. Янгеля (1981). Ордени «За заслуги» III ст. (1999), Богдана Хмельницького III ст. (1999), князя Ярослава Мудрого V ст. (2004) [26, 119, 120].

СІЧОВИЙ Володимир Іванович – організатор виробництва, Герой України (1999). Н. 10.05.1929 в м. Інгулець Дніпропетр. обл. Закінчив Дніпропетр. ун-т (1967). З 1952 працював на заводі Південшаш (з 1952 – ст. інженер, 1966 – 1978 – головний диспетчер виробництва, начальник виробництва – заст. директора, з 1978 – ген. директора з виробництва, з 1991 – ген. директора – директор ракетно-космічного заводу, з 1993 – перший заст. ген. директора ВО «Південний машинобудівний завод». П. 30.07.2005.



Зробив значний внесок у створення та освоєння виробництва ракет Р-36, Р-36М, МР-УР100,

МР-УР100 УТТХ, Р-36М УТТХ, Р-36М2, «Циклон», «Зеніт». Під його керівництвом відпрацьовано технологію виготовлення емностей паливних відсіків ракет Р-36М УТТХ і Р-36М2, освоєно виготовлення розгінних блоків РН «Енергія», здійснено ряд заходів щодо підвищення якості й надійності виробів. Один з організаторів освоєння, відпрацювання та поставки РН «Зеніт-2SL» для міжнародної програми «Морський старт».

Держ. пр. СРСР (1977). Ленін. пр. (1991). Почесна відзнака Президента України (1994). Орден Держави (1999) [121-123].



СМЕТАНІН Юрій Олексійович – учений-конструктор ракетно-космічної техніки, чл.-кор. НАН України (1988). Н. 5.05.1925 в с. Голодаївка Ростов. обл. Закінчив Моск. авіаційний ін-т (1952). У 1952 – 1954 працював на заводі № 586, з 1954 – в КБ «Південне» (з 1972 – заст. головного конструктора, з 1985 – 1-й заст. ген. конструктора по системним дослідженням і науковій роботі), також в 1966 – 1989 викладав в Дніпропетр. ун-ті. П. 30.03.1999.

Наук. праці стосуються технічної механіки, міцності, оптимізації структури складних механічних систем, аеродинаміки, проектування та оцінки ефективності прогресивних технічних комплексів. Під його керівництвом розроблялися проекти бойових ракетних комплексів; космічних апаратів; ракет-носіїв: «Циклон-2», «Циклон-3», «Зеніт-2», «Зеніт-3SL», «Дніпро». Забезпечив системний підхід у процесі проектування, проведення розрахунків та експериментального відпрацювання. Був одним з ініціаторів проекту «Морський старт». Брав участь в розробці бойових ракет, КА і РН. Забезпечив системний підхід при проектуванні, проведенні розрахунків основних характеристик, експериментального відпрацювання і розрахунку надійності ракет.

Герой Соц. Праці (1982). Ленін. пр. (1976). Держ. пр. УРСР (1985) [124, 125].



СОКОЛОВ Владислав Євгенович – конструктор і організатор ракетної техніки. Н. 3.08.1937 в Сталінограді (нині Волгоград). Закінчив Харків. ін-т радіоелектроніки (1967). 1966 – 1977 працював на Харків. приладобудівному заводі, пройшовши шлях від старшого техника до заст. головного інженера; в 1977 – 1979 – заст. начальника 10-го Головного управління Міністерства загального машинобудування СРСР; 1979 – 1988 – ген. директор ВО «Комунар»; 1988 – 1991 – заст. міністра загального машинобудування СРСР.

Під його керівництвом у ВО «Комунар» освоєно виробництво апаратури систем керування РН «Зеніт», мобільних ракетних комплексів «Тополь» і РТ-23, а також нової системи керування «Сигнал-А» для цих комплексів.

Герой Соц. Праці (1987). Держ. пр. СРСР (1981) [126, 127].

СТРІЛЕЦЬКИЙ Петро Степанович – спеціаліст зі створення систем керування ракетно-космічної техніки. Н. 7.04.1905 в Кіровограді (нині Кропивницький). Закінчив Зінов'єв. індустріальний ін-т сільськогосподарського машинобудування (1930). У 1933 – 1939 працював на Харків. заводі «Серп і молот», 1939 – 1942 – заст. директора Харків. авіазаводу, 1942 – 1943 – заст. начальника Головного управління Наркомату авіапромисловості в м. Куйбишеві, 1943 – 1974 – директор Харків. заводу електроапаратури. П. 20.08.1975.



Очолював роботи з освоєння та випуску спочатку окремих бортових приладів, а потім комплексів апаратури систем керування ракет Р-5М, Р-7, Р-7А, РТ-2, РТ-2П, РТ-15, Р-12, УР-100, РСД-10, а також приладів бортової апаратури систем керування РН «Космос», «Протон», апаратури систем електропостачання супутників ДС-П1, «Целіна-О», «Тайфун», АУОС.

Герой Соц. праці (1966) [128].

ТОПЧІЙ Дмитро Гаврилович – спеціаліст ракетно-космічної галузі. Н. 08.11.1928 в с. Мар'янівці Вінниць. обл. Після закінчення Київ. ун-ту (1953) працював на Київ. радіозавод (з 1970 – ген. директор). П. 10.12.2007.



Брав участь у вирішенні інженерно-технічних і організаційних питань підготовки виробництва й забезпеченні випуску апаратури систем керування ракетних комплексів Р-12, Р-14, Р-36, Р-36М, Р-36М УТТХ, Р-36М2 (SS-18, «Сатана»), Р-39, Р-29РМ, РТ-23 УТТХ (SS-24, «Скальпель»), орбітальної станції «Мир», Міжнародної космічної станції, космічної системи «Енергія–Буран», апаратури систем стикування космічних кораблів «Ігла» і «Курс».

Герой Соц. Праці (1976). Засл. машинобудівник України (1994). Держ. пр. СРСР (1968). Ленін. пр. (1989), Держ. пр. України (1996) [129, 130].

ТРЕФІЛОВ Віктор Іванович – учений-фізик і матеріалознавець, акад. НАН України (1973), віце-президент (1974–1993). Н. 6.08.1930 у Баку. Закінчив Київ. політехн. ін-т (1952). У 1955–1973 працював в Ін-ті металофізики АН УРСР, з 1973 – директор Ін-ту проблем матеріалознавства НАН України. П. 14.04.2001.



Наук. дослідження стосуються фізики твердого тіла, фізики міцності та пластичності металів і тугоплавких матеріалів, матеріалознавства. Один із перших застосував теорію дислокацій до аналізу механізмів пластичності кристалів. Заклав фізичні

основи міцності тугоплавких матеріалів і сплавів, технологій виробництва та обробки тугоплавких і жаростійких металів, зокрема з ін. створив метод швидкісної термічної обробки сплавів. Було розроблено «природні» композити евтектичного походження, в'язку кераміку, результати успішно використано для створення нового покоління ультра-високотемпературної кераміки. Створив наук. школу.

Засл. діяч науки і техніки України (1994). Орден князя Ярослава Мудрого V ст. (2000). Держ. пр. УРСР (1974). Держ. пр. України (1999). Акад. АН СРСР (1987). Держ. пр. СРСР (1988). Пр. ім. Є.О. Патона (1987). Президією НАН України засновано премію імені В.І. Трефілова [26, 131].



УРАЛОВ Володимир Олександрович

— інженер-конструктор. Н.17.05.1932 у Харкові. Після закінчення Харків. політехн. ін-ту (1957) працював на Харків. заводі ім. Шевченка (з 1971 – заст. головного конструктора, з 1974 – головний конструктор напрямку, з 1983 – головний конструктор систем керування ракет стратегічного призначення НПО «Електроприлад» (нині Хартрон)).

Розробник систем керування ракетами. Головний конструктор систем керування ракетами 15А30, 15А35, бойової ракети четвертого покоління 15А18М («Сатана»), міжконтинентальної крилатої ракети 3М-25 «Метеорит» для старту з підводних човнів, літаків ТУ-95МС і наземних пускових установок, яка оснащувалася системою наведення за радіолокаційними картками місцевості.

Ленін. пр. (1976), Держ. пр. СРСР (1989) [132-134].



УРС'ЄВ Наум Ісакович – учений-конструктор в галузі радіотехнічних систем ракетної техніки, доктор техн. наук (1969), проф. (1970). Н. 24.09.1926 у м. Мстиславль Могилев. обл. (Білорусь). Закінчив Моск. вище техн. училище ім. М. Е. Баумана (1949).

У 1955 – 1991 працював в КБ «Південне» (з 1955 – начальник групи, з 1960 – відділу). Водночас з 1958 викладав у Дніпропетр. ун-ті (з 1970 – проф.), з 1994 – директор Дніпропетр. філіалу Міжрегіональної академії керування персоналом. П. 5.12.2016.

Створював системи керування і радіокерування ракет СР-1, СР-2, СР-3, СР-7 (1949 – 1963). Розробив бортові аналізатори спектра для вимірювання високочастотних вібрацій при льотних випробуваннях ракет СР-4, СР-5, СР-7 (1957 – 1959). Організував обчислювальний центр КБ «Південне». Здійснював науково-технічне керівництво розробкою семи комплексів радіотехнічної захисту бойових блоків ракет, включаючи елементи космічного базування [135, 136].

УС Станіслав Іванович – інженер – конструктор в галузі розробки ракетних комплексів стратегіч-

ного призначення. Н. 23.10.1936 в с. Широке Дніпропетр. обл. Закінчив Дніпропетр. ун-т (1959) і працює в КБ «Південне» (з 1966 – провідний конструктор, з 1971 – провідний конструктор комплексу, з 1985 – головний конструктор комплексу Р-36М і його модифікацій).

Займався проектуванням, експериментальним і льотним відпрацюванням і серійним виробництвом трьох поколінь ракетних комплексів стратегічного призначення, в т.ч. першого в світі комплексу з головною ядерною частиною. Був головним конструктором ракетного комплексу «Воевода» з бойовою ракетою четвертого покоління 15А18М (СС -18, або «Сатана»), прийнятого на озброєння в 1988. Один з організаторів кооперації співвиконавців розробки і виробників ракетних комплексів, реконструкції та розвитку експериментальної і виробничої бази, а також вимірального комплексу для льотних випробувань ракет. Організатор і керівник конверсійного напрямку.

Герой Соц. Праці (1990). Засл. машинобудівник України (2006). Ленін. пр. (1982) [137].



ФЕДОРОВ Олег Павлович

– учений-фізик, чл.-кор. НАН України (2015). Н. 4.10.1952 в Києві. Закінчив Київ. ун-т (1975). У 1977–1995 працював в Ін-ті металофізики НАН України, 1995 – 2009 – Національному космічному агентству України, з 2009 – директор Ін-ту космічних досліджень НАН України.

Наук. праці стосуються фізики твердого тіла, процесів кристалізації, системних досліджень в галузі космічної діяльності. Очолює роботи з підготовки російсько-української програми наукових і технологічних експериментів на борту Міжнародної космічної станції космічного експерименту «Потенціал» та «Іоносат-Мікро». Під його керівництвом створено міжнародні колективи з виконання актуальних проектів з космічних досліджень, виконуються спільні проекти НАН України та ДКА України.

Держ. пр. України (2008). Засл. діяч науки і техніки України (2013) [138].



ФЕДОРЧЕНКО Іван Михайлович

– учений в галузі матеріалознавства і порошкової металургії, акад. НАН України (1961). Н. 18.10.1909 у Таганрозі (Росія). Закінчив Кам'ян. вечірній робітничий ін-т (1930). З 1952 – зав. відділу Ін-ту проблем матеріалознавства АН УРСР, також у 1957–1962 – головний учений секретар Президії АН УРС, 1963–1988 – академік-секретар Відділення АН УРСР. П. 26.12.1997.



Наук. праці стосуються розробки теоретичних основ порошкової металургії і нових функціональних матеріалів. Створив низку нових марок сталей та спеціальних порошкових матеріалів. Разом з ін. розробляв матеріали для внутрішнього теплового захисту найтеплонапруженіших зон ракетних двигунів. Засновник наукової школи.

Засл. діяч науки УРСР (1970). Держ. пр. УРСР (1979). Пр. ім. Є.О. Патона (1968) [26, 139].



ФРАНЦЕВИЧ Іван Микитович

– фізико-хімік і матеріалознавець, акад. АН УРСР (1961). Н. 3.08.1905 у Полтаві. Закінчив Харків. ін-т народної освіти (1928). У 1952–1955 – керівник Лабораторії спецсплавів АН УРСР, 1955–1962 – директор Ін-ту металокераміки і спецсплавів АН УРСР, 1962–1973 – директор, з 1974 – зав. відділу Ін-ту проблем матеріалознавства АН УРСР. П. 14.02.1985.

Наук. дослідження стосуються створення нових матеріалів. Засновник наукової школи. Розробив методи прогнозування жаростійкості матеріалів, спільно з ін. заклав наук. основи створення матеріалів з наперед заданими властивостями. Під його керівництвом розроблено нове покоління композиційних матеріалів для використання в екстремальних умовах і технологій порошкової металургії.

Герой Соц. Праці (1969). Засл. діяч науки і техніки УРСР (1965). Держ. пр. УРСР (1969). Держ. пр. СРСР (1951). Президією НАН України засновано премію імені І.М. Францевича, його ім'я присвоєно Ін-ту проблем матеріалознавства НАН України і технологій [26, 140].



ХМИРОВ Борис Євгенович

– фахівець в галузі радіотелеметрії і дистанційних вимірювань, доктор фіз.-мат. наук (1983) Н. 26.01.1934 в с. Ухтомська Моск. обл. Закінчив Ленінград. військово-механічний ін-т (1957) і працював в КБ «Південне» (1977 – 1984 – головний конструктор КБ космічних апаратів). П. 17.03.2004.

Діяльність присвячена методичному, технічному та організаційному забезпеченню розробок лотних випробувань ракет і КА.

Держ. пр. СРСР (1977) [141].



ШЕХ Анатолій Петрович

– керівник і організатор робіт зі створення систем керування. Н. 30.06.1925 у Харкові. Закінчив Харків. політехн. ін-т (1956). У 1956 – 1973 працював на Харків. приладобудівному заводі, де пройшов шлях від інженера до заст. директора; у 1973 – 1974 – директор Укр. філії НДІ технологій машинобудування, 1974 – 1995 – директор Харків. заводу електроапаратури. П. 31.01.2012.

Роботи з виробництва апаратури систем керування мобільних ракетних комплексів різних способів базування на основі твердопаливних ракет РТ-23 УГТХ, РС-14 та ін.

Герой Соц. Праці. Засл. машинобудівник України (1995). Держ. пр. СРСР (1987) [142, 143].

ШИМАН Леонід Миколайович

– інженер-конструктор та учений-хімік, чл.-кор. НАН України (2015), Герой України (2013). Н. 13.10.1959 в м. Шостка Сумської обл. Закінчив Казан. хіміко-технологічний ін.-т (1985). З 1985 працює на Павлоград. хімічному заводі (з 1990 – головний технолог, з 1994 – директор науково-технічного центру, з 1995 – технічний директор, з 1999 – ген. директор, з 2002 – головний конструктор ракетних двигунів твердого палива).



Під його керівництвом створено промислові технології та комплекси утилізації твердопаливних ракетних двигунів МБР РС-22 на основі гідророзмиву, виробництва високоенергетичних емульсійних вибухових речовин, утилізації протипіхотних мін та боеприпасів. Розробляються нові види твердого ракетного палива та твердопаливні ракетні двигуни [144–146].

ШКУРЕНКО Віталій Михайлович

– промисловець ракетно-космічної техніки. Н. 6.02.1929 у Дніпропетровську. Закінчив Дніпропетр. ун-т (1954). З 1954 працював на Павлоград. механічному заводі (з 1954 – начальник виробництва, з 1965 – заст. директора, з 1995 – помічник директора). П. 23.10.1999.

Учасник освоєння виробництва, технології складання і випробувань ракет 8К63, 8К64, 8К65. Керував відпрацюванням і освоєнням серійного виробництва твердопаливних ракет. Під його керівництвом освоєно нові теплозахисні покриття та ерозійностійкі матеріали для сопел великогабаритних твердопаливних двигунів на основі вуглепластиків і органопластиків, освоєно виробництво титанового лиття, виготовлення високо-температурних порошкових псевдосплавів, побудовано комплекс цехів для виробництва ракет і їх складових.

Держ. пр. СРСР (1977) [147].



ШНЯКІН Володимир Миколайович

– конструктор. Н. 28.11.1936 у Москві. Закінчив Дніпропетр. ун-т (1958). В 1994 – 2012 – начальник і головний конструктор проектно-конструкторського бюро з розробки ракетних двигунів КБ «Південне», 2002 – 2012 – заст. ген. конструктора КБ «Південне» П. 26.03.2012.

Зробив внесок у створення двигунів для низки стратегічних ракет – від Р-16 до Р-36М2 та



ракет-носіїв – «Циклон-3», «Зеніт-2», «Дніпро», «Вега», «Циклон-4», «Маяк» та виробничої й випробувальної бази ракетних двигунів. Під його керівництвом розроблено і запроваджено ряд оригінальних технічних рішень в ракетних двигунах, зокрема принципово нову систему охолодження, нетрадиційні способи запалення, багатократну систему запуску.

Засл. працівник промисловості України (1996). Держ. пр. України (2012). Пр. ім. М.К. Янгеля (2010). Акад. Міжнародної академії астронавтики (2007). Держ. пр. СРСР (1990). Орден «За заслуги» III ст. (2001), II ст. (2004), I ст. (2011) [148].



ШПЕЙЄР Олександр Пантелійович – промисловець. Н. 18.10.1938 у Сумах. Закінчив Харків. ун-т (1976). В 1960 – 1977 працював на Харків. приладобудівному з-ді, з 1977 – 1-й заст. ген. директора – головний інженер, з 1995 – ген. директор Харків. ВО

«Моноліт». П. 10.02.2006.

Організував виробництво перших вітчизняних цифрових АСУ та комутаційних систем, ультразвукових діагностичних і хірургічних приладів, апаратури для космічних досліджень.

Засл. машинобудівник України (1998). Держ. пр. СРСР (1982). Орден «За заслуги» III ст. (1997), II ст. (1998), I ст. (2000) [149].



ШЕГОЛЬ Віктор Андрійович – інженер, Герой України (2004).

Н.29.05.1951 в м. Коспаш Пермської обл. (Росія). Закінчив Дніпропетр. Інженерно-будівельний ін-т (1980). З 1974 працював на Південному машинобудівному заводі (з 1993 – начальник цеху складання космічних апаратів, з 2005 – заст. ген. директора з виробництва, з 2005 – в.о. ген. директора, з 2006 – ген. директор).

Зробив внесок у виробництво дослідних і серійних зразків ракетно- космічної техніки, а також кількох поколінь космічних апаратів «Целіна», «Океан-О», АУОС, «Січ», Мікросупутник. Керував виготовленням та випробуваннями першого українського супутника «Січ-1». Під його керівництвом серійно виготовлялися зразки ракетно-космічної техніки для національних космічних програм та міжнародних проектів «Морський старт», «Наземний старт», «Антарес», «Вега».

Засл. працівник промисловості України (1995), Держ. пр. України (2010) [150].

ЯГДЖІЄВ Лука Лазарович – виробничник. Н. 29.06.1910 в с. Желябовка Крим. обл. Закінчив Ленінград. політехн. ін-т (1941) і Дніпропетр. ун-т (1963). У 1947–1950 – Інженер-випробувач Дніпропетр. автомобільного заводу, з 1960 – заст. головного інженера, з 1965 – головний інженер Південмашу. П. 15.08.1993.



Зробив внесок у розробку та освоєння технології виготовлення ракет. Під його керівництвом здійснено комплекс заходів з підвищення рівня організації виробництва та освоєно серійне виробництво ракет Р-12, Р-14, Р-16, Р-36, Р-36, впроваджено ряд прогресивних технологічних процесів, проведено оснащення та реконструкція основних цехів ракетно-космічного виробництва.

Герой Соц. Праці (1961). Ленін. пр. (1965). Держ. пр. СРСР (1977) [151, 152].

ЯЦКІВ Ярослав Степанович – учений-астроном, акад. НАН України (1985). Н.25.10.1940 у с. Данильче Івано-Франків. обл. Закінчив Львів. політехн. ін-т (1960). З 1965 працює в Головній астрономічній обсерваторії НАН України (з 1976 – директор) (січень 2000 – червень 2001 – 1-й заст. міністра освіти та науки України).



Наук. праці стосуються фундаментальної астрометрії, космічної гео- та планетодинаміки. Розвинув матем. методи аналізу астрономічних спостережень, визначив параметри вільної нутації Землі. Брав участь у реалізації міжнародного проекту «Вега» з наземних і космічних досліджень комети Галлея, в якому відповідав за організацію наземного астрономічного забезпечення. Серед сучасних проектів – створення в Україні постійної мережі станцій Геодезичної супутникової системи навігації. Керівник цільових комплексних програм НАН України з наукових космічних досліджень на 2012 – 2016 та 2018 – 2022 рр.

Держ. пр. УРСР (1983). Засл. діяч науки і техніки України (1998). Держ. пр. СРСР (1986, 2003). Орден «За заслуги» III ст. (1997), II ст. (2000). Голова Укр. міжнародного комітету з питань науки і культури (з 1990) [26, 153].

ЛІТЕРАТУРА

1. Айзенберг Я.Е. Ракеты. Жизнь. Судьба / Я.Е. Айзенберг. — Х: Инвестор, 2010.
2. Айзенберг Я.Е. 75 років від дня народження URL: <https://web.archive.org/web/20180823210724/http://region.library.kharkov.ua/kalendar.php?year=2009&chapter=10>.
3. Космический лидер. — К.: Феникс, 2014.
4. Асмолов Олександр Олександрович. Національний Аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ». URL: <https://library.khai.edu.ua/vipusniki-385>.
5. Бакланов Олег Дмитриевич URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%BA%D0>.
6. Бакланов О. Д. Космос — моя судьба. — М.: Общ-во сохранения литературного наследия. — 2012. — Т. 1.
7. Бакланов Олег Дмитриевич // Герои страны. URL: <http://www.warheroes.ru/main.asp/page/3/1/2>.
8. Баранков Геннадій Петрович URL: <http://krz.kiev.ua/ru/history-ru>.
9. Барановский Г. А. История развития Научно-исследовательского института радиотехнических измерений. — Х., 1991.
10. 50 лет впереди своего века (1946—1996). — М., 1998.
11. Черток Б. Е. Ракеты и люди. — М., 1999.
12. До 90-річчя від дня народження головного конструктора систем радіотехнічного керування і траєкторних вимірювань Г.О.Барановського // Державне космічне агентство України URL: <https://web.archive.org/web/20171215001537>.
13. Памяти Леонида Безверхова. URL: <https://www.gorod.cn.ua/news/lyudjam-o-lyudjah/89196-pamjati-leonida-berverhogo.html>.
14. Леонид Иванович Безверхий. URL: <https://stihi.ru/2020/01/10/1428>.
15. 90-річчя академіка НАН України С. Я. Брауде // Вісник НАН України. №1. — 2001.
16. Будник В. С. Дело всей жизни. — Д: АРТ-Пресс, 2013.
17. Будник В. С. Від штурмовиків до космічних ракет (спогади). — Д: ДДУ, 1993.
18. Дегтярев О. В., Новиков О. В. Академік Василь Сергійович Будник — один із засновників ракетно-космічної галузі України // Вісник НАН України, 2013. — № 6. — С. 89—95.
19. К 100-літтю со дня рождження Василя Сергеевича Будника // Техническая механика, 2013. — № 2. — С. 1—7.
20. Бузанов Віктор Іванович. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D0%B7%D0%B0%D0%BD%>.
21. Борис Емельянович Василенко. Хождение в ракетную технику: записки главного инженера — К: Новый друк, 2004. — 384 с.
22. Василенко Борис Емельянович. URL: <http://ru.uacomputing.com/persons/vasilenko>.
23. Василіна Володимир Григорович. URL: <https://base.uipv.org/searchinv/search.php.v>
24. Вахно Микола Іванович. URL: <https://www.city.kharkov.ua/uk/o-xarkove/pochetnyie-xarkovchane/vahno-mikola-ivanovich.html>.
25. Вахно Н.И. Сергеев Владимир Григорьевич — Главный конструктор систем управления. К 100-летию со дня рождения / Н.И. Вахно. — Х: ПАО Хартрон, 2014. — 448 с.
26. Палій В.М., Храмов Ю.О. Національна академія наук України 1918-2013. Персональний склад. — К.: Фенікс, 2013. — 447 с.
27. Іваненко В. В. Мисливець Н. Галась Михайло Іванович // Славне сузір'я окриленних університетом: / В. В. Іваненко.
28. Савчук В. С. Галась Михайло Іванович (1929—2006) // Професори Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара 1918—2008. — Д.: ДНУ, 2008. — С. 92—93.
29. Герасюта Николай Федорович / [А.В. Новиков, В.Т. Гиленко, А.Ф. Белый и др.]. — Д.: АРТ-ПРЕСС, 2005. — 264 с.
30. Іваненко В. В. Мисливець Н. Герасюта Микола Федорович / В.В.Іваненко, О. В. Гонюк, І. С. Попов. — Д.: ДНУ, 2008. — С. 58—61.
31. Гинзбург Абрам Маркович. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki>.
32. Горбулін В. П. Взаємовідносини України — НАТО в контексті євроатлантичних інтеграційних процесів // Нац. безпека і оборона, 2003. — № 7.
33. Горбулін В. П. Без права на покаєння. — К.: Фоліо, 2010. — 384 с.

34. Горбулін В. П. Мій шлях у задзеркалля / Мой путь в зазеркалье. Не только путевые заметки. — К.: Брайт Букс, 2019. — 280 с.
35. Горбулин В.П. Главный конструктор систем управления ракетно-космической техники (к 100-летию со дня рождения академика В.Г. Сергеева) / В.П. Горбулин, Б.Е. Василенко, Н.А. Митрахов // Вісник НАН України, 2014. — № 4. — С. 89–96.
36. Горбулін В. П. Космічна стратегія: не маєш своєї — стаєш частиною чужої // Дзеркало тижня. Україна, 2010. — 26 лютого.
37. Агарков А.В. Грачев Виктор Васильевич — Главный испытатель ракет КБ “Южное” / А.В. Агарков. — Д.: КБ “Южное”, 2013. — 160 с.
38. Грачев Виктор Васильевич. Герои страны. URL:http://www.warheroes.ru/hero/hero.asp?Hero_id=24336.
39. К 85-летию со дня рождения // Авиационно-космическая техника и технология: журнал. — Х., 2015. — № 7 (124). — С. 5–23.
40. Шестьдесят лет в ракетостроении и космонавтике. — Д.: АРТ-ПРЕСС, 2014.
41. Губанов Б.И. Триумф и трагедия «Энергии». Размышления главного конструктора. Том 3: Энергия-Буран: Нижегородский институт экономического развития, 1998.
42. Губанов Б.И. URL: <http://sm.evg-rumjantsev.ru/desingers/gubanov.html>.
43. Борис Иванович Губанов — главный конструктор самых мощных ракет в мире. URL: <http://www.buran.ru/htm/gubanov2.htm>.
44. Гудименко Анатолій Іванович URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%83%D0%B4%D0>.
45. Гудименко Анатолій Іванович. URL: <http://www.buran.ru/htm/memory44.htm>.
46. Исполняется 95 лет со дня рождения бывшего генерального директора производственного объединения «Завод Арсенал» С.В.Гусовского. URL:<https://web.archive.org/web/20171011074054>.
47. Зброярська кузня Сергія Гусовського. URL: <http://radomyshl.blogspot.com/2015/02/blog-post.html>.
48. Дегтярев А.В. Шестьдесят лет в ракетостроении и космонавтике / А.В. Дегтярев. — Д.: АРТ-ПРЕСС, 2014. — 540 с.
49. Пішов з життя генеральний директор-генеральний конструктор ДП «КБ «Південне» О. В. Дегтярев / Сайт КБ «Південне», 24.11.2020. URL: https://www.yuzhnoye.com/ua/presscenter/news/soru_news_801.html.
50. О. В. Дегтярев. Некролог на сайті НАН України, 24.11.2020. URL: <http://www.nas.gov.ua/UA/Messages/news/Pages/View.aspx?MessageID=7191>.
51. Дегтярев О. В. Драновський Володимир Йосипович // Нашого цвіту по всьому світу: маленькі розповіді про тих, хто вже прославив чи нині прославляє Україну, працюючи на Батьківщині та закордоном: інформаційний дайджест / О. В. Дегтярев, О. Б. Буц, О. Л. Орлова, А. О. Хворостяна. — Д.: КЗК, 2015. — С. 12.
52. Байконурские университеты: записки ветерана-испытателя. Машиностроение, 1999. — 205 с.
53. Завалишин А. П. Сквозь пространство и время: записки ветерана космодрома Байконур / А.П. Завалишин, Б.В. Журахович. — Д.: Дніпрокнига, 1997. — 346 с.
54. К 55-летию космодрома Байконур: Интервью с ветераном космодрома, заслуженным испытателем ракетно-космической техники, генералом-майором А.П. Завалишиным URL: <https://web.archive.org/web/20120111010328/http://kikssr.narod.ru/Zavalishin.htm>.
55. Чтобы помнили: Анатолий Павлович Завалишин. URL: <https://newsparky.livejournal.com/190126.html?thread=948654>.
56. Загоровский Юрий Иванович // Фонд «Инженерное наследие академика В.Ф. Уткина». Лауреаты 2007 года. URL: <http://www.utkin-fond.ru/laureats-gallery/laureat-2007.html>.
57. Клименко И. Ушел из жизни экс-директор завода имени Шевченко Юрий Загоровский // Медиа группа «Объектив», 2009. — 7 апр. URL: <http://archive.objectiv.tv/070409/26010.html>.
58. Ларьков, Н. С. Харьков космический. — Х.: Консум, 2006. — 191 с.
59. Петрик, Л. Загоровский: известный и незнакомый. — Х.: С.А.М., 2009. — 255 с.
60. Сашко, А. Юрию Загоровскому — 70 // Время. — 1999. — 3 июня. — С. 2.
61. Загоровский Ю. И. 75 лет с именем Т. Г. Шевченко: Харьк. гос. приборостроит. з-д им. Т. Г. Шевченко / Ю. И. Загоровский, Ю.Н. Василевский, С. А. Минаков, А. П. Шпейер]. — Х., 1997. — 256 с.

62. Замірець Микола Васильович. URL: <https://nure.ua/staff/mikola-vasilovich-zamirets>.
63. 80 лет со дня рождения В.Ф. Зеленского. URL: https://vant.kipt.kharkov.ua/ARTICLE/VANT_2009_4/article_20094302.pdf.
64. Златкін Юрій Михайлович. URL: <https://www.city.kharkov.ua/uk/o-xarkove/pochetnyie-xarkovchane/zlatkin-yuriy-mihaylovich.html>.
65. Златкін Юрій Михайлович. URL: http://esu.com.ua/search_articles.php?id=16305.
66. Виктор Евгеньевич Иванов (К 100-летию со дня рождения) // Вопросы атомной науки и техники, 2008. – № 1. – С. 211.
67. 70-річчя члена-корреспондента АН УРСР І.І. Іванова // Вісник АН УРСР. – 1989. – № 1.
68. Задонцев В.А. Герой Социалистического Труда Иван Иванович Иванов (1918–1999).
69. Главный конструктор двигательно-го КБ-4 ОКБ-586/КБ “Южное” / В.А. Задонцев // Авиационно-космическая техника и технология, 2013. – № 9 (106). – С. 14–24.
70. Ігдалов Йосиф Менделевич. URL: <http://ukrainica.org.ua/ukr/cebylo/veteranu/2196>
71. Ігдалов Йосип Менделеевич. URL: <http://www1.nas.gov.ua/rsc/psc/Scientists/I/Pages/IgdalovJM.aspx>.
72. Леонід Каденюк / І. Панасов. – К.: ІРІО, 2018. – 128 с.
73. Каденюк Л. Місія – Космос. – К.: Новий друк, 2017.
74. Завершена космічна місія Л. Каденюка. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-42886135>.
75. Рассказ Леонида Каденюка о подготовке и полёте в космос. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=x0KnMDQ9kIE>.
76. Калмыков, Анатолий Иванович. URL: <http://www.nauka.x-pdf.ru/17fizika/293929-9-v-tolok-kogantvlasov-fizika-harkov-harkov-timchenko-bbk-223>
77. Качура Олександр Степанович // Хто є хто на Чернігівщині. Видатні земляки: довідково-бібліографічне видання. – Вип. 2. – К.: Українська академія геральдики, товарного знаку та логотипу, 2004.
78. Мигаль М. Герой України Олександр Качура: «Реформи повинні заохочувати до високоефективної праці» // Чернігівський вісник. – 2002. – 30 травня. – С. 5.
79. До дня народження Еріка Михайловича Кашанова. URL: <http://space.com.ua/2020/01/18/do-dnya-narodzhennya-erika-mihajlovicha-kashanova>.
80. Ерік Кашанов: конструктор – син конструктора. URL: https://zn.ua/ukr/SOCIUM/erik_kashanov_konstruktor__sin_konstruktora.html.
81. Кільчевський М. О. Курс теоретичної механіки. – Т. 1–2. – К., 1955–1957.
82. Кильческий Н. А. Основы аналитической механики оболочек. – Часть 1. – К., 1963.
83. Кильческий Н. А. Курс теоретической механики. – Т. 1–2. – М., 1977.
84. Разработка камер ЖРД с дросселированием тяги // Космич. техника. Ракет. Вооружение, 1998. – № 1.
85. Межконтинентальные баллистические ракеты СССР (РФ) и США. История создания, развития и сокращения / Е.Б. Волков, А.А. Филимонов, В.Н. Бобырев, В. А. Кобяков. – М.: Ракетные войска стратегического назначения, 1996. – 376 с.
86. Національна академія наук України. Коваленко Микола Дмитрович. URL: <http://www.nas.gov.ua/UA/PersonalSite/Pages/default.aspx?PersonID=0000005784>.
87. Почесні імена України. Еліта держави. URL: <http://logos-ukraine.com.ua/project/index.php?project=piued2&id=935>.
88. Ракеты и космические аппараты Конструкторского бюро «Южное». – Д.: ГКБ «Южное», 2000.
89. Ракетная техника, космонавтика и артиллерия: биографии ученых и специалистов / А. И. Мелуа. 2-е изд., СПб.: Гуманистика, 2005. – 1125 с.
90. В Днепропетровске открыли стелу «Герои Украины – гордость региона». URL: <http://dnepr.info/news/073034-dnepropetrovsk-stella-geroi-ukrainy>.
91. Комісаренко Сергій Васильович. URL: <https://archive.is/20121222052819/www.nbu.gov.ua/people/komisar.html#selection-13.0-13.29>.
92. Дідух Я. П., Попова А. Ф., Козеко Л. Е. До 75-річчя від дня народження Єлизавета Львівна Кордюм, 2007. – Т. 64 – № 5.
93. Корницький Ігор Петрович. Вітаємо із 75-літтям! URL: <https://kpi.ua/kornitsky>.
94. Коростельов О.П. Теоретичні основи проектування ствольних керованих ра-

- кет: Монографія. — К.: Книжкове вид-во НАУ, 2007.
95. Кукушкін Володимир Іванович. URL:http://esu.com.ua/search_articles.php?id=51153.
 96. Куликов Володимир Никандрович. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki>.
 97. Шевченко С., Кучеров Е., Дорошев С. Трудовая слава Днепропетровщины. — Д.: 2013.
 98. Кульчев Віктор Михайлович. URL: <https://amp.www.google-info.org/8012669/1/kulchev-viktor-mikhaylovich.html>.
 99. Національна академія наук України. Кунцевич Всеволод Михайлович. URL:<http://www.nas.gov.ua/UA/PersonalSite/Pages/default.aspx?PersonID=0000007115>.
 100. Бондаренко К. Леонід Кучма: портрет на фоні епохи. — Харків: Фоліо, 2007. — 636 с.
 101. Ракеты и космические аппараты Конструкторского бюро «Южное». — Д.: ГКБ «Южное», 2000.
 102. Кушнар'ов Олександр Павлович. URL: www.yuzhnoye.com.
 103. Копейко В. І. Портрет без ретуші: До 100-річчя О. М. Макарова: Спогади. Д.: Арт-прес, 2006. — 496 с.
 104. Міт'ков Ю. Книга про легендарного директора. До 100-річчя від дня народження О. М. Макарова: Світ космонавтики // Світогляд, 2007. — № 1. — С. 40–41.
 105. Платонов В. Макаров. Художньо-документальна біографія / В.Платонов. — Д.: Проспект, 2006. — 304 с.
 106. Моршаков Євгеній Олександрович. URL:http://www.irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiirbis_64.exe?C21COM=S&I21DBN=EC&.
 107. Негода Олександр Олексійович. URL:http://www.yuzhnoye.com/press-center/news/news_62.html.
 108. Нікітін Павло Іванович. URL:<http://www.nas.gov.ua/UA/PersonalSite/Pages/default.aspx?PersonID=000000941>.
 109. 80-річчя академіка НАН України М. В. Новікова // Вісник НАН України, 2012. — № 4. — С. 70-72.
 110. Осадчий Олександр Володимирович. URL:com.ua/catalog/executives/o/osadchyu-oleksandr-volodymyrovych.
 111. Задача особой государственной важности. Из истории создания ракетно-ядерного оружия и Ракетных войск стратегического назначения (1945–1959 гг.): сборник документов. — М.: Российская политическая энциклопедия, 2010.
 112. Парняков Серафим Платонович. URL:<https://www.nkau.gov.ua/ua/?opendocument&Lang=R>.
 113. Керманіч української науки. Життєвий і творчий шлях Б. Є. Патона: До сторіччя від дня народження / [О. С. Онищенко, Л. А. Дубровіна, О. К. Маковецька та ін.]. — Київ: НАН України: НБУ ім. В. І. Вернадського, 2018. — 350 с.
 114. Патони: родинна хроніка / В. В. Томазов, М. Ф. Дмитрієнко. — Київ: Академперіодика, 2018. — 316 с.
 115. Пилипенко Віктор Васильович. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>
 116. Пилипенко Олег Вікторович. Національна академія наук. URL:<http://www.nas.gov.ua/UA/PersonalSite/Pages/default.aspx?PersonID=000001039>.
 117. Архівна спадщина академіка НАН України Георгія Степановича Писаренка / Ю. О. Бойко, Т. В. Брязкало. — К.: НБУ ім. В.І.Вернадського, 2017. — 382 с.
 118. Ишлинский А. Ю. Гурий Николаевич Савин (К 50-летию со дня рождения) // Укр. математич. Журнал. — 1957. — № 2.
 119. Сергеев Володимир Григорович. НВО «Хартрон». Історія розвитку інформаційних технологій в Україні. URL:https://web.archive.org/web/20100311063945/http://www.icfst.kiev.ua/museum/PHOTOS/Sergeev80_u.html.
 120. Меморіальна дошка конструктору ракетної техніки В. Сергееву установленна в Харькове. URL:https://www.sq.com.ua/rus/news/obshchestvo/21.08.2009/memorialnaya_doska_konstruktoru_raketnoj_tehniki_v_sergeevu_ustanovlena_v_harkove.
 121. Січовий Володимир Іванович // Герої України. URL:<http://www.ukrgeroes.com.ua/SichovyVI.html>.
 122. Платонов Володимир. Володимир Січовий: портрет в інтер'єрі ракет. URL: https://dt.ua/SOCIETY/volodimir_sichoviy_portret_v_intereri_raket.
 123. Січовий Володимир Іванович // Золоте сузір'я України. URL:<http://who-is-who.ua/main/page/suzirya/22/443>.
 124. Юрий Сметанин: Проектанты сгорают на небесах // Зеркало недели, 2007. — 14-20 апреля. — №14.
 125. Александр Наровлянский. Сметанин Юрий Алексеевич. Герои Страны

- (2013). URL: http://www.warheroes.ru/hero/hero.asp?Hero_id=25020.
126. Дикань А. П. Золотые звёзды Харьковщины / А. П. Дикань. — Х., 2009 г.
127. «Коммунару» — 85 лет! Харьковские известия. URL: <http://izvestia.kharkov.ua/on-line/20/1128738.html>.
128. Стрілецький Петро Степанович: облікова картка депутата Верховної Ради УРСР // ЦДАВО України, ф. Р-1, оп. 31, спр. 5, арк. 186–187.
129. Находків М.Г. Дмитро Гаврилович Топчий / М.Г. Находків, І.О. Анісімов та ін. — К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2009. — 56 с.
130. Василенко Б. Е. Хождение в ракетную технику. Записки главного инженера / Б. Е. Василенко. — К.:Новый друк, 2004. — 384 с.
131. Трефілов Віктор Іванович. URL: <http://https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B5%D1%84%D1%96%>.
132. Горелова С., Ларин А. Выпускники ХПИ в ракетно-космической отрасли // Політехнік, 2016. —15 квітня. — № 8.
133. С дипломом Харьковского политехнического / Публикация подготовлена по материалам музея НТУ «ХПИ» // Політехнік, 2005. — 17 лютого. — № 3–4.
134. Видатні випускники Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». URL: http://www.kpi.kharkiv.edu/museum/Elita_dergavi.pdf.
135. Урьев Наум Исаакович. URL: <https://baza.vgd.ru/1/40360/1>
136. Великий о великом. URL: <http://dnerprovka.dp.ua/t15017/>.
137. Ус Станислав Иванович // Герои страны. URL: http://www.warheroes.ru/hero/hero.asp?Hero_id=19115
138. Федоров О. П. Процессы роста кристаллов: кинетика, формообразование, неоднородности / Федоров О. П. — К.: Наук. думка, 2010. — С. 207.
139. Федорченко Іван Михайлович. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>.
140. Францевич Іван Микитович // Вісник НАН України (До 100-річчя від дня народження), 2005. — №10.
141. Хмиров Борис Євгенович URL: <https://nuczu.edu.ua/ukr/sklad-viddil>.
142. Руководство НКАУ поздравило с 80-летием заслуженного ветерана космической отрасли А. П. Шеха URL: <https://web.archive.org/web/20160304141016/http://www.nkau.gov.ua/gateway/news.nsf/NewsALLR/5EED0A81509B0788C225702F004142C8>.
143. Скончался легендарный директор завода Электроаппаратура Анатолий Шех. URL: <http://dozor.kharkov.ua/zhizn/obwestvo/1103879.html>.
144. Шиман Леонід Миколайович // Герої України. URL: <http://www.ukrgeroes.com.ua/ShymanLM.html>.
145. Шиман Леонід Миколайович. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/7>.
146. Леонид Шиман: «Корпуса ракет на ПХЗ пока никто не сжигает». URL: <https://gorod.dp.ua/news/68359>.
147. До 90-річчя з дня народження видатного Віталія Михайловича Шкуренко. URL: <https://www.5632.com.ua/news/2293233/do-90-ricca-z-dna-narodzenna-vidatnogovitalia-mihajlovica-skurenko>.
148. До дня народження Володимира Миколайовича Шнякіна. URL: <http://space.com.ua/2020/02/28/do-dnya-narodzhennyavolodimira-mikolajovicha-shnyakina>.
149. Шпейер Олександр Пантелійович. URL: <https://www.city.kharkov.ua/uk/o-xarkove/pochetnyie>.
150. Щеголь Віктор Андрійович. URL: <https://web.archive.org/web/20100107011614/http://www.vlada.kiev.ua/fcontent.php?rcode=327>.
151. Ягджиев Лука Лазаревич // Герои страны. URL: http://www.warheroes.ru/hero/hero.asp?Hero_id=11488
152. Головні інженери 1944–1992. Л. Л. Ягджієв URL: <http://www.yuzhmash.com/about/history/engineers>.
153. Яцків Ярослав Степанович. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>.

*Г.А. Дороніна, О.Г. Луговський,
Ю.І. Мушкало, М.Д. Станкова,
Ю.О. Храмов*

Лауреати премії імені М.К. Янгеля

(заснована у 1977 році і присуджується по Відділенню механіки НАН України за видатні досягнення в галузі прикладної і технічної механіки та ракетно-космічної техніки)

1977 — Нікітін П.І., Светлов П.М. — за цикл праць «Розроблення теоретичних і експериментальних методів дослідження динаміки і міцності конструкцій».

1979 — Романенко В.М., Гапунін А.Я., Лихобаба Б.Ф. — за цикл робіт з теорії керування конструкцій нової техніки.

1980 — Уткін В.Ф., Макаров О.М. — за цикл праць «Створення зразків нової техніки і освоєння їх у промисловому виробництві».

1981 — Сергєєв В.Г., Луковський І.О. — за цикл робіт «Розробка і впровадження методів розв'язання задач динаміки і стійкості керуючих систем».

1982 — Будник В.С., Герасюта М.Ф., Грачов В.В. — за цикл робіт «Комплекс теоретичних і експериментальних робіт по забезпеченню створення та експлуатації літальних апаратів».

1983 — Пилипенко В.В., Гузь О.М. — за цикл робіт «Дослідження динаміки, стійкості та міцності двигунових приладів».

1984 — Антонов О.К. — за створення високоефективної автоматизованої системи управління надважкого транспортного літака з стріловидним крилом.

1985 — Григоренко Я.М., Шевченко Ю.М., Іванов І.І. — за цикл робіт «Дослідження напруженості та оптимізація конструкцій складної форми при високих температурах».

1986 — Фролов К.В. — за цикл робіт «Розробка методів віброзахисту людини-оператора та моделювання динаміки систем «людина-машина».

1987 — Лотарєв В.О. — за цикл робіт по авіаційному моторобудуванню.

1988 — Гришин О.Ф., Горбулін В.П., Кудін В.Д. — за роботу «Автоматизація про-

цесів збору, обробки і аналізу результатів вимірів, одержуваних при натурних випробуваннях зразків нової техніки».

1989 — Задонцев В.А., Григор'єв Ю.Є., Манько І.К. — за цикл робіт «Забезпечення поздовжньої стійкості замкнених автоколевальних гідромеханічних систем».

1990 — Борисенко В.О., Харченко В.К., Санін Ф.П. — за цикл робіт «Високотемпературна міцність тугоплавких і композиційних матеріалів та їх застосування в апаратах космічної техніки».

1991 — Коваленко М.Д., Конюхов С.М., Кукушкін В.І. — за цикл робіт «Дослідження термогазодинаміки високоентальпійних потоків і розробка енергетичних установок, що забезпечують високі характеристики літальних апаратів».

1992 — Грінченко В.Т., Макаренков А.П., Салтанов М.В. — за цикл робіт «Дослідження структури гідродинамічних полів і рівня гідродинамічних шумів протяжних антен».

1993 — Ларін В.Б., Морозов О.Д. — за цикл робіт «Підвищення ефективності оцінок результатів випробувань нової техніки».

1994 — Басс В.П., Тимошенко В.І., Шувалов В.О. — за цикл робіт «Розробка експериментально-теоретичних методів та комплексні дослідження з аерогазодинаміки і електроплазмодинаміки об'єктів ракетно-космічної техніки».

1995 — Блохін Л.М., Азарсков В.М., Держак С.В. — за цикл науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт «Розробка методології створення оптимальних і модифікація існуючих імітаторів аерокосмічного збуреного польоту і оптимальних систем стабілізації рухомих об'єктів».

1996 — Алексєєв Ю.С., Машенко О.М., Негода О.О. — за цикл робіт «Вдосконалення моделей експлуатації космічного ракетного комплексу «Циклон» для забезпечення

підтримки його експлуатаційних характеристик і високого рівня надійності в умовах обмеженого виробництва і зменшення кількості пусків ракет-носіїв».

1997 — Алпатов А.П., Гудрамович В.С., Переверзев Є.С. — за цикл робіт «Розробка експериментально-теоретичних методів та дослідження довговічності об'єктів ракетно-космічної техніки».

1998 — Богомаз Г.І., Пилипенко О.В., Довгоцько М.І. — за цикл робіт «Розробка теоретико-експериментальних методів дослідження динамічної навантаженості та динамічної сумісності рідинних ракетних двигунних установок і конструкцій ракет-носіїв космічних апаратів».

1999 — Дзюїн В.К., Ісаєнко М.І., Ткаченко В.Д. — за цикл робіт «Створення нової технології обробки та автоматизованого аналізу телеметричної інформації, отримуваної під час пусків ракети-носія «Зеніт».

2001 — Кравчук Л.В., Куріат Р.І., Ескін Е.О. — за цикл праць «Методи та результати дослідження несучої здатності теплозахисних та жароміцних покриттів елементів конструкцій аерокосмічної техніки в умовах інтенсивних теплових потоків».

2003 — Белецька Н.Г., Заволока О.М., Шептун А.Д. — за цикл робіт «Дослідження

сучасних проблем динаміки польоту об'єктів ракетно-космічної техніки».

2005 — Поляков М.В., Дронь М.М., Легеза В.С. — за цикл робіт з гідрогазодинаміки та динаміки польоту літальних апаратів.

2007 — Слюняєв М.М., Маймур Г.А., Шульга В.А. — за роботу з вирішення деяких невідкладних глобальних проблем сучасності засобами ракетно-космічної техніки».

2010 — Шнякін В.М., Конох В.І., Усатюк Л.М. — за цикл праць «Створення рідинних ракетних двигунів з високими енергомасовими характеристиками».

2013 — Дегтярев О.В., Коноваленко О.О., Асюшкин В.А. — за цикл праць «Створення ракетно-космічного комплексу з ракетою-носієм «Зеніт-3Ф» та реалізація космічної місії з радіотелескопом «Спектр-Р».

2016 — Ніколаєв О.Д., Свириденко М.Ф., Книшенко Ю.В. — за цикл робіт «Дослідження динаміки систем живлення двигунних установок космічних ступенів ракет-носіїв».

2019 — Радченко М.О., Тарасов С.В., Редчиць Д.О. — за цикл робіт «Динаміка та аеродинаміка перспективних просторово розвинених транспортних і енергетичних систем».

В.О. Цибань

Хронологія ключових подій і фактів у галузі ракетно-космічної науки і техніки України (1951–2020)

1951, 9 травня. Організовано Дніпропетровський машинобудівний завод для серійного випуску ракет, створених в ОКБ-1 під керівництвом С.П. Корольова – ракет Р-1, Р-2 і Р-5.

1951, 21 вересня. Харківський завод «Електроінструмент» перетворено у ВО «Комунар», призначене для серійного випуску апаратури бортових автономних систем керування (СК) ракет і наземного випробувально-пускового електрообладнання.

1951. Створено фізико-технічний факультет Дніпропетровського університету для комплексної підготовки фахівців з ракетно-космічної техніки.

1952, 2 січня. З метою якнайшвидшого освоєння серійного виробництва апаратури систем керування для ракет Р-1 на заводі «Комунар» організовано СКБ-897, головний конструктор – А. М. Гінзбург.

1952, червень. Директором Дніпропетровського машинобудівного заводу призначено Л.В. Смірнова.

1952, листопад. Здійснено перший успішний пуск ракети Р-1, виготовленої на заводі Південмаш.

1953, 6 лютого. В Києві на базі Електромеханічного заводу організовано завод № 679 (Київський радіозавод), підпорядкований Міністерству оборонної промисловості СРСР. Основна задача підприємства – освоєння та виробництво радіолокаційних систем для оборонної техніки.

1953, червень. На заводі Південмаш виготовлено перші ракети Р-2.

1953. КБ заводу Південмаш розпочало розробку ракети Р-12 – першої в країні стратегічної ракети середньої дальності з повністю автономною інерційною СК.

1954, 10 квітня. На базі відділу головного конструктора Південмаш заводу створено Особливе конструкторське бюро-586 (з 1 жовтня 1966 – КБ «Південне»). Головний конструктор – М.К. Янгель, заст. – В.С. Будник.

1955, 13 серпня. Рада Міністрів СРСР прийняла постанову, якою зобов'язала Міністерство оборонної промисловості СРСР залучити науково-дослідні установи АН УРСР до виконання завдань, пов'язаних з розробкою ракети Р-12 в КБ «Південне».

1955, жовтень. Розроблено ескізний проект ракети Р-12 (8К63).

1955. В СКБ заводу «Комунар» створено СК порохової тактичної ракети «Онега», в основу якої покладено принцип «чистого» інерціального керування.

1956, грудень. Рада Міністрів СРСР прийняла Постанову «Про створення міжконтинентальної балістичної двоступінчастої ракети Р-16». Розробку доручено КБ «Південне» (у листопаді 1957 розроблено її ескізний проект).

1956. На Харківському заводі «Комунар» вперше організували серійне виробництво вимірювально-перетворювальних головок для систем нормальної і бічної стабілізації руху центру мас ракети.

1957, 22 червня. Перший успішний пуск одноступінчастої ракети Р-12 з полігону Капустин Яр. Стала першою стратегічною ракетою на висококипячих компонентах палива з повністю автономною системою керування. Прийнята на озброєння 4 березня 1959.

1957. В КБ «Південне» розпочато розробку міжконтинентальної балістичної ракети Р-16.

1958, 2 липня. ОКБ-586 доручено розробку бойової ракети Р-14 (8К65)

(у грудні 1958 представлено її ескізний проєкт).

1958, жовтень. На заводі Південмаш розпочато серійне виробництво ракет Р-12 (8К63).

1958. Харківський завод «Комунар», як єдиний в країні серійний виробник апаратури СК ракет, отримав завдання освоїти виробництво і почати випуск бортової і наземної апаратури СК ракети Р-7 (8К71).

1958. В КБ «Південне» розпочато розробку рульових двигунів для першого й другого ступенів МБР 8К64.

1959, 11 квітня. В Харкові на базі СКБ-897 (Об'єднання «Комунар» і СКБ-285 Харківського заводу ім. Шевченка) створено ОКБ-692 (з 1 серпня 1966 – КБ «Електроприладобудування», з 1991 – НВО «Хартрон»). Головний конструктор Б.М. Конопльов.

1959, травень. ОКБ-692 почало розробку автомата стабілізації та виготовлення приладів СК ракети Р-16 (8К64). Головний конструктор автомата стабілізації, наземного пускового і перевірного устаткування – А.М. Гінзбург, головний конструктор СК – В.І. Кузнецов.

1959, 31 серпня. Здійснено перший пуск ракети Р-12У (8К63У) з експериментальної шахтної пускової установки «Маяк».

1960, 14 червня. Підписано наказ «Про створення ШПУ ракет Р-12, Р-14 і Р-16.

1960, червень. Прийнято рішення про розробку уніфікованої ракети Р-12В (8К63В) для наземних стартів і ШПУ. Перший випробувальний пуск ракети Р-12У здійснено 30 грудня 1961.

1960, 6 липня. Проведено льотно-конструкторські випробування одноступінчастої балістичної ракети Р-14 оснащеної трьома видами термоядерних боєголовок. Прийнята на озброєння в лютому 1961.

1960, 8 серпня. Постановою уряду затверджено програму космічних досліджень, запропоновану КБ «Південне».

1960, 24 жовтня. На космодромі Байконур під час приведення в пусковий стан ракети Р-16 (8К64) стався її вибух, внаслідок чого загинуло 92 людини.

1960, 16 листопада. Начальником та головним конструктором ОКБ-692 призначено В.Г. Сергеева.

1960. В КБ «Південне» розпочато розробку ракетного комплексу «Інтеркосмос», в якості першого ступеня використано бойову балістичну ракету Р-14. В 1962 розробки передано у філіал КБ в м. Красноярськ (головний конструктор М.Ф. Решетньов). Запуск РН «Інтеркосмос» відбувся 28 серпня 1964 з космодрому Байконур.

1960. В КБ «Південне» розпочато розробку багатофункціонального двигуна РД853 для другого ступеня ракети 8К66.

1961, 2 лютого. Перший успішний пуск важкої двоступінчастої ракети Р-16 (8К64). Прийнята на озброєння в червні 1963.

1961, березень. В КБ «Південне» розроблено ескізний проєкт ракети Р-26 (8К66).

1961, квітень. В ОКБ-692 випущено ескізний проєкт СК двоступінчастої ракети-носія «Космос-2» (11К65) створеної на базі бойової ракети Р-14.

1961, 10 жовтня. Здійснено перший пуск уніфікованої (шахтного і наземного базування) ракети Р-16У з наземного старту.

1961, 30 жовтня. Прийнято постанову уряду про створення РН 65С3 на базі бойової ракети Р-14 та КА «Метеор», «Стріла» і «Бджола».

1961. Почалося виробництво апаратури СК ракети Р-16 за документацією ОКБ-692 (нині «Хартрон») на серійних заводах.

1961. В КБ «Південне» розпочато роботи зі створення рульових двигунів

для першого й другого ступенів ракети 8К67, що працюють на новій парі компонентів палива – тетраоксиді діазоту (АТ) і НДМГ.

1961. Розроблено фізичні основи моделювання умов космосу та створено комплекс високовакуумного криогенного обладнання для імітації в лабораторних умовах факторів космічного простору, випромінювання Сонця, радіаційних поясів Землі, умов на поверхні Місяця і Марса (Б.І. Веркін та ін.; Фізико-технічний інститут низьких температур АН УРСР). На цьому обладнанні проходили випробування вузли «місяцехода» та «марсохода», численні елементи космічної техніки.

1962, 12 січня. Відбувся перший пуск ракети Р-14У (8К65У) з наземного старту.

1962, 16 березня. Здійснено перший успішний пуск ракети-носія 63С1 з автономною системою керування розробки ОКБ-692. На орбіту виведено супутник ДС-2 («Дніпропетровський супутник») розробки КБ «Південне», що одержав назву «Космос-1» – перший супутник розроблений в Україні.

1962, 16 квітня. Прийнято постанову уряду про створення ракети Р-36 (8К67), орбітальної ракети Р-36 (8К69), місячної ракети Р-56 (8К68) з виведенням на орбіту космічних апаратів масою до 30 тонн.

1962, червень. Здійснено льотно-конструкторські випробування ракети Р-16 із шахтно-пускової установки (Р-16У). В липні 1963 ракетний комплекс Р-16У прийнято на озброєння.

1962, липень. В СРСР проведено висотні ядерні вибухи (операції «К-1» і «К-2») з використанням ракет Р-12.

1962, вересень. В рамках операції «Тюльпан» проведено два успішні пуски серійних ракет Р-14, оснащених ядерними зарядами, з Ачинського полігона (під Читєю) по бойових полях полігона на о. Нова Земля.

1962, вересень. Розроблено проєкт автономної інерціальної СК ракети Р-36 (8К67), що забезпечує високу точність стрільби і боєготовність.

1962, грудень. В ОКБ-692 випущено ескізний проєкт орбітального варіанту ракети Р-36 (8К69). В процесі проектування СК було розроблено принципово нові технічні рішення, що не мали аналогів у світовій практиці.

1962. Для ракет Р-14 і Р-16 відпрацьовано нові уніфіковані для обох ракет головні частини 8Ф115 («легкого» типу) і 8Ф116 («важкого» типу) з новим бойовим зарядом.

1962. Розпочато систематичні поляриметричні спостереження Марса (Головна астрономічна обсерваторія АН УРСР).

1962. Введено в дію радіотелескоп ІД-2 (А.В. Мень та ін.; Інститут радіофізики і електроніки АН УРСР).

1962. Розроблено проєкт автономної інерціальної СК ракети Р-36 (8К67) і випущено ескізний проєкт СК орбітального варіанта ракети Р-36орб (8К69). Застосований принцип побудови приладів став прообразом цифрової обчислювальної системи.

1962. В «Південне» розпочалося проектування РРД РД854 на паливі АТ+НДМГ без допалювання генераторного газу для гальмової русійної установки орбітальної головної частини МБР 8К69. Під час проектування двигуна вперше в практиці вітчизняного двигунобудування розроблено й освоєно у виробництві трубчасте сопло камери двигуна (відпрацювання завершено 1967).

1962–63. В «Південне» розроблено штучні супутники Землі ДС-МГ і ДС-МТ для дослідження магнітного поля Землі та варіацій інтенсивності космічних променів.

1963, 22 травня. Прийнято постанову РМ СРСР про створення надважкої ра-

кети-носія Р-56 (головний конструктор М.К. Янгель). Основне призначення: пілотований обліт Місяця, посадка на Місяць автоматичного космічного апарата, запуск АМС в бік Марса і Венери. Головним по СК визначено ОКБ-692.

1963, 22 травня. Постановою уряду ОКБ-586 доручено розробку ракети РТ-20П (8К99) з рухомою наземною стартовою установкою.

1963, 15 липня. Ракетні комплекси Р-12В, Р-14У і Р-16У прийнято на озброєння.

1963, жовтень. Урядом затверджено Програму космічних досліджень малими ШСЗ, що запускаються РН «Космос».

1963, грудень. Прийнято в експлуатацію апаратуру СК в складі ракет 11К65 і 8К67. У СК РН 11К65, розробленої ОКБ-692, вперше застосовано електронні обчислювальні прилади, що забезпечують більш точне виведення ШСЗ на задані орбіти.

1963. В КБ «Південне» розпочато розробку маршового твердопаливного двигуна (РДТП) першого ступеня 15Д15 для комбінованої ракети 8К99.

1963–66. Вченими Фізико-механічного інституту АН УРСР створено засоби вихорострумового контролю товщини стінки та виявлення дефектів типу неелектропровідних (металургійних) включень у великогабаритних панелях, використовуваних у конструкціях космічних апаратів.

1964, 18 серпня. Здійснено перший пуск ракети-носія «Космос-2» (11К65). На навколосезну орбіту вперше однією ракетою виведено три супутника («Космос-38», «Космос-39», «Космос-40»)

1964. В КБ «Південне» розроблено ескізний проект нового уніфікованого космічного апарата ДС-УЗ, який став базовим для створення ДС-УЗ-ІК і ДС-УЗ-С для досліджень Сонця.

1964. Вийшла постанова Уряду про створення першої вітчизняної косміч-

ної системи радіотехнічної розвідки. Розробку космічних комплексів було доручено КБ «Південне», апаратури радіотехнічної розвідки – Центральному науково-дослідному інституту радіотехнічних вимірювань. Перший запуск супутника оглядової радіотехнічної розвідки відбувся в 1967.

1964. В КБ «Південне» розпочато роботи зі створення маршового двигуна РД857 другого ступеня комбінованої ракети 8К99, для якого вперше розроблено схему з допалюванням відновлювального генераторного газу в камері згоряння. На цьому двигуні також уперше керування вектором тяги здійснено за допомогою вдування генераторного газу в надзвукову частину сопла.

1964. В Інституті електрозварювання АН УРСР спільно з дослідно-конструкторським бюро КБ-1 (м. Корольов Моск. обл.) розроблено комплексну програму наукових досліджень, мета якої – створення апаратури і технологій для з'єднання матеріалів у космосі методом зварювання.

1965, 13 липня. Здійснено перший успішний пуск ракети Р-36 (8К67) з ШПУ.

1965, 16 грудня. Здійснено перший пуск орбітального варіанта ракети Р-16 (8К69) по суборбітальній траєкторії.

1965. КБ «Південне» взяло участь в радянській місячній програмі, у рамках якої розпочалося розроблення ракетного блока (блока Е) місячного корабля комплексу 11А52. У цілому блок РРД місячного посадкового модуля був одним із найнадійніших серед свого класу двигунів.

1965. В Інституті електрозварювання АН УРСР виконано комплекс досліджень процесів зварювання в умовах, імітуючих умови космічного простору, визначено вимоги до технології та обладнання, розроблено універсальну установку «Вулкан».

1965. В Харкові створено Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування (НДТІП) в складі Міністерства загального машинобудування СРСР для вирішення задач організації виробництва приладів, створення нових технологій, матеріалів та засобів технологічного оснащення, механізації та автоматизації процесів виготовлення ракетно-космічної техніки та товарів народного споживання.

1965–67. В КБ «Південне» створено супутник «Космічна стріла» для оптичного зондування Землі з космосу з метою визначення її будови та стану.

1966, 29 травня. ОКБ-692 отримало замовлення від ОКБ-52 на розробку комплексу систем керування надпотужної ракети-носія УР-700 і місячного пілотованого корабля ЛК-700.

1966, 25 червня. Ракетою-носієм 8А92М виведено на орбіту КА «Метепор».

1966. В КБ «Південне» розпочато створення на базі орбітального варіанта ракети Р-36, РН з більш високими енергетичними можливостями для запуску КА УСК-МО системи раннього виявлення запуску балістичних ракет – «Циклон-3» (11К68). Перший пуск 24 червня 1977.

1966. Розпочато проектування двигуна РД861 для третього ступеня РН «Циклон-3». Цей двигун мав досить високі енергомасові характеристики (відпрацювання завершено 1972).

1967, 21 березня. РН «Космос» виведено на орбіту КА ДС-МО («Космічна стріла»), оснащений (вперше в світовій практиці) аеродинамічною системою стабілізації.

1967, 27 жовтня. Відбувся перший пуск РН «Циклон-2А» (11К67) з СК ракети Р-36 (8К67).

1967. Здійснено перший пуск ракети Р-16 (8К69) по орбітальній траєкторії на повну дальність.

1967. Розроблено ескізний проект ракети-носія 11К68 «Циклон-3».

1967. В КБ «Південне» створено перший в світі комплекс засобів подолання протиракетної оборони «Лист». Він успішно пройшов льотні випробування і прийнятий на озброєння (перші роботи почалися в 1963). На бойових блоках «Листа» було радіопоглинальне покриття, розроблене вченими Харківського фізико-технічного інституту та Інституту проблем матеріалознавства АН УРСР.

1968, травень. Створено триканальну бортову цифрову обчислювальну машину (БЦОМ) 1А200. Значну допомогу в її створенні надали вчені Інституту кібернетики АН УРСР.

1968, серпень. Запущено ракету Р-36П (8К67П) – модифікацію МБР 8К67, характерною ознакою якої було оснащення її головною частиною, що розділяється, у складі 3-х бойових блоків (26 жовтня 1970 прийнята на озброєння).

1968, вересень. В КБ «Південне» випущено аванпроект ракети МР-УР100.

1968, 16 жовтня. Постановою Президії АН УРСР утворено Комісію космічних досліджень АН УРСР та визначено її склад, затверджено положення про її діяльність. Комісію очолив Президент АН УРСР Б.Є. Патон, його заступник – віце-президент АН УРСР Г.С. Писаренко.

1968. Розроблено та впроваджено комплекс технологій зварювання, пайки та інших виробничих процесів, які забезпечують ампулізацію і високу бойову готовність міжконтинентальних балістичних ракет з ядерними боеголовками (Інститут електрозварювання АН УРСР, КБ «Південне», Південний машинобудівний завод).

1969, березень. В КБ «Південне» розроблено ескізний проект ракети Р-36 (8К67П) з РГЧ.

1969, 3 серпня. Розпочато льотно-конструкторські випробування РН «Циклон-2» (11К69). Один з найнадійніших космічних носіїв легкого класу в світі — понад сотні вильотів без жодної аварії.

1969, 2 вересня. Вийшла постанова Уряду про розробку та виготовлення ракетного комплексу Р-36М (15А14).

1969, вересень. В Харківському КБ «Електроприладобудування» під керівництвом В.Г. Сергеева розроблено ескізний проєкт СК альтернативного пілотованого ракетно-космічного комплексу УР-700 Головного конструктора В.М. Челомея для польоту до Місяця. У роботі детально розглянуто різні варіанти керування посадкою на Місяць і повернення екіпажу на Землю.

1969, вересень. Під керівництвом В.Ф. Уткіна в КБ «Південне» розпочато розробку космічного комплексу «Зеніт». Призначений для виведення КА на орбіти ШСЗ і відлітні траєкторії до планет Сонячної системи. Перший успішний пуск відбувся 13 квітня 1985. Згодом розробками керував С.М. Конюхов.

1969, 14 жовтня. Запущено штучний супутник Землі «Інтеркосмос-1» (ДС-УЗ-ІК-1).

1969, 16 жовтня. На борту космічного корабля «Союз-6» космонавти В.М. Кубасов і Г.С. Шонін на розробленій Інститутом електрозварювання АН УРСР універсальній установці «Вулкан» вперше в світі здійснили зварювання та різання металів в умовах космосу.

1969, грудень. В Харківському КБЕ розроблено ескізний проєкт СК ракети Р-36М (15А14) головного конструктора В.Ф. Уткіна з моноблоковими, що розділяються і маневруючими головними частинами. Це була перша вітчизняна СК МБР на основі застосування бортових цифрових обчислювальних машин.

1969. В КБ «Південне» розпочато розробку МБР 15Ж43 і, у т.ч. твердо-

паливного ракетного двигуна (РДТП) першого ступеня — 15Д122.

1970, березень. В КБ «Південне» розроблено ескізний проєкт ракетного комплексу Р-36М (15А14) з ШПУ підвищеної захищеності (взята на озброєння 25 грудня, 1974).

1970, червень. Почалося виробництво апаратури СК ракет Р-36М і УР-100Н на серійних заводах.

1970, 19 серпня. Постановою Уряду КБ «Південне» доручено розробку ракетного комплексу з міжконтинентальною ракетою МР-УР100 (15А15) з виходом на ЛКВ у 1973.

1971, вересень. Постановою Уряду КБ «Південне» доручено надання технічної допомоги в створенні перших індійських ШСЗ.

1971, 22 жовтня. Реалізовано мінометний старт в першому експериментальному пуску ракети 15А14.

1971, 29 жовтня. Головним конструктором і керівником КБ «Південне» призначено В.Ф. Уткіна.

1971, 27 грудня. Ракетою-носієм К65М виведено на орбіту КА «Ореол-1», створений КБ «Південне» спільно з Французьким космічним центром.

1972. В КБ «Південне» завершено розробку та відпрацювання двигуна РД862.

1973, 21 лютого. Здійснено успішний пуск ракети 15А14 з моноблочною ГЧ.

1973, 19 квітня. Ракетою-носієм 11К63 виведено на орбіту космічний апарат ДС-У2-ІК-8 («Інтеркосмос-Коперник-500»).

1973. Вийшов перший номер науково-технічного періодичного збірника «Космічні дослідження в Україні» (відповідальний редактор, Г.С. Писаренко).

1973. В КБ «Південне» створено на принципах уніфікації та увійшов у серію найбільший для того часу маршовий двигун 15Д65 масою 48 т і тягою 182,7 тс для першого ступеня баліс-

тичної ракети морського базування 3М65.

1973. КБ «Південне» доручено розробку маршового двигуна 3Д65 для першого ступеня ракети 3М65, яку розташовано в шахті підводного човна, і яка стартує як з надводного, так і з підводного положення.

1973–76. Створено обладнання та технології виготовлення паливних баків, несучих та інших конструкцій ракетно-космічної техніки з алюмінієвих і титанових сплавів із застосуванням електронно-променевого зварювання (О.К. Назаренко, Д.М. Рабкін, С.М.Гуревич, А.А. Бондарев та ін.; Інститут електрозварювання АН УРСР).

1974, 30 серпня. Постановою Уряду КБ «Південне» доручено розробку командної ракети 15А11 системи «Периметр» для керування об'єктами бойового призначення в надзвичайних умовах (в грудні 1977 розроблено її ескізний проєкт на базі ракети 15А16, протягом грудня 1979 – березня 1982 проведено ЛКВ, в січні 1985 взято на озброєння).

1974. Створено систему цифрової обробки зображень, за допомогою якої оброблено зображення Марса, одержані автоматичними міжпланетними станціями «Марс-3» і «Марс-5»; за даними космічних апаратів «Піонер-Венера-1» побудовано карти місцевості Венери та синтезовано стереограми великих районів її поверхні (О.Я. Усиков із співробітниками; Інститут радіофізики і електроніки АН УРСР).

1975, 19 квітня. Ракетою-носієм 8К65М виведено на орбіту перший індійський штучний супутник Землі «Аріабхата», створений спільно з КБ «Південне».

1975. КБ «Південне» випустило технічну пропозицію на створення космічного ракетного комплексу 11К77, названого в подальшому «Зеніт».

1975. КБ «Південне» створило твер-

допаливні двигуни 15Д206 і 15Д207 для першого і другого ступенів дослідних РТ-23 шахтного (15Ж44) і рухомого залізничного (15Ж52) варіантів базування.

1975. Започатковано широкомасштабні радіофізичні дослідження природного середовища з аерокосмічних носіїв методами дистанційного зондування поверхні Землі та створення радіофізичних комплексів, зокрема, радіолокатора бокового огляду. Встановлені на супутниках «Космос-1500» і «Космос-1602». Забезпечили в 1983 виведення з льодового полону в Арктиці каравану з 26 суден та керування з космосу рятуванням у 1985 дослідницького судна «Професор Сомов» поблизу Антарктиди. Розроблену апаратуру впроваджено в серійне виробництво і встановлено на супутниках серії «Океан» в Росії та «Січ» в Україні. (В.П. Шестопапов, А.І. Калмиков та ін.; Інститут радіофізики і електроніки АН УРСР).

1976, 19 червня. Ракетою-носієм 11К65М виведено на орбіту автоматичну універсальну орбітальну станцію АУОС-3 («Інтеркосмос-15»).

1976, 23 червня. Постановою Уряду КБ «Південне» доручено розробити ракетний комплекс РТ-23 з легкою міжконтинентальною балістичною ракетою 15Ж44 на твердому паливі зі стартом з шахтної пускової установки.

1976, 16 серпня. Прийнято урядове рішення доручити КБ «Південне» розробку на основі ракетних комплексів Р-36М (15А14) і МР-УР-100 (15А15), які перебувають на озброєнні радянських ракетних військ, нових комплексів з покращеними тактико-технічними характеристиками – Р-36М УТТХ (15А18) і МР-УР100 УТТХ (15А16). Їх було розроблено, випробувано та в грудні 1980 прийнято на озброєння.

1976, серпень. Розроблено СК ракети-носія 11К68 («Циклон-3»).

1976. Розпочато розробки РН «Енергія» космічного комплексу «Енергія–

Буран». Застосовано нову модифікацію алюмінієвого сплаву, який міг витримувати великі навантаження, що виникають при польоті ракети. Перший старт РН з вантажним відсіком відбувся з Байконуру 15 травня, 1987, з орбітальним кораблем в 1988.

1976. В КБ «Південне» у ході створення 15A18 розпочато розробку чотирикамерного двигуна РД864, що працює на АТ і НДМГ за схемою без допалювання генераторного газу. Для цього двигуна було вперше розроблено і застосовано агрегати регулювання на зустрічних струменях високого тиску, що відрізняються високою точністю і швидкодією.

1977, лютий. Розроблено ескізний проєкт ракети-носія 11К77 («Зеніт»).

1977, березень. Розроблено ескізний проєкт ракетного комплексу РТ-23 (15Ж44) стаціонарного базування.

1977, 24 червня. Розпочато ЛКВ ракети-носія 11К68 («Циклон-3»), проведено перший пуск з виводом на орбіту КА «Космос-921».

1977, 17 липня. На орбіту виведено транспортний корабель постачання «Космос-929» комплексу «Алмаз».

1977. Вперше на базі БЦОМ побудовано СК космічного апарата – транспортного корабля постачання орбітального космічного комплексу «Алмаз». Ця система стала базовою для всіх наступних розробок підприємства в галузі СК космічних апаратів.

1977. В КБ «Південне» для РН «Зеніт-2» розроблено двигун РД-8.

1977–80. Б.Є. Патон, В.Ф. Лапчинський, О.А. Загребельний і В.В. Стесін розробили установки «Випаровувач», «Випаровувач-М» і «Янтар», на яких кілька екіпажів орбітальних станцій «Салют» і «Мир» протягом 1979–89 провели серію технологічних експериментів.

1978, 28 червня. Запущено космічний апарат радіотехнічного спостереження

«Цілина-Д» на РН «Циклон-3» (прийняті на озброєння в 1980).

1978. Вперше в СРСР створено технологію «електронного пуску». Харківське НВО «Електроприлад» спільно з Інститутом кібернетики АН УРСР розробили автоматизовану систему виробництва програм, в рамках якої створено спеціальну технологію «Електронний пуск» для відпрацювання з реальними польотними завданнями високонадійного програмного забезпечення бортової цифрової обчислювальної машини.

1979, 12 лютого. Ракетою-носієм «Циклон-3» (11К68) виведено на орбіту КА «Океан-Е» №1, чим започатковано океанографічні дослідження за допомогою космічних апаратів розробки КБ «Південне».

1979, 1 червня. Прийнято постанову Уряду про початок розробки ракети РТ-23 з поліпшеними тактико-технічними характеристиками (РТ-23 УТТХ) і комплексів на її основі. Головні розробники комплексів: КБ «Південне» – шахтного і залізничного комплексів, Московський інститут теплотехніки – ґрунтового комплексу.

1979, 7 червня. Виведено на орбіту індійський супутник «Бхаскара-1», створений спільно з КБ «Південне».

1979, червень. Завершено ЛКВ ракетного комплексу УР-100Н УТТХ з уніфікованою СК НВО «Електроприлад».

1979, червень. В КБ «Південне» розроблено технічну пропозицію на ракетний комплекс «Воевода» з важкою МБР четвертого покоління.

1979, листопад. Завершено ЛКВ ракетного комплексу 3-го покоління Р-36М УТТХ з уніфікованою СК НВО «Електроприлад».

1979, листопад. Виготовлено перший комплект БЦОМ М6 – машини третього покоління.

1979, грудень. Здійснено перші пуски командних ракет 15A11 системи «Периметр» з космодрому Байконур.

1979. КБ «Південне» спільно з НВО «Енергія» розробило проєктні матеріали щодо можливості використання ракетного-комплексу «Зеніт» для запуску багатоцільового вантажопасажирського корабля 7К-М «Зоря».

1980, січень. Завершено льотно-конструкторські випробування РН 11К68 («Циклон-3»).

1980, травень. Розпочато ЛКВ крилатої ракети 3М25 («Метеорит») з наземного старту.

1980, червень. Розроблено ескізний проєкт РТ-23 (15Ж52).

1980, вересень. У НВО «Електроприлад» розпочато роботи з проєктування СК для КА «Око-1» системи раннього попередження про запуски ракет.

1981, 19 червня. Здійснено автоматичне стикування транспортного корабля постачання з орбітальною станцією «Салют-6» за допомогою системи автоматичного зближення й причалювання розробленої НВО «Електроприлад». Ідеологія автоматичного стикування і метод стабілізації великогабаритної пружної зв'язки є досягненням світового рівня.

1981, 21 вересня. Ракетою-носієм 11К68 виведено на орбіту КА «Ореол-3», розроблений в КБ «Південне» спільно з французьким космічним центром.

1982, червень. Випущено ескізний проєкт ракетного комплексу четвертого покоління «Воевода» (Р-36М2) з багатоцільовою МБР важкого класу 15A18М «Сатана» (березень 1986 на космодромі Байконур розпочато його ЛКВ, 11 серпня 1988 – взято на озброєння).

1982, листопад. Випущено ескізний проєкт ракети Р-23 УТТХ.

1982. Завершено розробку процесора М6М. На його основі розроблено БЦОМ для РН 11К25 і Р-36М2.

1982. У НВО «Електроприлад» розпочато роботи з проєктування СК модулів орбітальної станції «Мир».

1982. В КБ «Південне» завершено розробку РДТП маршового двигуна 3Д65 для першого ступеня ракети морського базування 3М65.

1983, 9 серпня. Прийнято постанову РМ СРСР про створення єдиної ракети для трьох варіантів базування: стаціонарного та мобільного (залізничного і ґрунтового). На базі ракетного комплексу РТ-23 в КБ «Південне» розроблено РК «Молодець» (РТ-23УТТХ) в двох варіантах – рухомому залізничному з трьохступінчастою ракетою на твердому паливі МБР 15Ж61 і стаціонарному шахтного базування з твердопаливною МБР 15Ж60 (28 листопада 1989 взято на озброєння).

1983. Створено й впроваджено систему графічного відображення інформації для Центру керування пілотованими космічними польотами (В.І. Скуріхін, Інститут кібернетики АН УРСР).

1984, 18 січня. Вперше проведено запуск міжконтинентальної балістичної ракети РТ-23 (15Ж52), розробленої в КБ «Південне», із залізничної пускової платформи.

1984, 13 квітня. Розпочато ЛКВ ракети-носія середнього класу «Зеніт-2» (11К77) – проведено перший пуск на Байконурі.

1984, 25 липня. Космонавт С.Є. Савицька під час експедиції космічного корабля «Союз Т-12» до орбітальної станції «Салют-7» вийшла у відкритий космос і виконала протягом 3 годин операції зварювання, різання й наплення за допомогою універсального електронно-променевого ручного інструменту, створеного в Інституті електрозварювання АН УРСР.

1985, 27 лютого. Розпочато льотні випробування ракети 15Ж61.

1985, 13 квітня. Успішний перший пуск РН «Зеніт-» 1Л з космодрому

Байконур (другий успішний пуск – 21 червня 1985).

1985, 27 вересня. Здійснено запуск четвертого транспортного корабля постачання ТКП («Космос-1686»). Подальший розвиток системи керування для об'єктів такого класу проводився в межах розробки транспортних кораблів модульної орбітальної станції «Мир».

1985, вересень. Розпочато роботи по проектуванню СКОС 17М836 для КА «Аракс».

1985. У Фізико-механічному інституті АН УРСР під керівництвом Б.І. Блажкевича, М. А. Ракова і П.М. Сопрунюка створено бортову апаратуру для дослідження електромагнітних полів у космічній плазмі навколо космічних апаратів за міжнародною програмою «Інтеркосмос».

1986, 21 березня. Перший пуск Р-36М2 «Воєвода» на Байконурі.

1986, 31 липня. На полігоні Плесецьк розпочато льотні випробування ракети 15Ж60. Вперше у вітчизняній практиці розроблено високоефективний стаціонарний ракетний комплекс 15ПО60 із твердопаливною ракетою, оснащеною 10-блоковою РГЧ індивідуального наведення, що забезпечувало гарантований зустрічний удар у відповідь в умовах безпосереднього ядерного впливу на позиційний район (взято на озброєння в 1989).

1986–88. Завершено відпрацювання РДТП 15Д290 для мобільних ракет 15Ж61 та РДТП 15Д305, РДТП 15Д339 для ракети 15Ж60. Розпочато їх серійне виробництво.

1987, 15 травня. Здійснено перший пуск найпотужнішої у світі ракети-носія «Енергія» з космічним апаратом «Скіф19ДМ», система керування якого розроблена НВО «Електроприлад».

1988, 1 липня. Вступив в силу Договір між СРСР і США про ліквідацію ракет середньої та малої дальності.

1988, 11 серпня. Ракетний комплекс Р-36М2 з РГЧ 15Ф173 прийнято на озброєння. СК РГЧ розроблено в НВО «Електроприлад». Найпотужніші в світі МБР 15А18М комплексу Р-36М2 за кордоном називались «Сатана». Ракета могла нести 10 головних частин з термоядерними зарядами загальною потужністю 4,5 мегатонни, а кожна головна частина наводилась на свою ціль з мінімальним відхиленням.

1988. КБ «Південне» доручено розробку рушійної установки першого ступеня (15Д365) МБР 15Ж65.

1989, вересень. Постановою Уряду КБ «Південне» доручено розробку проєкта РН «Зеніт» для Австралії.

1989, вересень. Запущено КА «Інтеркосмос-24» (АУОС-3-АВ-ІК) з чехословацьким супутником «Магіон-2» по проєкту «Активний».

1989. КБ «Південне» у кооперації з ЛНВО «Союз» створило твердопаливний двигун 15Д365 для першого ступеня універсальної міжконтинентальної балістичної твердопаливної ракети РТ-2ПМ2 (маршові двигуни верхніх ступенів розробляли у МІТ).

1990. Генеральним директором та Головним конструктором НВО «Електроприлад» призначений Я.Е. Айзенберг.

1991, 11 вересня. Генеральним конструктором і начальником КБ «Південне» призначено С.М. Конюхова.

1991. Конструкторському бюро «Південне» присвоєно ім'я М.К. Янгеля.

1991, 18 грудня. Здійснено перший запуск космічного апарата дистанційного зондування Землі 71Х6 (розробка НВО ім. С.О. Лавочкина, Росія, СК апарата створено в НВО «Хартрон»).

1991, 18 грудня. Ракетою-носієм 11К68 виведено на орбіту КА «Інтеркосмос-25» (з чехословацьким супутником «Мігіон») в рамках проєкту «Активний плазмовий експеримент».

1991, 30 грудня. В Мінську в рамках СНД укладено Угоду про спільну діяльність з дослідження і використання космічного простору.

1991. В КБ «Південне» розроблено аванпроекти ракетних комплексів п'ятого покоління Р-36МЗ та РТ-23М, але розпад СРСР зупинив їх подальшу розробку.

1991. М.Є. Темченко і В.О. Стороженко (Інститут математики АН України), С.В. Малашенко та П.Г. Шишкін (Інститут механіки АН України) обгрунтували створення в КБ «Південне» відцентрового стенда-центрифуги «Ротор-Ю» для випробування приладів ракетно-космічної техніки при лінійних перевантаженнях, з використанням ефекту самобалансування твердих тіл на струнному підвісі.

1992, 28 лютого. Указом Президента України створено Національне космічне агентство України (генеральний директор – В.П. Горбулін), (з 2011 – Державне космічне агентство України).

1992, червень. В КБ «Південне» розроблено ескізний проєкт космічного ракетного комплексу «Space-Clipper» (Туреччина).

1992, жовтень. В рамках конверсійної програми НВО «Хартрон» залучено до створення космічного ракетного комплексу «Стріла» на базі РН МБР УР-100Н.

1993, 6 січня. Постановою Президії АН України схвалено Національну космічну програму України, розроблену Національним космічним агентством України, КБ «Південне» та Академією наук України з метою збереження та розвитку космічної галузі України.

1993, квітень. Вперше у відкритому доступі у французькому «Космічно-авіаційному журналі» № 1921 опубліковано дані про ракетні комплекси, створені в КБ С.П. Корольова, М.К. Янгеля, В.П. Макеєва, В.М. Челомея, А.Д. Надірадзе

за всю історію радянської ракетної техніки.

1993, 25 травня. Кабінет Міністрів України затвердив Першу державну програму України на 1993-1997 рр.

1993, червень. Верховна Рада України прийняла постанову «Про невідкладні завдання збереження та розвитку ракетно-технічного потенціалу України».

1993, жовтень. Урядами Канади, США, України і Швеції підписано договір про створення Українського науково-технічного центру (УНТЦ) для мирної конверсії наукового потенціалу фахівців колишнього СРСР, які займалися розробкою зброї масового ураження.

1993, 25 листопада. Підписано угоду між КБ «Південне», ВО «Південмаш», РК «Енергія» (Росія), фірмами «Boeing» (США) та «Kvaerner» (Норвегія) про створення космічного РК морського базування з РКН «Зеніт-3SL».

1994, 25 січня. Здійснено запуск космічного апарату «Клементина» – об'єднаної місії Командування повітряно-космічної оборони Північної Америки і НАСА. Мета польоту – вивчення астероїдів при зближенні з ними.

1994, 2 березня. Виведено на орбіту космічний апарат АУОС-СМ-КІ (за проєктом «Коронас-І») призначений для дослідження Сонця.

1994, 5 грудня. Підписано Будапештський меморандум – угода між Україною, США, Росією та Великою Британією про неядерний статус України.

1994, 28 грудня. Прийнято постанову Президії НАН України «Про започаткування журналу «Космічна наука і технологія».

1994. Розпочато роботи з проєкування СК для модуля «Зоря» міжнародної космічної станції «Альфа».

1995, березень. Розроблено концептуальний проєкт по ракетному сегменту РК морського базування «Основні кон-

цептуальні рішення по РН «Зеніт-3SL» і «Зеніт-2SL».

1995, 3 травня. Розпочато міжнародний проєкт «Морський старт» – плавучий космодром для запуску ракет «Зеніт-3SL». Підписано угоду про надання пускових послуг із акваторії Тихого океану. Учасниками є: «Boeing» (США), «Kvaerner» (Норвегія), РКК «Енергія» (Росія), КБ «Південне», ВО «Південмаш» (Україна).

1995, 20 травня–1 червня. Здійснено пуск ТКМ «Спектр» і проведено його стикування в автоматичному режимі з орбітальною станцією «Мир» (система керування розроблена в НВО «Хартрон»).

1995, червень. КБ «Південне» приймало участь в Міжнародному авіакосмічному салоні в Парижі.

1995, 31 серпня. Ракетою-носієм «Циклон-3» виведено на орбіту перший український супутник «Січ-1» (розробник СК «Хартрон»).

1995. Рішенням Президії НАН України і Національного космічного агентства України на базі відділу дистанційних методів дослідження природного середовища Інституту радіофізики і електроніки НАН України створено Центр радіофізичного зондування Землі НАН України.

1996, 8 квітня. Спільним наказом НАН України і НКАУ створено Інститут космічних досліджень (директор – В.М. Кунцевич).

1996, квітень. Здійснено пуск і стикування зі станцією «Мир» ТКМ «Природа» (СК розроблено НВО «Хартрон»).

1996, 15 листопада. Верховна Рада України прийняла Закон України «Про космічну діяльність».

1997, 28 березня. Відбувся перший пуск РН «Зеніт-3SL» за міжнародною програмою «Морський старт».

1997, жовтень. Почато розробку СК космічного ракетного комплексу «Дніпро» на базі Р-36М.

1997, 12 листопада. Запущено космічний апарат «Купон» із СК орієнтацією й стабілізацією розробки ВАТ «Хартрон».

1997, 15 листопада–5 грудня. У складі екіпажу космічного корабля «Спейс Шатл Коламбія» здійснив політ перший космонавт України Л.К. Каденюк.

1997. Створено російсько-український консорціум «Космотрас» для використання в комерційних цілях модернізованих балістичних ракет 15A18. Україну в цьому консорціумі представляли КБ «Південне», завод «Південмаш» і ВАТ «Хартрон».

1998, 20 листопада. Запущено на орбіту перший елемент міжнародної космічної станції «Альфа» СКОС розробки «Хартрон», що забезпечила стикування з космічним кораблем «Шаттл».

1999, 28 березня. Вперше здійснено пуск РН з плавучої стартової платформи. Успішний пуск РКН «Зеніт-3SL» в рамках міжнародного проєкту «Морський старт» (виведено на орбіту макет КА «DemoSat», (США). КБ «Південне» виготовляло бортове джерело потужності БДП-729 для рульового агрегату маршового рідинного ракетного двигуна першого ступеня і рульовий рідинний ракетний двигун РД8 (11Д513) другого ступеня РН «Зеніт».

1999, 21 квітня. Здійснено перший пуск українсько-російської ракети-носія «Дніпро», створеної на базі міжконтинентальної балістичної ракети PS-20 «Сатана». Вивела на навколосезну орбіту британський дослідницький супутник. Офіційно внесена до міжнародного реєстру ракет-носіїв, які можуть використовуватися для комерційних запусків.

1999, 17 липня. Ракетою-носієм «Зеніт-2» з космодрому Байконур виведено на орбіту українсько-російський космічний апарат «Океан-О». Вперше телеметричні параметри передавались з борта ракети, що летить, реєструвались,

оброблялись і передавались за допомогою виносного вимірюючого пункту КБ «Південне», розгорнутого в Омані.

1999, 10 жовтня. РКН «Зеніт-3SL» виведено на орбіту КА DirecTV-1R (США) в рамках проекту «Морський старт».

2000, 16 травня. Здійснено пуск ракети-носія «Рокіт» створеної на основі МБР УР-100НУ (15А35) з СК розробки НВО «Електроприлад».

2000, червень. Подано ескізний проект системи керування ракети-носія «Циклон-4».

2000, 29 липня. В рамках проекту «Морський старт» РКН «Зеніт-3SL» виведено на орбіту КА PanAmSat (США).

2000, серпень. КБ «Південне» взяло участь у Міжнародній виставці «ЕКС-ПО-2000» (м. Ганновер, Німеччина).

2000, 15 вересня. Підписано контракт між НВП «Хартрон» і Пекінським дослідним інститутом на проведення робіт з проблемних питань проектування СК РН.

2000, 26 вересня. Здійснено другий пуск РН «Дніпро» з групою КА: «UniSat-1», «MegSat-1» (Італія), «TiungSat-1» (Малайзія), «SaudiSat-1A» і «SaudiSat-1B» (Саудівська Аравія).

2000, 21 жовтня. РКН «Зеніт-3SL» виведено на орбіту КА «Thuraya-1» (США) в рамках проекту «Морський старт».

2001, 4 квітня. Вийшла постанова КМ України «Про державну підтримку розвитку ракетно-космічної галузі та збереження науково-технічного потенціалу КБ «Південне».

2001, 9 травня. В рамках проекту «Морський старт» РКН «Зеніт-3SL» виведено на орбіту космічний апарат «ХМ Radio-1» (США).

2001, 31 липня. Ракетою-носієм «Циклон-3» виведено на орбіту космічний апарат АУОС-СМ-КФ, призначений для дослідження Сонця.

2001, 4 жовтня. Здійснено останній пуск оперативно-тактичної ракети 8К14

Збройних Сил України (із серії пусків в 1998-2001 на підтвердження продовжених термінів експлуатації). Доопрацювання ракет 8К14 під задачі пусків забезпечило КБ «Південне».

2001, 24 жовтня. Підписано контракт з єгипетським Національним управлінням з дистанційного зондування Землі на проектування, виготовлення та запуск КА «EgyptSat-1».

2002, 16 січня. Підписано угоду між Україною і Бразилією про співробітництво у використанні українських РН на космодромі Алкантара (Бразилія) та про захист технологій, пов'язаних з участю України в запусках з цього космодрому.

2002, 15 травня. Підписано угоду між КБ «Південне», ПО Південмаш і ІНТА (Туреччина) по програмі розробки аерокосмічного ракетного комплексу.

2002, 16 червня. В рамках проекту «Морський старт» РКН «Зеніт-3SL» виведено на орбіту космічний апарат Galaxy-IIIС (США).

2002, 25 липня. Виведено на орбіту КА «Аркон» з поліпленими в порівнянні з КА «Аракс» характеристиками системи керування.

2002, 26 липня. На зустрічі партнерів компанії Sea Launch прийнято рішення про початок розробки проекту «Наземний старт» з використанням РН «Зеніт».

2002, серпень. Підписано контракт з американською фірмою на проведення спільних робіт по Новому ракетно-космічному комплексу (типу «Маяк») для запуску КА з території США.

2002, жовтень. Розроблено ескізи проектів КРК «Зеніт-М», РН «Зеніт-3SLБ» та «Зеніт--2SLБ».

2002, 20 грудня. З космодрому Байконур конверсійна РН «Дніпро» вивела на орбіту шість КА: «UniSat-2» (Італія), «SaudiSat-1С» (Саудівська Аравія), «Rubin-2» (Німеччина), «LatinSat-A», «LatinSat-B» та макет «ТреїлБлейзер» (всі США). СК розробки НВП «Хар-

трон» забезпечила виведення супутників на енергетично оптимальні траєкторії.

2002, грудень. КБ «Південне» перемогло в міжнародному тендері розробників РРД для четвертого ступеня європейського космічного носія «Вега».

2003, 26 травня. Ухвалено рішення ЄС і Європейського космічного агентства (ЄКА) про початок робіт над проектом «Галілео» — супутниковою системою навігації як альтернативи американській системі GPS та російській ГЛОНАСС.

2003, 10 червня. В рамках проекту «Морський старт» РКН «Зеніт-3SL» виведено на орбіту космічний апарат «Thuraya-D2» (ОАЕ); 8 серпня — КА «Echostar-IX» (США); 1 жовтня — КА «Galaxy-XIII» (США, Японія).

2003, 28 вересня. Запущено космічний апарат SMART-1 в рамках першої місячної програми Європейського Космічного Агентства (ЄКА).

2003, 5 грудня. Перший пуск ракети-носія «Стріла» з вдосконаленою в НВП «Хартрон» системою керування МБР 15А35.

2003. Розпочато розробку маршового двигуна третього ступеня РН «Циклон-4» РД861К (відпрацювання в 2007); блок маршового двигуна VG143 ЄРН «Вега» (відпрацювання в 2005).

2004, 11 січня. РКН «Зеніт-3SL» виведено на орбіту космічний апарат «Telstar/Estrela do Sul-1» (Бразилія) в рамках проекту «Морський старт».

2004, 16 січня. Розпочато міжнародний проєкт «Наземний старт» — програма, що передбачає надання послуг з космодрому Байконур з використанням ракет-носіїв «Зеніт-3SLБ» та «Зеніт-2SLБ».

2004, червень. Пуск РН «Дніпро» з вдосконаленою НВП «Хартрон» системою керування й виведено на орбіту 8 супутників.

2004, 24 грудня. Виведено в космос супутник дистанційного зондування Землі «Січ-1М» та перший український мікро-супутник «Мікрон».

2006, 25 червня. Успішний запуск ракети-носія «Циклон-2» (11ДО69), систему керування для якої розробив «Хартрон».

2006, 12 липня. З ракетної бази Ясний (Росія) здійснено успішний пуск РН «Дніпро», що вивела на орбіту американський КА «Genesis-1». Система керування розроблена НВП «Хартрон».

2006, 26 липня. Успішний пуск ракети-носія «Рокіт» з розгінним блоком «Бриз-КМ». Система керування розроблена на «Хартрон», забезпечила виведення на сонячно-синхронну орбіту південнокорейського космічного апарата D33 KOMSAT.

2006, 9 грудня. Пуск ракети-носія «Космос-3М» (11ДО65М) із СК розробленою «Хартрон». На цільову орбіту виведено німецький космічний апарат SAR-Lupe для дистанційного зондування Землі.

2006. Розроблено паралельні методи розв'язання задач обробки космічних даних на комплексі СКІТ (Інститут космічних досліджень НАН України).

2007, 17 квітня. З космодрому Байконур здійснено пуск ракети-носія «Дніпро» з першим єгипетським супутником дистанційного зондування Землі «Egyptsat-1», створеним в Україні.

2007, 3 травня. Постановою КМ України затверджено створення Національної супутникової системи зв'язку «Либідь».

2007, 15 червня. Успішний пуск РН «Дніпро» з німецьким КА «TerraSar-X».

2007, 28 червня. Успішний пуск РН «Дніпро» з німецьким КА Genesis-2».

2008, 22 квітня. Розпочато проєкт «Твінінг» — «Прискорення українсько-європейського співробітництва в космічній галузі» з метою зближення

України та Європейського Союзу в космічній сфері.

2008, 28 квітня. З космодрому Байконур відбувся перший пуск модернізованої ракети-носія «Зеніт-3SLB» за програмою «Наземний старт».

2009, 30 січня, З космодрому Плесецьк (Росія), ракетою-носієм «Циклон-3» запущено космічний апарат «Коронас-Фотон», на борту якого встановлено унікальний український супутниковий телескоп електронів та протонів «СТЕП-Ф» (розробка Харківського університету).

2009, 6 липня. З космодрому Плесецьк (Росія) здійснено пуск ракети-носія «Рокіт», система керування якої розроблена в НВП «Хартрон», із трьома російськими супутниками зв'язку.

2009, 29 липня. З космодрому Байконур здійснено успішний пуск ракети-носія «Дніпро-1» із шістьма КА: «DubaiSat-1»(ОАЕ), «Deimos-1» (Великобританія, Іспанія), «UK DMC-2» (Великобританія), «AprizeSat-3», «AprizeSat-4» (США), «NanoSat-1B» (ОАЕ, Іспанія).

2009. В.О. Шувалов, С.М. Кулагін, М.А. Токмак і М.І. Письменний (Інститут технічної механіки НАН України) розвинули теорію діагностики іоносферної плазми та на її основі створили апаратуру для наукового експерименту на борту супутника «Січ-2».

– В.В. Харченко, О.В. Дроздов, В.С. Дзюба, М.К. Кучер і Є.Л. Данильчук (Інститут проблем міцності НАН України) одержали повний комплекс фізико-механічних характеристик перспективних композиційних матеріалів, призначених для застосування в ракетно-космічній галузі.

2010, 8 квітня. З космодрому Байконур здійснено пуск ракети-носія «Дніпро-1» (система керування НВП «Хартрон») з космічним апаратом «CryoSat-2». КА успішно виведений на задану орбіту.

2010, 2 червня. З космодрому Плесецьк здійснено пуск ракети-носія «Рокіт» (система керування НВП «Хартрон») з японським супутником Service-2. Супутник успішно виведений на задану орбіту.

2010, 15 червня. З пускового центру «Ясний» відбувся успішний пуск ракети-носія «Дніпро» з виведенням на задані орбіти французького і шведського космічних апаратів Picard і Prisma. Проведені перші літні випробування українського блоку перспективної авіоніки для систем керування ракет-носіїв, у т. ч. «Циклон-4».

2010, 21 червня. З космодрому Байконур ракетою-носієм «Дніпро» здійснено успішне виведення на задану орбіту німецького космічного апарата TanDEM-X.

2011, 17 серпня. З пускової бази Ясний (Росія) ракетою-носієм «Дніпро» здійснено запуск українського супутника дистанційного зондування Землі «Січ-2».

2012, 13 лютого. З космодрому Куру у Французькій Гвіані відбувся перший пуск нової європейської ракети-носія «Вега» з маршовим двигуном верхнього ступеня української розробки та виготовлення БМД VG 143 (7 травня – другий успішний запуск, 30 квітня 2014 – третій).

2012. Проведено дослідження і розроблено базові технології контактної авіа- і ракетобудування з високоміцних алюмінієвих сплавів в термічно зміцненому стані (С.І. Кучук-Яценко, Інститут електрозварювання НАН України; Південний машинобудівний завод).

2013, 14 квітня. Розпочато проект «Твінінг-2» – «Посилення інституційної спроможності ДКАУ в реалізації європейських космічних програм у сфері супутникової навігації EGNOS/GALILEO та дистанційного зондування

Землі GMES». Учасники проекту – Іспанія та Україна.

2013, 21 квітня. З космодрому США Уоллопс відбувся перший демонстраційний пуск РН «Антарес» (Antares), яка призначена для доставки вантажів на МКС.

2014, 19 червня. З космодрому «Домбаровський» (Росія) ракетою-носієм «Дніпро» здійснено запуск першого українського наносупутника PolyTAN-1 у форматі CubeSat.

2014. Розпочато розробку української протикорабельної крилатої ракети Р-360 «Нептун». Розробник КБ «Луч» (перші успішні льотні випробування в 2018). Береговий ракетний комплекс 360МЦ «Нептун» взято на озброєння ЗС України в серпні 2020.

2016, 18 жовтня. Успішний пуск з космодрому США на о. Уоллопс модернізованої ракети-носія «Антарес» із транспортним космічним кораблем «Сігнус».

2016. Розпочато розробку українського ракетного комплексу «Вільха». Прийнятий на озброєння української армії в 2018.

2016. О.В. Пилипенко та О.Д. Ніколаєв (Інститут технічної механіки НАН) розвинули пневматичну систему захисту космічного апарата «Січ-2М» від поздовжніх вібраційних навантажень.

2017, 18 квітня. Ракетою-носієм Atlas V здійснено запуск українського наносупутника PolyTAN-2 з бази ВПС США (мис Канаверал, США).

2019, 23 травня. На Тарутинському

полігоні в Одес. обл., відбулися випробування українських ракет комплексу «Вільха». Пуски ракет підвищеної дальності «Вільха-М» та ракет з касетною бойовою частиною «Вільха-Р».

2019. КБ «Південне» та компанія Maritime Launch Services (Нова Шотландія, Канада) розпочали реалізацію міжнародного проекту – ракето-космічного комплексу «Циклон-4М» – РН середнього класу, створюються з метою виведення корисних навантажень на низьку навколосеземну орбіту, приполярні і сонячно-синхронну орбіти.

2019. Розпочато українсько-американський проект розробки ракети-носія «Файрфлай Альфа» (Firefly Alpha), призначену для запуску малих супутників.

2019. В КБ «Південне» створено РН «Маяк 3.9S». Сім'я РН «Маяк» легкого та середнього класу на екологічно чистому паливі. Створено на базі ракет типу «Зеніт» і «Циклон».

2020, 15 лютого. Здійснено успішний пуск американсько-української ракети-носія середнього класу «Антарес». Вивела на орбіту, близьку до орбіти Міжнародної космічної станції, 13-й автоматичний вантажний корабель Cygnus, який має доставити на МКС корисний вантаж на замовлення НАСА.

2020, 29 квітня. «КБ «Південне» успішно проведено випробувальні пуски українських реактивних снарядів «Тайфун-1» і «Град».

О.Г. Луговський, В.Г. Гармасар

Каталог музеїв ракетно-космічної техніки України

Після розпаду СРСР наприкінці 1991 р. Україна одержала у спадок третину радянського космічного потенціалу та надзвичайно яскраву історію становлення і розвитку ракетно-космічної науки та техніки. Цю історію зберігають і висвітлюють понад 40 музеїв та експозицій космічного профілю, які нині діють в Україні. Серед них 20 музейних експозицій, 6 музеїв в складі галузевих підприємств, 6 музейних експозицій при вищих та середньо-технічних навчальних закладах, 9 шкільних експозицій та приватне зібрання колекціонера Ю.О. Шевели. Їх головна роль полягає в збереженні, використанні та систематизації пам'яток національної та світової спадщини ракетно-космічної галузі. Вони розкривають етапи історії та розвитку ракетно-космічної науки й техніки і промисловості, їх найважливіші переломні події, біографії провідних учених і конструкторів, їх наукові досягнення і розробки, а також

історію створення центрів розвитку науки та техніки і промисловості.

Передусім відзначимо Національний музей космонавтики ім. С.П. Корольова» Житомирської обласної ради, Філія Національного військово-історичного музею України – музей Ракетних військ стратегічного призначення, Вороновицький музей історії авіації та космонавтики, Музей пізнання світогляду й освоєння космосу, Полтавський музей авіації та космонавтики, Почаївський історико-художній музей, Чернівецький музей авіації та космонавтики це музеї, у яких зберігаються музейні колекції та музейні предмети, що є державною власністю і належать до державної частини Музейного фонду України. Складовою частиною Музейного фонду України також є Музей історії Дніпровського національного університету ім. О. Гончара та Народний музей історії авіації та космонавтики в Охтирській загально-освітній школі I-III ступенів № 2 Охтирської міської ради Сумської області.

Колекції ракетно-космічної науки і техніки України

Назва	Місце знаходження	Дата створення
<i>Музеї та музейні експозиції</i>		
1. Меморіальний музей ім. М.І. Кибальчича (відділ Коропського регіонального історико-археологічного музею)	Чернігівська область, смт. Короп	20.01.1960
2. Музей Житомирського військового інституту ім. С.П. Корольова	Житомир	1969
3. Національний музей космонавтики ім. С.П. Корольова Житомирської обласної ради: - меморіальний будинок-музей С.П. Корольова; - експозиція «Космос»	Житомир	1.08.1970 1.06.1991
4. Вороновицький музей історії авіації та космонавтики ім. О.Ф. Можайського	Вінницька обл., смт. Вороновиця	7.05.1971
5. Музей авіації та космонавтики Чернігівщини ім. Л.К. Каденюка (музей-виставка під відкритим небом)	Чернігів	1971

6. Музей космосу Національного історико-етнографічного заповідника «Переяслав»	Київська обл., м. Переяслав-Хмельницький	27.03.1979
7. Зал космонавтики Почаївського історико-художнього музею Почаївської міської ради	Тернопільська область, Почаїв	1981
8. Полтавський музей авіації та космонавтики	Полтава	04.08.1987
9. Навчально-презентаційний комплекс Національного центру аерокосмічної освіти молоді ім. О.М. Макарова	Дніпро	1996
10. Музей авіації та космонавтики (Чернівецький центр юних техніків ім. Л.К. Каденюка Чернівецької міської ради)	Чернівці	2.10.1999
11. Філія Національного військово-історичного музею України – музей Ракетних військ стратегічного призначення	Миколаївська обл., м. Первомайськ	30.10.2001
12. Музей «Космос» Харківського планетарію ім. Ю.О. Гагаріна	Харків	21.03.2008
13. Музей історії авіації і космонавтики Київського політехнічного інституту ім. І. Сікорського»	Київ	14.05.2008
14. Музей історії авіації та космонавтики	Полтавська обл., м. Кременчук	9.05.2014
15. Музей космосу ім. Л.К. Каденюка (Центр культури «Буковинська троя»)»	Чернівецька обл., с. Реваківці	21.11.2018
16. Меморіальний музей О.Д. Засядька	Полтавська обл., с. Лютенька	вересень 2019
<i>Музеї, які діють в складі галузевих підприємств</i>		
1. Новокраматорський машинобудівний завод	Краматорськ	23.09.1970
2. Південний машинобудівний завод ім. О.М. Макарова	Дніпро	80-і рр. XX ст.
3. Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля	Дніпро	80-і рр. XX ст.
4. Харківський приладобудівний завод ім. Т.Г. Шевченка	Харків	1982
5. Хартрон	Харків	1989
6. Об'єднання Комунар	Харків	1992
<i>Музеї ракетно-космічної науки і техніки України</i>		
1. Музей історії Дніпровського університету	Дніпро	1968

2. Музей космонавтики ім. П.Р. Поповича Білоцерківське професійно-технічне училище ім. П.Р. Поповича	Київська обл., м. Біла Церква	1977
3. Кімната-музей Ю.В. Кондратюка Полтавського педагогічного університету ім. В.Г. Короленка	Полтава	1978
4. Музей Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського (Харківський авіаційний інститут)	Харків	29.05.1992
5. Музей Харківського університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба	Харків	2010
6. Музей ракетно-космічної техніки Коледжу ракетно-космічного машинобудування Дніпровського університету	Дніпро	2012
<i>Шкільні експозиції</i>		
1. Музей космонавтики загально-освітньої школи І–ІІІ ступенів № 36 ім. С.П. Корольова Києва	Київ	1986
2. Народний музей історії авіації та космонавтики Охтирської загально-освітньої школи І–ІІІ ступенів № 2 Охтирської міської ради Сумської області	Сумська обл., Охтирка	29.10.1988
3. Кімната-музей космонавтики Лубенського закладу загальної середньої освіти І–ІІІ ступенів № 4 Лубенської міської ради Полтавської області	Полтавська обл., Лубни	1991
4. Музей історії космонавтики в Україні «НВК №120» «Школа І–ІІІ ступенів – дошкільний навчальний заклад (дитячий садок)» Дніпровської міської ради	Дніпро	1991
5. Музей космонавтики Уманського навчально-виховного комплексу № 17 «Загальноосвітня школа І–ІІІ ступенів – дошкільний навчальний заклад» Уманської міської ради Черкаської обл.	Черкаська обл., Умань	1993
6. Музей «Буковина-край космічний» Клішковецького опорного закладу освіти Чернівецької обл. – Клішковецький закладу загальної середньої освіти І–ІІІ ступенів Клішковецької сільської об'єднаної територіальної громади ім. Л.К. Каденюка	Чернівецька обл., с. Клішківці	30.08.1999
7. Музей історії виникнення і розвитку космонавтики школи ім. Ю.О. Гагаріна Печерського району Києва	Київ	2009
8. Музей «Україна космічна» Високопільської загально-освітньої школи № 1 Житомирського району Житомирської обл.	Житомирська обл., с. Висока Піч	1997
<i>Приватні колекції</i>		
1. Приватне зібрання колекціонера Ю.О. Шевели	Київ	1978

<i>Музеї на тимчасово окупованих територіях України</i>		
1. Аерокосмічна виставка ім. Ю.О. Гагаріна	АР Крим, с. Гурзуф	28.07.1967
2. Кімната-музей Г. Т. Берегового гімназії № 37 м. Єнакієве	Донецька обл., Єнакієве	1975
3. Експозиція «Життя і діяльність льотчика-космонавта, двічі Героя СРСР Г.Т. Берегового» Єнакіївського історичного музею	Донецька обл., Єнакієве	1993
4. Музей Національного центру управління та випробувань космічних засобів	АР Крим, Євпаторія	11.04.2001
5. Експозиція «Історія розвитку космонавтики» Авіаційно-технічного музею.	Луганська обл., Луганськ	12.04.2011

Джерело: складено авторкою.

Вперше коротке описання 324 музеїв і експозицій з космонавтики, зокрема УРСР, систематизовано та наведено у «Короткому довіднику про музеї космонавтики та музеї інших профілів, які мають експозицію з космонавтики» видавництва Федерації космонавтики СР-СР (1985). У монографії Л.О. Гріффена та В.О. Константинова «Український технічний музей» (2008) викладено історію створення, склад експозицій, музейні засоби 105 науково-технічних музеїв України, 8 з яких мають ракетно-космічну спрямованість. Довідник «Архівні установи України. Т. 2: Наукові установи, музеї, бібліотеки» (2010) містить інформацію про створення, обсяг і склад фондів 5 музеїв космічного профілю України. В дисертаційному дослідженні Н.П. Боротканич (2012) розглянуто особливості формування та склад колекцій мережі музеїв космонавтики за кордоном, в СРСР, а також 23 музеїв в Україні. Показано історичні трансформації основних видів діяльності Музею космонавтики ім. С.П. Корольова Житомирської обласної ради. С.В. Лосінською (2012) проведено дослідження передумов виникнення, історичної еволюції та процесу розвитку з

середини ХХ ст. 35 музеїв та експозицій авіаційно-космічного профілю в Україні, 19 з яких стосуються космічної тематики. В 2013 р. вона розробила докладну класифікацію за профілем, розглянула сучасний стан близько 65 музейних установ авіаційної і ракетно-космічної тематики в Україні, з яких 23 - космічного профілю. У 2012 р., в Україні діяло близько 30 експозицій космічного профілю. У 2018 р. вийшла публікація О.С. Войтюк, присвячена висвітленню історії ракетно-космічної техніки КБ «Південне» засобами музейної експозиції в Музеї космонавтики ім. С.П. Корольова. У серпні 2019 р. вона провела дослідження щодо відображення історії ракетно-космічної галузі в 38 сучасних музейних колекціях ракетно-космічного профілю України крізь призму науково-конструкторської діяльності академіка НАН України С.М. Конюхова, у якому систематизовано, коротко описано склад і представлено 21 фото їх експозицій. Після проведення у 2020 р. подальшого дослідження з використанням інформації, отриманої за допомогою анкетування й опитування, нами з'ясовано, що нині історію розвитку вітчизняної космічної галузі зберіга-

ють і висвітлюють 42 сучасні колекції ракетно-космічного профілю України. 11 квітня 2020 р. Музей космонавтики ім. С.П. Корольова на своєму офіційному сайті розмістив першу частину збірки «Космічні музеї України», яка містить інформацію про створення, короткий опис і фото 25 сучасних експозицій з космонавтики.

Активне формування розгалуженої системи експозицій космічного профілю в УРСР розпочалося з 60-х рр. ХХ ст. Вони створювались в обласних і районних краєзнавчих музеях, у вищих і середніх спеціальних навчальних закладах, у загальноосвітніх школах, а також місцях, пов'язаних із космічною тематикою, з метою патріотичного виховання громадськості та залучення молоді до освоєння космічного простору.

У 60–80-х рр. ХХ ст. було організовано: Меморіальний музей М.І. Кибальчича (з 1978 р. - відділ Коропського регіонального історико-археологічного музею) (сmt. Короп); Аерокосмічну виставку ім. Ю.О. Гагаріна (с. Гурзуф, Крим); Меморіальний будинок-музей ім. С.П. Корольова як відділ Житомирського обласного краєзнавчого музею (м. Житомир); Вороновицький музей історії авіації та космонавтики; Музей Центру далекого космічного зв'язку (з 2001 р. - Музей Національного Центру управління та випробувань космічних засобів (с. Молочне Крим); Музей авіації Чернігівського вищого військового авіаційного училища льотчиків (з квітня 2012 р. – Музей авіації та космонавтики Чернігівщини ім. Л.К. Каденюка); виставку «Досягнення науки і техніки в галузі космонавтики» у Рівненському обласному краєзнавчому музеї; Музей світопізнання та мирного освоєння космосу (з 2003 р. – Музей космосу Національного історико-етнографічного заповідника «Переяслав») (с. В'юнище); Музей Житомирського військового

інституту; зал космонавтики Почаївського історико-художнього музею; кімнату-музей Г.Т. Берегового в ЗОШ № 37 (Єнакієве); Музей космонавтики ім. П.Р. Поповича в ПТУ № 5 (Біла Церква); кімнату-музей Ю.В. Кондратюка у Полтавському державному педагогічному інституті; Музей «Одеські сторінки в історії космонавтики» при Одеському обласному гуманітарному центрі позашкільного виховання; Музей космонавтики у: ЗОШ № 2 (нині – Народний музей історії авіації та космонавтики) (Охтирка), школі-інтернаті ім. Ю.О. Гагаріна (Умань), ЗОШ № 20 і ЗОШ № 24 (Житомир), ЗОШ № 126 і ЗОШ № 36 ім. С.П. Корольова (Київ); Музей космонавтики ім. С.П. Корольова в: ЗОШ № 120 (з 2004 р. Музей історії розвитку космонавтики в Україні) (Дніпропетровськ); меморіальну кімнату-музей Г.Т. Добровольського у ЗОШ № 10 (Одеса) та ін.

Активно створювались експозиції у відомчих музеях багатьох закритих галузевих підприємств, науково-дослідних установ і конструкторських бюро, зокрема Дніпропетровська, Харкова та Києва, проте доступ до них дозволявся лише обмеженому колу осіб. Деякі установи АН УРСР проводили «закриті» тематичні виставки з метою популяризації досягнень вітчизняної науки і техніки. Наприклад, у 1971 р. Президія АН УРСР планувала організацію виставки низки надпровідникових і криогенних пристроїв розробки Фізико-технічного інституту низьких температур АН УРСР, які могли бути впроваджені у військову і космічну техніку СРСР.

12 квітня 1991 р. у Дніпропетровському історичному музеї ім. Д.І. Яворницького відкрилась виставка «Дніпропетровськ – космосу», де вперше було відображено внесок підприємств України у створення і розвиток ракетної-космічної техніки та їх участь в космічній

програмі СРСР. На ній вперше демонструвались оригінали документів з історії КБ «Південне» і ВО «Південмаш», макети і натурні зразки ракетно-космічної техніки та її складових. Згодом низку експонатів з цієї виставки передали до навчально-виставкового комплексу Національного центру аерокосмічної освіти молоді ім. О.М. Макарова, створеного в м. Дніпропетровську у 1996 р.

За перше 10-річчя незалежності України було організовано: Музей історії космонавтики у м. Києві (27 квітня 1991 р.), який з 1 грудня 2002 р. став Музеєм космонавтики при Київському планетарії, з травня 2008 р. — частиною Київського політехнічного музею як відділ «Історії авіації та космонавтики»; експозицію «Космос» в Житомирському музеї космонавтики ім. С.П. Корольова (з 8 вересня 2020 р. — КЗ «Національний музей космонавтики ім. С.П. Корольова» Житомирської обласної ради); зал «Життя і діяльність льотчика-космонавта СРСР, двічі Героя СРСР, генерал-лейтенанта авіації, Г.Т. Берегового» у Єнакіївському історичному музеї; Музей авіації і космонавтики у Чернівецькому центрі юних техніків ім. Л.К. Каденюка; Музей Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського Харківського авіаційного інституту; Музей космонавтики у ЗОШ № 4 (Лубни) та Музей «Україна космічна» у ЗОШ № 1 (с. Висока Піч).

З початку ХХІ ст. створюються: Полтавський музей авіації та космонавтики (започаткований 1987 р. як відділ Полтавського краєзнавчого музею, відкритий у 2001 р.); філія Центрального музею Збройних Сил України (нині — Національний військово-історичний музей України) — Музей Ракетних військ стратегічного призначення (Первомайськ); Музей «Космос» Харківського планетарію;

експозиція «Історія розвитку космонавтики» в Авіаційно-технічному музеї (Луганськ); музейний комплекс Центру інноваційних технологій «Парк ракет» (Дніпро); Музей історії авіації та космонавтики (Кременчук); Музей космосу ім. Л. Каденюка у Центрі культури «Буковинська троя» (с. Реваківці); Меморіальний музей О.Д. Засядька (с. Лютенька); музей «Буковина — край космічний» (с. Клішківці); Музей історії виникнення і розвитку космонавтики у ЗОШ № 134 ім. Ю.О. Гагаріна (Київ). Оновлені експозиції представляють: Музей історії університету Дніпропетровського національного університету ім. О. Гончара, Музей історії ракетно-космічної техніки Коледжу ракетно-космічного машинобудування Дніпропетровського університету (м. Дніпро) та Музей Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба.

Найбільше в Україні приватне зібрання з космічної тематики належить досліднику історії космонавтики, бібліографу і колекціонеру Ю.О. Шевелі (Київ), експонати з колекції якого неодноразово виставлялись у Києві та Житомирі.

В залах **Навчально-презентаційного комплексу Національного центру аерокосмічної освіти молоді ім. О.М. Макарова** (Дніпро) експонуються натурні зразки космічних апаратів, від найперших до унікальних і багатофункціональних, призначених для моніторингу Землі й дослідження Сонця. На відкритому майданчику виставочного комплексу — справжні бойові та мирні РН, головні блоки, ракетні двигуни та інша цікава техніка.

У виставковому залі «Україна-космічна держава» **Чернівецького музею авіації і космонавтики** (Чернівці) відображено різноманітні моделі літаків та ракет, поштові марки, значки, фотогра-

фії, слайди, книги та багато іншого з історії авіації та космонавтики.

Національний музей космонавтики ім. С.П. Корольова Житомирської обласної ради (Житомир) складається з двох відділів: меморіального будинку-музею С.П. Королева та експозиції «Космос», в якій представлені макет першого штучного супутника Землі (ШСЗ) створеного зпсновником практичної космонавтики С.П. Королевим, уродженцем м. Житомира; оригінал спускного апарату космічного корабля (КК) «Союз-27»; зразки місячного ґрунту; виставковий зразок КК «Союз»; макети «Луноходу-2» та спускного апарату КК «Восток-1», на якому 12 квітня 1961 р. льотчик-космонавт СРСР Ю.О. Гагарін здійснив перший у світі політ у космічний простір, а також багато інших експонатів. У зовнішній експозиції музею представлено оригінал ракети Р-12, у внутрішній експозиції «Космос» демонструються макети КА «Інтеркосмос», РН «Дніпро», ШСЗ «Ореол-3», РН «Циклон-3», РН «Циклон-4», РН «Зеніт-2», «Зеніт-2SLБ», «Зеніт-3SL», РД-119 РН «Космос» та ін. На своєму сайті музей знайомить відвідувачів зі своїми експозиціями за допомогою віртуального туру.

Експозиція **Музею історії космонавтики Київського політехнічного музею** при Національному технічному університеті України «Київському політехнічному інституті ім. І.І. Сікорського» (Київ) розкриває загальну історію космонавтики і складається з декількох розділів. Більшість матеріалів розташовано на стендах, на яких показано запуски ракет з космодрому Капустін Яр; космодрому Байконур першого ШСЗ, який виведено на орбіту 4 жовтня 1957 р. і ознаменував початок ери практичного освоєння космосу; перший політ і вихід людини у космос; польоти на КК «Во-

сход» та КК «Союз»; дослідження на довгострокових орбітальних станціях «Салют» і «Мир»; зразки радянських РН та їх творців. У музеї представлено зразки космічної техніки, тренувальні костюми, наземна апаратура для реєстрації телеметричної інформації, прилади, які використовувалися при підготовці космонавтів та багато іншого. Окремий розділ присвячено дослідженню Місяця та інших планет сонячної системи.

У **Полтавському музеї авіації та космонавтики** (Полтава) зібрано матеріали, присвячені найвидатнішим подіям в аерокосмічній науці й техніці в Україні та світі, а також у життєвому шляху і творчій спадщині визначних діячів у галузях авіації та космонавтики. Експозиційні розділи містяться в шести залах. Вони присвячені внеску вчених, конструкторів та спеціалістів, пов'язаних з Полтавщиною. З унікальною детальною інформацією про експонати можна дізнатись на сайті музею за допомогою віртуального туру.

Експозиція **Музею космосу** (відділу Національного історико-етнографічного заповідника «Переяслав») (Переяслав-Хмельницький) демонструє історію освоєння космосу, дозволяє ознайомитись із комплексом предметів, який використовувався під час космічних польотів. У музеї експонуються макети супутників, окремі складові КА та РН, кілька типів скафандрів і особисті речі космонавтів, обладнання, призначене для проведення досліджень у космосі. Експозицію також доповнюють твори художників і скульпторів, пов'язані з космонавтикою та робочі кабінети видатних учених С.П. Корольова та О.Ю. Ішлінського.

Експозиційні зали **Музею Ракетних військ стратегічного призначення** (Миколаївська обл., м. Первомайськ) розкривають відвідувачам історію 46-ї

ракетної Нижньодніпровської дивізії. Експозиція музею являє собою бойову стартову позицію з шахтно-пусковою установкою, командним пунктом запуску ракети шахтного базування, наземним обладнанням і допоміжними механізмами ракетного комплексу «ПС» (поодинокий старт), які збережені в первісному вигляді. На території бойової зони є експозиція спеціальної ракетної техніки для обслуговування ракетної бойової позиції. У музеї представлено оригінал ракети Р-12, оригінал МБР 15А14, яка використовувалась в БРК Р-36М (СС-18, «Сатана») та ін. Усі охочі можуть здійснити віртуальну екскурсію по експозиційним залам на сайті музею.

Експозиція «Внесок України в становлення та розвиток космонавтики» **Вороновицького музею історії авіації та космонавтики ім. О.Ф. Можайського**, розташованого в палаці колишніх польських магнатів Грохольських (Вінницька обл., смт Вороновиця) розповідає про перші кроки людства в космос, відображає побут на орбіті, продукти харчування, одяг тощо.

В експозиції «Людина і космос» **Почаївського історико-художнього музею** представлено модель МКС, «Місяцеходу-2», першого ШСЗ, скафандри космонавта В.А. Ляхова та інші речі космонавтів, які необхідні для життя і роботи під час космічних польотів, а також значна кількість фото та картин, присвячених видатним космонавтам. На сайті «Музейного порталу» можна здійснити віртуальний тур по всій експозиції Почаївського історико-художнього музею.

Експозиції **музею «Космос» Харківського планетарію ім. Ю.О. Гагаріна** присвячено астрономії, космонавтиці та уфології. В ньому представлено макети РН «Дніпро», РН «Циклон-3», РН «Зеніт-2», РН «Зеніт-3SL», КА «Січ-1» та

інші моделі РН і КА, фігура Ю. О. Гагаріна, модель «Місяцеходу-1», МКС, КС «Мир» та багато інших цікавих експонатів. На сайті планетарію можна переглянути відеоролик та сферичну панораму експозицій музею.

У **Київському планетарії** (Київ), де раніше розташовувався музей космонавтики, нині залишилась лише оглядова екскурсія, під час якої у відвідувачів є можливість дізнатись про історію Київського Планетарію, побачити макети «Місяцеходу-1» та інших КА, подивитися на карту зоряного неба Я. Гевелія, почути розповідь про сузір'я та планети, будову Сонячної системи, Галактики, Всесвіту.

У **меморіальному музеї М.І. Кибальчича** (відділ Коропського регіонального історико-археологічного музею) (Чернігівська обл., смт Короп) висвітлюються етапи ракетобудування в СРСР; експонуються зразки рослин та ґрунт, взяті на території стартового майданчика РН «Зеніт» з космодрому Байконур, а також компас, який перебував у космосі на борту КК «Восток», подарований музею Ю.О. Гагаріним; фото льотчиків-космонавтів, випускників Чернігівського вищого військового авіаційного училища льотчиків. На жаль, відпрацьований двигун з РН «Циклон» було передано до іншого музею.

У **Музеї космосу ім. Л.К. Каденюка** (Центр культури «Буковинська троя») (Чернівецька обл., с. Реваківці) зібрано макети і моделі літальних апаратів та ракет, книги й цікаві фотографії космонавтів. Особливе місце в експозиції присвячено Л.К. Каденюку-першому космонавту Незалежної України, який у період з 19 листопада по 5 грудня 1997 р. здійснив космічний політ на американському багаторазовому транспортному КК «Колумбія». Окремі тематичні плакати розкривають внесок чернівецьких підприємств у космічну галузь.

Найбільша в Україні **приватна колек-**

ція дослідника історії космонавтики, бібліографа і колекціонера **Ю.О. Шевели** складається з архівних документів, газет, журналів, книжок з історії астрономії, авіації та космонавтики, а також із безлічі речей «космічного часу», зокрема це: марки, конверти, листівки, медалі, значки, сувеніри, скульптури, посуд і світильники з ракетами та супутниками, ялинкові прикраси та багато інших речей з космічною символікою. Колекція Ю.О Шевели неодноразово експонувалась на виставках Києва та Житомира для того, аби популяризувати культурну спадщину «Космічної ери» людства.

На особливу увагу заслуговують виставки експозиції підприємств і конструкторських бюро ракетно-космічної галузі, які зберігають і розкривають історико-культурної цінності своїх підприємств як пам'ятки історії промисловості, науки та техніки. Більшість з цих експозицій закриті для сторонніх відвідувачів.

Експозиція **ПАТ «Хартрон»** (Харків) складається з трьох розділів: «Історія підприємства», «Вироби і системи керування» та «Апаратура систем керування». В них представлено три покоління апаратури розробки підприємства, в яких були реалізовані чудові технічні рішення кількох поколінь вчених та інженерів підприємства. На офіційному сайті ПАТ «Хартрон» можна здійснити віртуальний тур по експозиції підприємства.

У виставковій залі історії підприємства **Об'єднання Комунар**, що спеціалізується на випуску систем керування РН і КА представлено експонати про історію підприємства, яка починалась зі створення комуні ім. Ф.Е. Держинського, організованої у 1927 р. для безпритульних дітей відомим педагогом А.С. Макаренком, а також про розробників, наукових діячів та продук-

цію підприємства. В експозиції також розповідається про історію розвитку радянської космонавтики, експедицію на Місяць, вихід людини на орбіту та багато іншого.

В експозиції **музею Харківський приладобудівний завод ім. Т.Г. Шевченка** представлено історію цивільного та військового приладобудування нашої країни. Музей розповідає про історію приладобудування (від підкови до складної обчислювальної техніки і систем керування космічними об'єктами) і знайомить з продукцією, яку випускав завод.

Надзвичайно важливу роль у набутті молодим поколінням досвіду розвитку ракетно-космічної галузі відіграють експозиції музеїв ракетно-космічного спрямування при навчальних закладах. Експозиція **музею історії Дніпровського університету ім. О. Гончара** відображає такі розділи: створення університету, реорганізація системи народної освіти, наукові школи, відновлення університету (1933), період репресій, університет за часів Другої світової війни, відродження та розбудова університету, наукова праця викладачів та студентів, визначні випускники, міжнародні зв'язки, університет нині.

У квітні 2012 р. вперше розсекретили зал історії ракетно-космічної техніки **Коледжу ракетно-космічного машинобудування Дніпровського університету** з апаратами, які раніше були недоступні широкому загалу, зокрема: МБР Р-36орб, місячний модуль, КА «Інтеркосмос» та багато іншої техніки. В макетному залі коледжу представлено значну кількість моделей ракет. Аби інформувати молодь про світ ракетно-космічної освіти щороку напередодні 12 квітня (Міжнародного дня космонавтики та Дня працівників ракетно-космічної галузі України) в музеї проводяться екскурсії для школярів.

Серед реліквій **музею космонавтики ім. П.Р. Поповича** на базі професійно-технічного училища № 5 (Київська обл., Біла Церква) - особисті речі, кітелі П.Р. Поповича скафандри та ложемент космонавта, елементи технічного оснащення КК «Восток-4» та ін.

Важливою подією стало відкриття 1 вересня 2019 р. в **Харківському національному університеті Повітряних Сил ім. І. Кожедуба** першої частини музею «Історія авіації та протиповітряної оборони України», в якому висвітлено значну роль та місце українців у світовій історії авіації, ракетобудування та протиповітряної оборони.

Народний музей історії авіації та космонавтики в Охтирській ЗОШ №2 Охтирської міської ради Сумської області (Сумська обл., Охтирка) відображає в своїй експозиції 11 розділів – «Початок ери космосу»; «Піонери космонавтики»; «Творці космічної техніки. Україна», в якому зокрема представлено макети РН «Зеніт-3SL» та матеріали про ракетно-космічну техніку створену КБ «Південне»; «Служили в Охтирському полку»; «Перший землянин-космонавт», присвяченого Ю.О. Гагаріну; «Перший космонавт України», присвяченого Л.К. Каденюку; «Подвиг Г.Т. Берегового»; «Меню космонавтів»; «Космічне спорядження космонавтів»; «Історія авіації України», а також багато інших експонатів, які розповідають про роль і місце України та українців у історії розвитку авіації та космонавтики.

В експозиції **музею космонавтики школи № 36** ім. С.П. Корольова (Київ) представлені макети ракет, космічної техніки та інші цікаві експонати, присвячені досягненням С.П. Корольова та видатним вченим-конструкторам ракетно-космічної галузі.

Музей космонавтики ЗОШ № 134 ім. Ю.О. Гагаріна (Київ) в своїй експози-

ції представляє інтерактивну панораму «Зоряне небо. Планети Сонячної системи» та матеріали присвячені історії розвитку космонавтики, першим запуском космічної техніки, сучасному стану космічних досліджень. Напередодні 12 квітня екскурсії по музею проводять учні школи, починаючи з 5–6 класів.

У шкільному музеї **«Буковина-край космічний» Клішківського опорного закладу освіти ім. Л. Каденюка** (Чернівецька обл., с. Клішківці) зібрана значна кількість матеріалів про внесок України в космічні дослідження, представлено матеріали про діяльність КБ «Південне», а також про життєвий і професійний шлях випускника школи Л.К. Каденюка, на честь якого у серпні 2019 р. було відкрито пам'ятник на подвір'ї школи. Наразі, музей проводить роботи по розширенню експозиції, присвяченої видатним особам в галузі ракетобудування.

Експозиція **музею космонавтики Уманського навчально-виховного комплексу № 17** загальноосвітньої школи Уманської міської ради Черкаської обл., присвячена Ю.О. Гагаріну та розвитку ракетно-космічної галузі. В ній є макети ракет, фото з автографами космонавтів, лист Ю.О. Гагаріна та чашка з автографом його матері, а також інші цікаві експонати, зібрані учителями та учнями школи під час поїздок на батьківщину Ю.О. Гагаріна та у Зоряне містечко (Росія). Напередодні 12 квітня можна потрапити на екскурсію по музею.

Багато цікавих експонатів з історії розвитку ракетно-космічної техніки та матеріалів про видатних людей у галузі ракетобудування зберігається в **музеї «Україна космічна» Високопільської ЗОШ №1** Житомирської області (с. Висока Піч), у **кімнаті-музеї космонавтики Лубенського закладу загальної середньої освіти № 4** (Полтавська обл., Лубни), а

також у шкільному музеї розвитку космонавтики в Україні комунального закладу освіти «НВК № 120» Дніпровської міської ради (Дніпро).

На жаль, вже не функціонує шкільний музей космонавтики в Одеській СШ № 10 ім. льотчиків-космонавтів Г.Т. Добровольського та Г.С. Шоніна Одеської міської ради. У художньому музеї «Людина. Земля. Всесвіт» (Львів-

ська обл., Сокаль) вже відсутні експозиційні виставки «Людина і Всесвіт» та «Космічне мистецтво». Припинив свою роботу музейний комплекс Центру інноваційних технологій «Парк Ракет» (Дніпро), а натурні макети ракет 8К11 (Р-11), 8К99 (РТ-20П) та РН «Циклон-3», які йому належали, стали частиною центрального парку міста.

Література

1. Войтюк О.С. Висвітлення історії ракетно-космічної техніки виробництва ДП «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля засобами музейної експозиції (на прикладі КЗ «Музей космонавтики ім. С.П. Корольова» Житомирської обласної ради). *Актуальні питання історії науки і техніки* : мат. 17-ої Всеукр. наук. конф. (Київ, 27–29 вересня 2018 р.) К., 2018. С. 40–42.
2. Войтюк О.С. Відображення історії ракетно-космічної галузі в сучасних музейних експозиціях України крізь призму інтелектуального простору та науково-конструкторської діяльності академіка НАН України С.М. Конюхова (1937–2011). *Історія науки і біографістика*: електрон. наук. фах. вид. 2019. № 3. URL : <http://inb.dnsgb.com.ua/2019-3/10.pdf> (дата звернення: 03.03.2020).
3. Войтюк О.С. Висвітлення творчої спадщини академіка НАН України С.М. Конюхова в сучасних колекціях ракетно-космічного профілю України. URL: <https://sci-conf.com.ua/x-mezhdunarodnayanauchno-prakticheskaya-konferentsiya-science-society-education-topical-issues-anddevelopment-prospects-29-31-avgusta-2020-goda-harkov-ukraina-arhiv/> (дата звернення: 01.09.2020).
4. Войтюк О.С. Популяризація науково-конструкторської діяльності академіка НАН України С.М. Конюхова через сучасні музейні експозиції України. *Наука та наукознавство*. 2020. № 4 (110). С. 110-129.
5. Про затвердження переліку музеїв, в яких зберігаються музейні колекції та музейні предмети, що є державною власністю і належать до державної частини Музейного фонду України : пост. Каб. Міністрів України від 02.02.2000 р. № 209. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/209-2000-%D0%BF> (дата звернення : 23.08.2019).
6. Про затвердження переліку музеїв, що перебувають у віданні підприємств, установ та організацій, де зберігаються музейні колекції та музейні предмети, що є державною власністю і належать до державної частини Музейного фонду України : пост. Каб. Міністрів України від 29.11.2000 р. № 1766. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1766-2000-%D0%BF> (дата звернення : 23.08.2019).
7. Краткий справочник о музеях космонавтики и музеях других профилей, имеющих экспозиции по космонавтике. Федерация космонавтики СССР. М., 1985. 28 с.
8. Гріфен Л.О., Константинов В.О. Український технічний музей. Ніжин: Аспект-Поліграф, 2008. 170 с.
9. Архівні установи України: довідник. Т. 2: Наукові установи, музеї, бібліотеки: у 2 кн. Кн. 1: НАН України, АР Крим, Вінницька, Волинська, Дніпропетровська, Донецька, Житомирська, Закарпатська, Запорізька, Івано-Франківська, Київська, Кіровоградська, Луганська, Львівська, Миколаївська, Одеська області /–Держкомархів України, УНДІАСД; за заг. ред. І. Матяш. Київ, 2010. – XXVIII, 604 с.
10. Архівні установи України: довідник. Т. 2: Наукові установи, музеї, бібліотеки: у 2 кн. Кн. 2 : Полтавська, Рівненська, сумська, Тернопільська, Харківська, Херсонська, Хмельницька, Черкаська, Чернівецька, Чернігівська

- області, міста Київ та Севастополь / Держ. архів. служба України, УНДІА-СД; за ред. О. Гаранін, О. Мельниченко, Ю. Прилепішева, Н. Христова. Київ, 2012. – XXVII, 602 с.
11. Боротканич Н.П. Відображення освоєння космічного простору засобами музейної експозиції (на прикладі Музею космонавтики ім. С. П. Корольова) : автореф. дис. ... канд. іст. наук : спец. 26.00.05 «Музеєзнавство. Пам'яткознавство» К.: НАН України, УТОПІК, Центр пам'яткознавства НАН України, 2012. 27 с.
 12. Лосінська С.В. Історичні передумови виникнення музеїв історії авіації і космонавтики в Україні з середини ХХ ст. *Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди. Сер.: «Історія та географія»*. 2012. Вип. 43. С. 196–202.
 13. Лосінська С.В. Історична еволюція та сучасні тенденції розвитку музеїв авіації і космонавтики в Україні. *Вісник Харківської державної академії культури*. 2012. Вип. 35. С. 46–54.
 14. Лосинская С.В. Музеи авиации и космонавтики в Украине на современном этапе. *Научные ведомости БелГУ. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика*. 2013. № 8(151). Вып. 26. С. 68–73.
 15. Дячук І.Д. Міжнародна рада космічних музеїв : завдання та перспективи. *Всеукраїнський музейний форум* : матер. наук.-практ. конф., (Переяслав-Хмельницький, 3–5 липня 2017 р.) П.-Хм., 2017. С. 131–133.
 16. Болтенко О.С. До 25-річчя Музею історії космонавтики. *Київський політехнік*. 2016. № 17. С. 1, 4, 5.
 17. Вовкодав С.М. До питання історії створення Музею космосу в м. Переяслав-Хмельницькому. *Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах Європи та Азії* : матер. І Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (Переяслав-Хмельницький, 29–30 квітня 2014 р.) П.-Хм., 2014. С. 35–38.
 18. Горелова С.А. Достижения космической отрасли Украины в музеях Харьковских предприятий. *Вісник НТУ «ХПІ»*: зб. наук. пр. Харків: НТУ «ХПІ». 2009. № 29. С. 26–36.
 19. Полтавський музей авіації та космонавтики: путівник. За заг. ред. І.О. Пістоленко. Полтава: Скайтек, 2008. 86 с.
 20. Сайт КЗ «Національний музей космонавтики ім. С.П. Корольова» Житомирської обласної ради [Електронний ресурс]. URL : <http://cosmosmuseum.info/> (дата звернення: 03.03.2020).
 21. Сайт Національного центру аерокосмічної освіти молоді ім. О.М. Макарова. URL : http://www.unaer.dp.ua/presentation_1/nvk.htm (дата звернення: 03.03.2020).
 22. Сайт Державного політехнічного музею при Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського». URL: <https://museum.kpi.ua/museum/space/> (дата звернення: 03.03.2020).
 23. Сайт Полтавського музею авіації та космонавтики. URL: <https://airandspace.com.ua/> (дата звернення: 03.03.2020).
 24. Сайт Музею Ракетних військ стратегічного призначення. URL: <https://rvsp.net.ua/> (дата звернення: 03.03.2020).
 25. Сайт Вороновицького музею історії авіації та космонавтики ім. О.Ф. Можайського. URL: <https://voronavia.at.ua/news/voronovicja/2009-10-28-2> (дата звернення: 03.03.2020).
 26. Сайт «Музейний портал». URL: <https://museum-portal.com/ua/museums> (дата звернення: 03.03.2020).
 27. Сайт Харківського планетарію ім. Ю.О. Гагаріна. URL: <http://planetarium-kharkov.org/?q=museum-ufo> (дата звернення: 03.03.2020).
 28. Сайт Публічного Акціонерного Товариства «ХАРТРОН». URL: <http://www.hartron.com.ua/uk/content/музей-пат-«хартрон»> (дата звернення: 03.03.2020).
 29. Сайт музею ДП «Харківський приладобудівний завод ім. Т.Г. Шевченка». URL: <https://zish.com.ua/muzej-zavodu-im-t-g-shevchenka/> (дата звернення: 03.03.2020).
 30. Сайт Дніпровського національного університету ім. О. Гончара. URL: <http://www.dnu.dp.ua/view/historymuseum> (дата звернення: 03.03.2020).
 31. Сайт ДНЗ «Білоцерківського професійно-технічного училища ім. П.Р. Поповича». URL: <https://bptu.kiev.ua/muzei> (дата звернення: 03.03.2020).
 32. Сайт Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба. URL: <http://www.hups.mil.gov.ua/nevidomi-storinki-istorii-aviacii-ta->

- protipovitryanoi-oboroni-ukraini-vidteper-
v-muzei-universitetu/ (дата звернення:
03.03.2020).
33. Сайт Європейського віртуального
комп'ютерного музею «Історія розвит-
ку інформаційних технологій в Укра-
їні». URL: [http://www.icfst.kiev.ua/
MUSEUM/PHOTOS/Af-Kon_u.html](http://www.icfst.kiev.ua/MUSEUM/PHOTOS/Af-Kon_u.html)
(дата звернення: 03.03.2020).
34. Сайт Рівненського обласного краєз-
навчого музею. URL: [http://museum.rv.gov.ua/news/2020/04/13/kosmos-
i-rivnenshina-do-dnya-aviaciyi-ta-
komonavti/](http://museum.rv.gov.ua/news/2020/04/13/kosmos-i-rivnenshina-do-dnya-aviaciyi-ta-komonavti/) (дата звернення: 03.03.2020).
35. Сайт Національного аерокосмічно-
го університету ім. М.Є. Жуковсько-
го «Харківський авіаційний інститут».
URL: [https://khai.edu/ua/university/
galereya/muzej-hai/](https://khai.edu/ua/university/galereya/muzej-hai/) (дата звернення:
03.03.2020).

Войтюк О.С.

ЛІТЕРАТУРА

Монографії з інформацією про фахівців і ракетобудування в Україні

Підготовлені та видані в Україні

50 лет Харьковскому физико-техническому институту АН УССР. - К.: Наук. думка, 1978. - 320 с.

110 лет истории Киевского машиностроительного предприятия им. Артема. - Киев, 2002

Агарков А.В. Грачев Виктор Васильевич – Главный испытатель ракет КБ “Южное” – Д.: КБ “Южное”, 2013. – 160 с.

Айзенберг Я. Е. Харьков 350 : 500 влиятельных личностей. – Х., 2004.

Айзенберг Я.Е. Ракеты. Жизнь. Судьба: воспоминания – Харьков, Инвестор, 2010. - 159 с.

Андреев Л.В., Конюхов С.Н. Янгель. Уроки и наследие. – Д.: АРТ-ПРЕСС, 2001

Архівна спадщина академіка НАН України Георгія Степановича Писаренка / Ю. О. Бойко, Т. В. Брязкало. – К.: НБУ ім. В.І.Вернадського, 2017. – 382 с.

Барановский Г. А. История развития Научно-исследовательского института радиотехнических измерений. – Х., 1991.

Беляков И.Т. Борисов Ю.Д. Технология в космосе.- М.: Машиностроение, 1974

Бондаренко К. Леонід Кучма: портрет на фоні епохи. – Харків: Фоліо, 2007. – 63бс.

Будник В. С. Від штурмовиків до космічних ракет (спогади). – Д.: ДДУ, 1993.

Будник, Дело всей жизни. / Под общей редакцией А.В. Дятарева – Днепропетровск: Арт-Пресс, 2013. – 566с.

Василенко Б.Е. Хождение в ракетную технику. Записки главного инженера. – Киев: Новый друк, 2004. – 384 с.

Василенко Б.Е. Дмитрий Гаврилович Топчий. Рассказ о Генеральном дирек-

торе. – Днепропетровск: Верба, 2008. – 416 с.

Вахно Н.И. Сергеев Владимир Григорьевич – Главный конструктор систем управления. К 100-летию со дня рождения / Н.И. Вахно. – Х: ПАО Харктрон, 2014. – 448 с.

Відділення механіки НАН України : Історико-біографічний довідник. Київ : Академперіодика, 2015. 343 с., с. 58-60.

Генеральный конструктор. Книга о В.Ф. Уткине. – М.: ЦНИИмаш, 2003; Уткин. Звезды Генерального конструктора. – Днепропетровск: КБ «Южное», 2013.

Герасюта Николай Федорович / [А.В. Новиков, В.Т. Гиленко, А.Ф. Белый и др.]. – Д.: АРТ-ПРЕСС, 2005. – 264 с.

Головное КБ фирмы Янгеля. История. Достижения. Люди / Под общ. ред. А.Н. Машенко. – Днепропетровск: Арт-Пресс, 2010. – 672 с.

Гончар А.С. Звездные часы ракетной техники. Воспоминания. – Харьков: Факт, 2008. – 400 с.

Горбулін В. П., та ін. Михайло Кузьмич Янгель. К. 1979

Горбулін В. П., та ін..Зоряне тяжіння: Діалоги про космонавтику. К.: 1990

Горбулін В. П., Земні шляхи і зоряні орбіти: Штрихи до портрета Леоніда Кучми. К.: 1998

Горбулін В. П. Без права на покаєння. – К.: Фоліо, 2010. – 384 с.

Горбулін В. П. Мій шлях у задзеркалля К.: Брайт Букс, 2019. – 280 с.

Грачев Виктор Васильевич – Главный испытатель ракет КБ “Южное” / Под ред. А.В. Агаркова. – Днепропетровск: КБ “Южное”, 2013. – 160 с.

Дегтярев А.В. Шестьдесят лет в ракетостроении и космонавтике / А.В. Дегтярев. – Д.: АРТ-ПРЕСС, 2014. – 540 с.

Дегтярев О. В. та ін. Драновський Володимир Йосипович // Нашого цвіту по всьому світу: маленькі розповіді про тих, хто вже прославив чи нині прославляє Україну, працюючи на Батьківщині та закордоном: інформаційний дайджест. Д.: КЗК, 2015. – С. 12.

Деркач Л.В. «... О чем могу рассказать». Мемуары. – Киев: Аванпост-Прим, 2008. – 466 с.

Джур Е.А., Вдовин С.И., Кучма Л.Д. и др. Технология производства космических ракет. Днепропетровск. Изд-во ДГУ. 1992. 181с.

Дикань А. П. Золотые звёзды Харьковщины / А. П. Дикань. – Х., 2009 г.

Динамика полета и управление: 50 лет в ХПИ. Монография / Д. В. Бреславский, В. Б. Успенский, А. А. Ларин и др. Под общей редакцией Д. В. Бреславского – Харьков: НТУ «ХПИ», 2014. – 488 с.

Завалишин А. П. Сквозь пространство и время: записки ветерана космодрома Байконур / А.П. Завалишин, Б.В. Журахович. – Д: Дніпрокнига, 1997. – 346 с.

Загоровский Ю. И. 75 лет с именем Т. Г. Шевченко: Харьк. гос. приборостроит. з-д им. Т. Г. Шевченко / Ю. И. Загоровский, Ю.Н. Василевский, С. А. Минаков, А. П. Шпейер]. – Х., 1997. – 256 с.

Задорожній О. Порушення агресивною війною Російської Федерації проти України основних принципів міжнародного права / О. Задорожній. – К.: І.С., 2015. – 712 с.

Іваненко В.В., Гонюк О. В., Попов І. С. Мисливець Н. Герасюта Микола – Д.: ДНУ, 2008. – С. 58–61.

Ігдалов И.М. Годы и спутники жизни. – Днепропетровск: КБ «Южное». – 210с.

Історія Дніпропетровського університету / Відп. ред. В. Ф. Прісняков; автори: В. С. Савчук та ін. – Дніпропетровськ : ДДУ, 1993. – 240 с.

Как это было... Очерки истории отдела главного технолога Южного машиностроительного завода / Редакторы: В. Климов, Г. Новиков, В. Туров. – Днепропетровск: ГП «ПО Южный машиностроительный завод им. А.М. Макарова», 2005. – 318 с.

Київський політехнічний інститут: нарис історії / Редколегія: М. З. Згуровський та ін.; Авт. колектив: М. З. Беляков та ін. К.. Наук. думка, 1995. 320 с.

Кильческий Н. А. Основы аналитической механики оболочек. – Часть 1. – К., 1963.

Кожухов Н.С., Соловьев В.Н. Комплексы наземного оборудования ракетной техники. – М.:, 1998.

Конструкторское бюро «Южное». Люди и ракеты. Фотоальбом / Авт.-сост.: Н.А. Митрахов, В.Д. Ткаченко, Н.И. Зарубин; Под общ. ред. А.В. Дегтярева. – Днепропетровск: ГП «КБ «Южное» им. М.К. Янгеля», 2014. – 448 с.

Конструкторское бюро «Южное» 1954–2014. 60 лет в ракетостроении и космонавтике. – Днепропетровск, 2014. – 30 с.

Конюхов. К 75-летию со дня рождения / Под общ. ред. А.В. Дегтярева. – Днепропетровск: Арт-Пресс, 2011. – 256 с.

Копейко В. І. Портрет без ретуші: До 100-річчя О. М. Макарова: Спогади. Д.: Арт-прес, 2006. – 496 с.

Копейко В.И. Зодчие ракетных комплексов. – Днепропетровск: Арт-Пресс, 2014. – 338 с.

Коростельов О.П. Теоретичні основи проектування ствольних керованих ракет: Монографія. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2007.

Космический лидер: К 65-летию со дня рождения Ю.С. Алексеева / Ред.-сост. В.И. Копейко, Э.И. Кузнецов, Н.А. Митрахов. – Киев: Феникс, 2014. – 240 с.

Космос: Технологии, материаловедение, конструкции: Сб. научн. тр./ Под

- ред. Б. Е. Патона.- Київ: ІЭС ім. Е. О. Патона НАН України, 2000. - 528 с.
- Костенко Ю.І. Історія ядерного роззброєння України.— К. : Ярославів Вал, 2015. — 464 с.
- Кузнєцов Е.І., Мітрахов М.О. Україна космічна. Фотоальбом Національного космічного агентства України. — Київ: Спейс-Інформ, 2008. — 336 с.
- Ларьков, Н. С. Харьков космический. — Х.: Консум, 2006. — 191 с.
- Личноедело. Конюхов Станислав Николаевич. Поточний архів Президії НАН України, ф. 251, оп. 655, спр. 20, 40 арк.
- Літвінов О.П. Зварювальні технології в УРСР в умовах науково-технічної революції другої половини ХХст. Переяслав-Хмельницький. 2014. 407с.
- Лоссовський І. Міжнародно-правовий статус Будапештського меморандуму: договір, обов'язковий для виконання всіма його сторонами. / І. Лоссовський. — К.: УАЗП, 2015. — 168 с.
- Малиновский Б.Н. Документальная трилогия. К.: Изд-во «Горобец». 2011. 337с.
- Малиновский Б.Н. и др.. Маленькие рассказы о больших учених. К.: Изд-во «Горобец». 2013. 399с.
- Мітрахов М.О. Видатні діячі ракетно-космічної України. — Київ: Спейс-Інформ, 2015. — 172 с.
- Мітрахов М.О. Космічна діяльність України. — Київ: «Спейс-Інформ», 2015. — 164 с.
- Михаил Янгель. Воспоминания о первом Главном конструкторе КБ «Южное» / под ред. С.Н. Конюхова. — Днепропетровск: ГКБ «Южное», 2006. — 275 с.
- Мы учим ракеты летать. К 50-летию подразделения испытаний и эксплуатации КБ «Южное» / Под ред. А.В. Агаркова. — Днепропетровск: Арт-Пресс, 2012. — 648 с.
- Наука для космічної промисловості. Інформаційний бюлетень Координаційної ради з організації спільних робіт ДП «КБ «Південне» і наукових установ НАН України. — 1918. - №1. — 120 с.
- Національна академія наук України. 1918—2018. Видатні відкриття. — К.: Фенікс, 2018.
- Національна академія наук України. 1918—2018. Хронологія. — К.: Фенікс, 2018.
- Находків М.Г., Анісімов І.О. та ін. Дмитро Гаврилович Топчій— К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2009. — 56 с.
- НПП «Хартрон-Аркос». Хроника дат и событий 1959 — 2012 гг. / Сост. В.И. Котович; Под ред. Ю.М. Златкина. — Харьков: Хартрон-Аркос, 2012. — 260 с.
- Павлоградскому механическому заводу — 70 лет. Краткие очерки по истории Павлоградского механического завода ПО «Южный машиностроительный завод им. А.М. Макарова» / Сост. В.Н. Льянный. — Днепропетровск: Пороги, 2001. — 240с.
- Палій В.М., Храмов Ю.О. Національна академія наук України 1918-2013. Персональний склад. — К.: Фенікс, 2013. — 447 с.
- Папко-Корыстин В.Н., Платонов В.П., Пашенко В.А. Днепропетровский ракетно-космический центр. — Днепропетровск: ПО ЮМЗ, КБЮ, 1994. — 180 с.
- Платонов В.П., Горбулин В.П. Михаил Кузьмич Янгель. — Київ: Наукова думка, 1979. — 120 с.
- Платонов В.П. Макаров. Художественно-документальная биография. К 100-летию со дня рождения А.М. Макарова. — Днепропетровск: Проспект, 2006. — 304с.
- Платонов В.П. Янгель. Орбиты жизни. — Днепропетровск: Арт-Пресс, 2012. — 608 с.
- Платонов В.П. Южное созвездие. В 2-х книгах. — Днепропетровск: Проспект, 2008.
- Призваны временем. От противостояния к международному сотрудничеству

/ Под ред. С.Н. Конюхова. – Днепропетровск: Арт-Пресс, 2009. – 832 с.

Покликані часом. Від протистояння до міжнародного співробітництва / Під ред. С.Н. Конюхова. – Д.: «Арт-Пресс», 2004. – 768с.

Призваны временем. Ракеты и космические аппараты конструкторского бюро «Южное» / В.Г.Васильев, С.Н.Конюхов, А.Н.Машенко и др., Под ред. С.Н.Конюхова. – Днепропетровск. – «Арт-Пресс» - 2004. – 228с.

Про внесення змін до організаційної структури КПІ ім. Ігоря Сікорського (реорганізацію Факультету авіаційних і космічних систем, кафедр ММІ, ФЕА та наукових підрозділів) – URL:

Публічний звіт Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара за 2018/2019 навчальний рік. – Дніпро, 2019. 35 с. – URL:

Розвиток ракетно-космічної техніки в Україні: Підручник / Санін Ф.П., Джур Є.О., Кучма Л.Д., Хуторний В.В - Д.: АРТ-ПРЕС, 2002. –402 с.

Панасов І. Леонід Каденюк. – К.: ІРІО, 2018. – 128 с.

Ракеты и судьбы. Физтех-60 / Составители И.Г. Ханин, Ю.И. Мошненко, В.В. Веренев. – Днепропетровск: изд-во ДНУ, 2000. -

Розвиток ракетно-космічної техніки в Україні: Підручник / Ф.П. Санін, Є.О. Джур, Л.Д. Кучма, В.В. Хуторний. - Д.: «Арт-Пресс», 2002. -402с.

Ракетный центр Украины / Науч. конс. В.И. Кукушкин, ред.-сост. А.С. Левенко. – Днепропетровск: Доминанта Принт, 2015. – 100 с.

Ракеты и космические аппараты конструкторского бюро «Южное» / Под ред. С.Н. Конюхова. – Днепропетровск: Арт-Пресс, 2004. – 260 с.

Савчук В. С. Галась Михайло Іванович (1929–2006) // Професори Дніпропетровського національного універси-

тету імені Олеся Гончара 1918–2008. – Д.: ДНУ, 2008. – С. 92–93.

Сергеев Владимир Григорьевич – Главный конструктор систем управления. К 100-летию со дня рождения / Ред.-сост. Б.Е. Василенко, Н.А. Митрахов, Ю.А. Кузнецов, В.А. Сирук; Под общ. ред. Н.И. Вахно. – Харьков: ПАО «Хартрон», 2014 – 448 с.

Савчук В.С., Санін Ф.П., Яценко В.Я., Кавун М.Е., Портнов А.В. «Секретний» підрозділ галузі: нариси з історії фізико-технічного інституту Дніпропетровського національного університету / Редкол. - М.В. Поляков (керівник). - Д.: Вид-во ДНУ, 2001.- 376с.

Сергеев Владимир Григорьевич – Главный конструктор систем управления. К 100-летию со дня рождения / Под общей ред. Н.И. Вахно. – Харьков: ПАО «Хартрон», 2014. – 448 с.

Словник-довідник назв осіб за видом діяльності / Годована М.П.; За ред. Л.В. Туровської. – К.: Наук. думка, 2009. – 176 с. (91621 к.э.).

Стражева І.В. Тюльпани з космодрому. 2 вид. К.: Наук. думка. – 1986. – 352с.

Судьба моя - КБ «Южное»: фотоальбом к 80-летию со дня рождения академіка НАН України, Генерального конструктора С. Н. Конюхова ; под общ. ред. А. В. Дегтярева. Киев : Спејс-Інформ, 2017. 352 с.

Технология производства космических ракет. /Е.А.Джур, С.И.Вдовин, Л.Д.Кучма и др./Днепропетровскб Изд-во ДГУ. – 1992. -184с.

Україна космічна. Фотоальбом. – К.: Спејс-Інформ, 2008.

Уманский С.П. Ракеты-носители. Космодромы М.: Изд-во «Рестарт+», 2001

Уткин. Звезды Генерального конструктора / Под ред. А.В. Дегтярева. – Днепропетровск: Арт-Пресс, 2013. – 672 с.

Чирва А. Космічна хроніка. «Южное» - Государственное конструкторское бюро им. М.К. Янгеля. / Библиотека Урядового кур'єра, Буклет - 2000. - 220с.

Федоров О.П. Космічна діяльність: підходи до розробки стратегії. Why space for Ukraine

Флагман космічної освіти, або «Секретний підрозділ-2» /Ред. кол. М. В. Поляков (голова) та ін.; автори-упорядники Петренко О. М., Савчук В. С., Сухоніс Ф. А. - Д.: Пороги, 2011. 306 с.

Хорошева С.А., Храмов Ю.А.С.П. Парнякови его научно-техническая школа в области ракетно-космического приборостроения // Наука та наукознавство . - 2016. - № 3.

Храмов Ю.А. Научные школы в физике. - К.: Наук думка, 1987.

Храмов Ю.А. История формирования и развития физических школ на Украине. Киев, Феникс, 1991, 214 с.

Храмов Ю.О. Путівник по космосу. - 2-е вид. - К.: Вид-во «Радянська школа», 1972.

Храмов Ю.О. Історична фізика України. - К.: Фенікс, 2020.

Хроника дат и событий 1959 ... 2002. - Харьков: НПП Хартрон-Аркус, 2002

Шевченко С., Кучеров Е., Дорошев С. Трудовая слава Днепропетровщины. - Д.: 2013.

Чирва А. Космічна хроніка. «Южное» - Государственное конструкторское бюро им. М.К. Янгеля. / Библиотека Урядового кур'єра, Буклет - 2000. - 220с..

Шаги в космос. Краткий очерк становления и развития КБ-3 - конструкторского бюро космических аппаратов, комплексов и систем. - Днепропетровск: ГП КБ «Южное» им. М.К. Янгеля, 2015. - 378 с.

Шестьдесят лет в ракетостроении и космонавтике / Авт.-сост.: В.Д. Ткаченко, В.А. Пальков, А.Ю. Тимченко, А.Я. Стеценко; Под общ. ред. А.В. Дегтярева. - Днепропетровск: Арт-Пресс, 2014. - 540 с.

Янгель. Жизнь, отданная Родине / Под общ. ред. А.В. Дегтярева. - Днепропетровск: Арт-Пресс, 2011. - 392 с.

Закордонні монографії, що містять інформацію про фахівців та історію ракетобудування в Україні

Авиация и космонавтика СССР. М.: 1968.-240 с.

Академик С.П. Королев. Ученый. Инженер. Человек. Творческий портрет по воспоминаниям современников: Сб. статей. М.: Наука. 1986

Арбатова А., Васильев А., Велихов Е. и др. Космическое оружие: дилемма безопасности. М.: Мир, 1986

Астащенко П. Главный конструктор. М.: Воениздат, 1975

Афанасьев И. Неизвестные корабли. М.: Знание

Бабаков АЛ. Вооруженные Силы СССР после войны (1945-1986 гг.): История строительства. М., 1987, С.112.

Байконурские университеты: записки

ветерана-испытателя. Машиностроение, 1999. - 205 с.

Беляков И.Т. Борисов Ю.Д. Технология в космосе.- М.: Машиностроение, 1974.- С.7-29

Бобырев В.Н., Кобяков В. А. Ракетные войска стратегического назначения, М.: 1996. - 376 с.

Бубнов Н.И. Роберт Годдард (1882-1945) / Н.И. Бубнов. - М.: Наука, 1978. - 224 с.

Валье М. Полет в мировое пространство как техническая возможность. - М. - Л., 1936.

Ведешин Л.А. Развитие в СССР ракетных исследований околоземного пространства. // Из истории авиации и

космонавтики. Вып.15. – М.: АН СС-СР. – 1972. – с.3-25

Вернадский В.И. Труды по истории науки. – М.: Наука, 2002.

Во славу и мощь отечества. УНВ РВСН – 45 . М.: Управление РВСН Р.Ф., 2007

Владимир Федорович Уткин. Жизнь во славу Отечества. – М.: ЦНИИмаш, 2013. –216 с.

Волков Е.Б., Мазинг Г.Ю., Сокольский В.Н.. Твёрдотопливные ракеты. – М.: Машиностроение. - 1992. –288с.

Волков Е.Б., Филимонов А.А., Бобырев В.Н., Кобяков В.А. Межконтинентальные ракеты СССР (РФ) и США. История создания, развития и сокращения. – М., 1996.

Вячеслав Михайлович Ковтуненко. – НПО им. С.А. Лавочкина, 2011. – 160 с.

Генеральный конструктор академик В.Н.Челомей. -М.: Воздушный транспорт, 1990.

Генеральный конструктор. Книга о В.Ф. Уткине. / Председатель редакционного совета Н.А.Анфимов. – Издательство «РИНФО» – ЦНИИмаш, г. Королёв. 2003. – 512 с.

Генеральный конструктор. Книга о В.Ф. Уткине. Рязань: Изд-во «РИНФО», 2007

Глушко В.П. Конструктор. Несколько страниц из жизни Михаила Кузьмича Янгеля. – М.: Политиздат, 1977. – 110с.

Глушко В.П. Путь в ракетной технике: Избр. Тр. 1924-1946. М.: Машиностроение, 1981. – 208с.

Глушко В.П. Развитие ракетостроения и космонавтики в СССР. -2-е изд., доп. – М.: Машиностроение,- 1981. – 208 с.

Глушко В.П. Ракетные двигатели ГДЛ – ОКБ. – М.: Изд-во АПН, 1975 – 247с.

Голованов Я.К. Королев: факты и мифы. М.: Наука, 1994. С.341.

Гольдшмидт Б. Атомная проблема. Политические и технические аспекты. – М.: Атомиздат, 1964.

Гришин С.Д., Лесков Л.В. Индустриализация космоса. – М.: Наука. – 1981. – 238с.

Губанов Б.И. Триумф и трагедия «Энергии»: Размышления Главного конструктора (В 4томах). Том 3 «Энергия-Буран». Нижний Новгород: ИЗД-ВО Нижегородского инс-та эконом. развития, 1998

Губанов Б.И. Триумф и трагедия «Энергии»: Размышления Главного конструктора.(В 4т.). Том 4. Полет в небытие. Нижний Новгород: ИЗД-ВО Нижегородского института эконом. развития, 1999

Губарев В.С. Космические мосты. М.: Молодая гвардия, 1976 - 208с.

Губарев В.С. Век космоса: Страницы летописи. В 2-х кн.-М.: Сов. Писатель, 1985. Кн.1 672с; Кн.2 – 400с.

Губарев В. Южный старт. -М.: Некос, 1998.

Губарев В.С. Русский космос. – М.: Изд-во «Алгоритм Эскимо». – 2006. –463с.

Губарев В.С. Ракетный щит империи. – М.: Изд-во «Алгоритм». – 2006. – 399с.

Гудби Дж. Неразделенная Европа. Новая логика мира в американо-российских отношениях– М.: Междунар. отношения, 2000. – 336 с.

Даценко А.В., Прищепа В.И. Юрий Васильевич Кондратюк. – М.: Наука, 1997. – 157 с.

Дороги в космос: Воспоминания ветеранов ракетно-космической техники и космонавтики: В 2 т. М., 1992.

Железняков А. Советская космонавтика: хроника аварий и катастроф. СПб, 1998.

Задача особой государственной важности. Из истории создания ракетно-ядерного оружия и Ракетных войск стратегического назначения (1945–1959 гг.): сборник документов. – М.: Российская политическая энциклопедия, 2010. – 1207с.

- Межконтинентальные баллистические ракеты СССР (РФ) и США. История создания, развития и сокращения /* Е.Б. Волков, А.А.Филимонов, Иванов С.Н. Лекции по истории-развития баооистических ракет и ракет-носителей. Учебное пособие. – М.: Изд-во МФТИ, 1999
- Из истории астронавтики и ракетной техники* М.: Изд-во «Наука». 1970. 197с.
- Из истории ракетной техники.* – М., 1964.
- Избранные работы академика Глушко.* В 3-х т. М.: «Энергомаш», РФКА, 2008
- История науки, техники и транспорта: учебник для вузов / В. В. Фортуна-тов [и др.]; под об. ред. В. В. Фортуна-това.* – М.: Издательство Юрайт, 2020 – 432 с.
- Ишлинский А.Ю.* Механика: Идеи, задачи, приложения. – М.:, 1985
- Ишлинский А.Ю.* Академик С.П. Королев: учений, инженер, человек: творческий портрет по воспоминаниям современников / Александр Юльевич Ишлинский. – М.: Наука, 1986. – 518 с.
- Калашников М.* Битва за небеса. – М.: «Издательство АСТ». 2003. – 704с.
- Камалов В.С.* Производство космических аппаратов .- М.: Машиностроение, 1982. – 275с.
- Каманин Н.* Скрытый космос. Книга вторая. М.: Инфортекст-ИФ, 1995
- Карпенко А.В., Уткин А.Ф., Попов А.Д.* Отечественные стратегические ракетные комплексы. – СПб: Невский бастион, 1999. – 288 с.
- Келдыш М.В.* Избранные труды. Ракетная техника и космонавтика. – М.: Наука, 1985. – Т. 4.
- Кисунько Г.В.* Исповедь генерального конструктора. М.: Современник, 1996. С.234.
- Кисунько Г.В.* Секретная зона.- М.: Современник, 1996.
- Кожухов Н.С., Соловьев В.Н.* Комплексы наземного оборудования ракетной техники. 1948-1998 гг./ Под. ред. докт. техн. наук проф. Бирюкова Г.П. – Москва, 1998.
- Колесников С.Г.* Стратегическое ракетно-ядерное оружие. -М., 1996.
- Кондратюк Ю.В.* Завоевание межпланетных пространств. – Новосибирск, 1929;
- Константинов К.И.* О боевых ракетах. – СПб, 1864.
- Космодемьянский А.А.* Константин Эдуардович Циолковский. – М., 1976.
- Корнеев Н.М., Неустроев В.Н.* Генеральный конструктор, академик Владимир Павлович Бармин / Н.М. Корнеев, В.Н. Неустроев. – М., 1999.
- Космонавтика СССР /* Главн. редактор Мозжорин Ю.А., составитель Гильберг Л.А., Еременко.А. М.: «Машиностроение», «Планета», 1986. – 491с.
- Космонавтика. Энциклопедия.* – М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1985.
- Круглов А.К.* Как создавалась атомная промышленность СССР. – М.: ЦНИИ атоминформ, 1995.
- Куландин А., Тимашов С., Иванов В.* Энергетические системы космических аппаратов. М.: Машиностроение, 1979
- Курчатov И.В.* Избранные труды. – М.: Наука, 1982–1984. – 3 т.
- Лангемак Г.Э., Глушко В.П.* Ракеты, их устройство и применение. – М.— Л.: ОНТИ, 1935. 120 с.
- Максимо А.* Космическая одиссея, или краткая история развития ракетной техники и космонавтики. Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1991
- Мелуа А. И.* Ракетная техника, космонавтика и артиллерия: биографии ученых и специалистов: [энциклопедия]/ 2-е изд., доп. — М.; СПб.: Гуманистика, 2005. — 1125 с.:
- Мелуа А.И.* Старт космической технологии. М.: Наука, 1990.

Межконтинентальные баллистические ракеты СССР (РФ) и США. История создания, развития и сокращения / Е.Б. Волков, А.А. Филимонов, В.Н. Бобырев, В.А. Кобяков. — М.: Ракетные войска стратегического назначения, 1996. — 376 с.

Мировая пилотируемая космонавтика. История. Техника. Люди. — М.: Изд-во «РТ Софт», 2005.

Мишин В.П. Космонавтика / УРЕ — К.: Головна ред. УРЕ. 1980. — т.5 -С.442

Мишин В.П. От создания баллистических ракет к ракетнокосмическому машиностроению. — М.: ИИЦ «Информ-Знание», 1998.

Мозжорин Ю.А. Так это было. М.: ЗАО «Междунар. программа образования», 2000

Начало космической эры. Воспоминания ветеранов ракетно-космической техники и космонавтики. Вып. 2. М.: РНИЦКД 1994

Оберт Г. Пути осуществления космических полетов. — М., 1948.

Однажды и навсегда: документь и люди о создателе ракетных двигателей и космических систем академике Валентине Петровиче Глушко. — М.: Машиностроение, 1998. — 632 с.

Освоение космического пространства в СССР (1957—1967). — М.: Наука, 1971.

Оружие победы / Кол. авт.. — М.: Машиностроение, 1987

Первов М. А. Отечественное ракетное оружие 1946-2000. — Москва: АКС-Конверсалт, 1999. —141 с.

Первов М.А. Ракеты штурмуют космос. / М.: Столичная энциклопедия, 2018 - 176с.

Пионеры ракетной техники: Кибальчич, Циолковский, Цандер, Кондратюк. — М.: Наука, 1964. — 670 с.

Пионеры ракетной техники: Ветчинкин, Глушко, Королев, Тихонравов / под ред. Т.М. Мелькумов. — М.: Наука, 1972. — 796 с.

Пионеры ракетной техники: Гансвиндт, Годдард, Эно-Пельтри, Оберт, Гоман / под ред. Т.М. Мелькумов. — М.: Наука, 1977.

Поляченко В. А. На море и в космосе. Воспоминания / В. А. Поляченко. — СПб., 2008. — 192 с.

Ракетная техника, космонавтика и артиллерия: биографии ученых и специалистов: / А. И. Мелуа. 2-е изд., СПб.: Гуманистика, 2005. — 1125 с.

Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королева: 1946-1996. М.: Менонсовполиграф, 1996

Раушенбах Б.В. Герман Оберт (1894—1989). — М.: Наука, 1993. — 189 с.

Раушенбах Б. Пристрастие» М.: Наука. - 2000

Ребров М. Космические катастрофы. Странички из секретного досье. М.: Экс-Принт НВ.1996

Решетчатые крылья в ракетостроении, космонавтике, авиации. / под ред. С.М. Белоцерковского и др. Москва: Новый центр. — 2007.- 407с.

Романов А.П. Королев. М.: Молодая гвардия — ЖЗЛ, 1996.

Романов А.П., Борисенко И.Г. Отсюда дороги к планетам. — 2-е изд., доп. — М.: Политиздат, 1986. — 240с.

Романов А.П. Ракета покоряет пространство / из серии «Герои Советского Союза»

Российская космонавтика в архивных документах. — М.: Родина МЕДИА, 2011. — 2 кн.

Российское ракетное оружие 1943-1993 гг.: Справочник / Под. ред. А.В. Карпенко. — СПб.: Пика Ltd, 1993.

Рынин Н. Ракеты и двигатели прямой реакции (история, теория и техника). Л.: Изд-во «П.П. Сойкин», 1929

Славин С.Н. История военной космонавтикию М.: Вече,2017. — 432с.

Славин С. Н. Секретное оружие Третьего Рейха. — М.: Вече, 1999.

- Советская военная мощь от Сталина до Горбачева.* / Отв. ред. А.В. Минаев. — М.: Издательский дом «Военный парад», 1999. — 617 с.
- Советская космическая инициатива* в государственных документах. 1946–1964 гг. / Под. ред. Ю.М. Батурина. — М.: РТСофт, 2008. — 416 с.
- Советское ядерное вооружение.* Нью-Йорк, Москва: Машиностр. — 1989/1992. — 380с.
- Создание первой советской ядерной бомбы.* — М.: Энергоатомиздат, 1995.
- Создатели ядерного оружия.* К5-11. — Саров: Изд-во РФЯЦ — ВНИИЭФ, 2004.
- Сонкин М. Е.* Русская ракетная артиллерия. — 2-е изд. — М., 1952.
- Стражева И.В.* Тюльпаны с космодрома. — М.: Молодая гвардия, 1978
- Страницы советской космонавтики.* — М.: Машиностроение. — 1975. — 346 с.
- Стратегические ракетные комплексы наземного базирования.* — М., 2007. — 248 с.
- Стратегическое ядерное вооружение России/*Под ред. П.Л.Подвига.М.: Изд-во АТ, 1998.
- Сухотин А.К.* Превратности научных идей. — М.: Молодая гвардия, 1991. 27 с.
- Творческое наследие академика С.П. Королева.* Избранные труды и документы. / под ред. М.В. Келдыша — М.: Наука, 1980. — 591 с.
- Федосов Е. А.* Полвека в авиации. Записки академика / Е. А. Федосов. — М., 2004. — 400 с.
- Фридляндер И.Н.* Воспоминания о создании авиакосмической и атомной техники из алюминиевых сплавов. М.: - Наука, 2005, - 277с.
- Фролов К. и др..* Анатолий Александрович Благоднаров (1894-1975). Наука, 1982
- Хозин Г.С.* Великое противостояние в космосе (СССР — США). Свидетельство очевидца. М.: Вече, 2001. - 416с.
- Храмой А.В.* Константин Иванович Константинов. — М. — Л., 1951.
- Хрущев С. Н.* Никита Хрущев: кризисы и ракеты. Взгляд изнутри. Т. 2 / — М., 1994. — 534 с.
- Цандер Ф.А.* Из научного наследия. — М., 1967.
- Цандер Ф.А.* Собрание трудов / Фридрих Артурович Цандер / под ред. Г. Тетерс. — Зинанте, 1977. — 568 с.
- Циолковский К.* Избранные труды. — М.: АН СССР, 1962. — 533 с.
- Циолковский К.Э.* Реактивные летательные аппараты. — М., 1964.
- Циолковский К.Э.* Исследование мировых пространств реактивными приборами. — М., 1967.
- Циолковский К.Э.* Космические ракетные поезда. — М., 1977.
- Черняк А.Я.* Николай Кибальчич — революционер и ученый. — М., 1960.
- Черток Б.Е.* Ракеты и люди: в 4-х т. - М.: Изд-во «РТСофт», 2007
- Черток Б.Е.* Ракеты и люди. Фили — Подлипки — Тюратам — М.: Машиностроение, 1999. — 2-е изд. — 448 с.
- Черток Б.Е.* Ракеты и люди. Горячие дни холодной войны. М.: Машиностроение. — 2007. — 701с.
- Черток Б.Е.* Ракеты и люди. Лунная гонка — М.: Машиностроение, 1999. — 2-е изд. — 538 с., ил.
- Шипов Б.В.* Отечественное ракетостроение. — М., 1967.
- Широкорад А.Б.* История авиационного вооружения. Краткий очерк / Под общей ред. А.Е. Тараса. — Минск: Харвест, 1999. — С. 335-338. — 560 с. — (Библиотека военной истории).
- Широкорад А. Б.* Огненный меч Российского флота. — Москва: Яуза, Эксмо, 2004. — С. 283-295. — 416 с.
- Широкорад А.Б.* Энциклопедия отечественного ракетного оружия 1817-2002. — Минск: ООО «Харвест», 2002
- Шунков В.Н.* Ракетное оружие. — Минск

Эно-Пельтри Р. Космические полеты (Астронавтика). – М., 1950.

Ядерное вооружение СССР / Т.Кохан и др.; Пер. с англ. – М.: Изд-во АТ, 1992.

Man and Machines. N. York: Mitchell Beazley Encyclopedias livited.-1976. – 264s.

Space Technology/ Edit. H.S.Seifert. – New York/ -John Wiley and sons. – INC. - 1959. -721s.

Періодичні видання з публікаціями про ракетобудування

Авиация и космонавтика

Автоматическая сварка

Вестник АН СССР.

Вісник НАН України.

Вісник Дніпропетровського університету. Серія історія і філософія науки і техніки

Авиационно-космическая техника и технология

Вестник авиации и космонавтики

Відомості Верховної Ради України,

Вісник НАН України

Военный парад

Вопросы атомной науки и техники,

Державне космічне агентство України
Дзеркало тижня (газета).

За передову науку (газета)

Космічна наука і технологія.

Космическая техника.

Крылья Родины

Матеріали Наукових читань «Дніпровська орбіта

Національна безпека і оборона

Наука и жизнь

Наука і наукознавство.

Науководение и інформатика.

Новости космонавтики

Питання історії науки і техніки.

Политехник (газета),

Популярная механика

Ракетостроение и космонавтика

Сварщик

Світосгляд

Техника молодёжи

Техническая механика.

Український тиждень (газета).

Українсьеий математичний журнал

Урядовий кур'єр (газета)

УФН

О.М. Корнієнко

ЗМІСТ

ІСТОРІЯ РАКЕТНО-КОСМІЧНОЇ НАУКИ І ТЕХНІКИ УКРАЇНИ
(1951—2020)

Передмова	5
Зародження сучасного ракетобудування.	8
Зародження сучасного ракетобудування наприкінці 20-х — у 40-х роках ХХ ст. і його передісторія.	8
Піонери ракетно-космічної науки і техніки. Біографічний енцикло- педичний словник.	14
Створення ядерно-ракетної зброї і початок військового протистояння між США та СРСР (1945—1957)	38
Створення атомної і термоядерної зброї (1945—1956)	38
Ракетобудування в США і СРСР (1945—1957)	51
Ракетна техніка в СРСР	58
Основні періоди та етапи розвитку ракетно-космічної науки і техніки України (1951— 1991)	62
Початок робіт з ракетної техніки в Україні (1951—1957)	62
Робота КБ, НДІ і підприємств в галузі ракетобудування (1954— 1957)	65
Внесок інститутів АН УРСР у ракетну науку і техніку	67
Підготовка спеціалістів для ракетно-космічної галузі в Україні	69
Створення бойових стратегічних балістичних ракет і ракетних комп- лексів чотирьох поколінь (1957-1991)	74
Створення та виготовлення бойових балістичних ракет першого покоління (1957—1966)	74
Шахтні пускові ракетні установки	79
Мінометний старт	89
М.К. Янгель — історична особистість	93
Створення та виготовлення бойових ракет другого покоління (1967—1974)	102
Система подолання ПРО «Лист»	104
Створення та виготовлення бойових ракет третього покоління (1975—1987)	108
Бойові ракетні комплекси третього покоління	110
Бойові ракетні комплекси четвертого покоління (1988—1991)	126
РК «Воєвода»	126
РК «Молодець»	129
В.Ф. Уткін — друга історична постать в ракетно-космічній науці і техніці	138
Наукова біографія С.М. Конюхова	146

Ракетно-космічна наука і техніка України для дослідження космосу (1962—1991)	154
Розробки ракет-носіїв і космічних апаратів в Україні в 1962—1991 рр	163
Власне двигунобудування	169
Рідинні ракетні двигуни	169
Ракетні двигуни та установки на твердому паливі	181
Ракети-носії	191
РН «Зеніт»	191
РН «Циклон»	199
Роль ракетної техніки для досліджування космосу	202
Внесок основних НДІ, КБ, підприємств України у ракетобудування	208
Внесок академічних інститутів у ракетно-космічну науку і техніку (після 1957)	221
Науково-технічні школи в ракетно-космічній галузі України	255
Підготовка спеціалістів для ракетно-космічної галузі України в 1957—1991 рр	276
Короткий нарис історії ракетно-космічної науки і техніки України очима її генерального конструктора В.Ф. Уткіна.	286
Ракетобудування і космічна діяльність в Україні в 1992—2020 рр	319
Ракетно-ядерне роззброєння України.	360
Післямова	370
ДОДАТОК.	
Основні підприємства, які брали участь у створенні ракетно-космічної техніки України	371
Провідні діячі ракетно-космічної галузі України. Біографічний словник	389
Лауреати премії імені М.К. Янгеля	412
Хронологія основних подій і фактів у галузі ракетно-космічної науки і техніки	414
Каталог музеїв ракетно-космічної техніки України	430
Література	443
Зміст	453

ДЛЯ ПОТАТОК

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Історія ракетно-космічної науки і техніки

Оператор **Н.В. Божко**

Комп'ютерна верстка і дизайн **С.М. Кірсенко**

Формат 70x100/16. Друк офсетний.

Ум. друк. арк. ???.

Тираж ??? прим. Зам. №21-204.

Віддруковано в друкарні «Видавництво «Фенікс»

С-во суб'єкта видавничої справи

ДК №271 від 07.12.2000 р.

03680, м. Київ, вул. Шутова, 13Б

www.fenixprint.com.ua