

УДК 629.78:621:005.51

**ГОСУДАРСТВЕННОМУ РАКЕТНОМУ ЦЕНТРУ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА В.П. МАКЕЕВА 70 ЛЕТ**

© 2018 г. Дегтярь В.Г.

АО «Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева (АО «ГРЦ Макеева») Тургойакское шоссе, 1, г. Миасс, Челябинская обл., Российская Федерация, 456300, e-mail: src@makeyev.ru

Статья знакомит с историей и основными разработками за 70-летний период деятельности АО «ГРЦ Макеева» — головного разработчика ракетных комплексов стратегического назначения. В ГРЦ спроектированы и сданы на вооружение ВМФ три поколения ракетных комплексов, восемь базовых баллистических ракет подводных лодок и шестнадцать их модернизированных вариантов, которые составляли и составляют основу морских стратегических ядерных сил СССР и России. Предприятие обладает развитой промышленной и лабораторно-экспериментальной базой, позволяющей проводить полномасштабные испытания образцов ракетно-космической техники, вплоть до имитации полета в условиях вакуума и невесомости, а также испытания на все виды эксплуатационных воздействий. Представлены реализованные и перспективные проекты ГРЦ по российским и международным ракетно-космическим программам.

Ключевые слова: ГРЦ, ракетный комплекс стратегического назначения, лабораторно-экспериментальная база, ракетно-космические проекты.

**70TH ANNIVERSARY OF THE STATE ROCKET CENTER
NAMED AFTER ACADEMICIAN V.P. MAKEYEV**

Degtyar V.G.

Joint Stock Company Academician V.P. Makeyev State Rocket Center (Makeyev SRC)
1 Turgoyakskoye shosse, Miass, Chelyabinsk region, 456300, Russian Federation, e-mail: src@makeyev.ru

The paper presents the 70 years of history and major projects of Makeyev SRC, the prime developer of strategic rocket systems. SRC designed and put into navy service three generations of rocket systems, eight base versions of submarine ballistic missiles and their sixteen upgraded versions, which represented and still represent the basis of naval strategic nuclear forces of USSR and Russia. The company has advanced industrial, research and experimentation facilities, which enable it to run full-scale tests of rocket and space hardware in environments that go as far as simulating flight in vacuum and zero gravity, as well as tests for all kinds of operational loads. The paper presents the already completed and future SRC projects under Russian and international rocket and space programs.

Key words: State Rocket Center, SRC, strategic missile system, research and experimentation facilities, rocket and space projects.



ДЕГТЯРЬ В.Г.

ДЕГТЯРЬ Владимир Григорьевич — академик РАН, генеральный директор, генеральный конструктор АО «ГРЦ Макеева», e-mail: src@makeyev.ru
DEGTYAR Vladimir Grigoryevich — RAS Academician, General Director, General Designer of Makeyev SRC, e-mail: src@makeyev.ru

16 декабря 2017 г. исполнилось 70 лет Государственному ракетному центру имени академика В.П. Макеева (АО «ГРЦ Макеева»).

АО «ГРЦ Макеева» — головной разработчик ракетных комплексов стратегического назначения с баллистическими ракетами подводных лодок (в настоящее время и с ракетами наземного базирования), а также один из научно-конструкторских центров России по разработке ракетно-космической техники [1].

Образование предприятия связано с разработкой в СССР атомного проекта [2]. Во время Второй мировой войны США создали атомную бомбу и в послевоенные годы, используя опыт вывезенных из Германии специалистов, форсировали разработку и создание ракетного оружия. Руководство СССР для обеспечения обороноспособности страны вынуждено было принимать адекватные меры. 13 мая 1946 г. Совет Министров СССР принял Постановление № 1017-419 «Вопросы реактивного вооружения», определившее координацию основных работ по реактивной технике в масштабах страны. Постановление завершалось 32-м пунктом: «Считать работы по развитию реактивной техники важнейшей государственной задачей и обязать все министерства и организации выполнять задания по реактивной технике как первоочередные». Была поставлена задача: для обеспечения безопасности в сжатые сроки создать ракетно-ядерный щит страны. С целью организации работ в этой области Правительством был создан Специальный комитет по реактивной технике.

16 декабря 1947 г. в г. Златоусте было организовано Специальное конструкторское бюро по ракетам дальнего действия, которому в 1948 г. дано наименование СКБ-385. В 1966 г. предприятие переименовано в Конструкторское бюро машиностроения (КБМ). В 1993 г. на основе КБ машиностроения создан Государственный ракетный центр (ГРЦ) «КБ им. академика В.П. Макеева», которое в 2015 г. переименовано в АО «Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева» [1].

АО «ГРЦ Макеева» является интегрированной структурой по разработке и созданию ракетной техники, организованной по Указу Президента Российской Федерации от 28 апреля 2007 г. № 566. В состав интегрированной структуры вошли ведущие российские предприятия-разработчики и производители ракетной техники:

АО «ГРЦ Макеева», АО «Красмаш», АО «Златмаш», АО «ММЗ», АО «НИИ «Гермес».

Достижения АО «ГРЦ Макеева» как системного интегратора крупных проектов, многолетний опыт управления развитой научной, проектно-конструкторской и производственной кооперацией КБ, НИИ, заводов-изготовителей являются определяющими для успешного решения задач в рамках оборонной деятельности интегрированной структуры [2].

Первыми руководителями предприятия были Николай Павлович Полетаев, Вячеслав Николаевич Чужанов, Михаил Петрович Гарин, Емельян Максимович Ушаков, Еновк Айрапетович Гульянц, Виктор Петрович Макеев, Игорь Иванович Величко. С 1998 г. и по настоящее время предприятием руководит Владимир Григорьевич Дегтярь. Главными конструкторами предприятия были Алексей Яковлевич Щербаков, Петр Никитович Байковский, Михаил Илларионович Дуплищев; генеральными конструкторами — Виктор Петрович Макеев, Игорь Иванович Величко. С 1998 г. и по настоящее время генеральный конструктор предприятия — Владимир Григорьевич Дегтярь (рис. 1).



Рис. 1. Руководство Министерства обороны в АО «ГРЦ Макеева» (первый слева — Дегтярь В.Г.)

Большая заслуга в создании и становлении СКБ-385 принадлежит главному конструктору ОКБ-1, основоположнику ракетостроения в СССР С.П. Королёву [3]. Он активно помогал скорейшему освоению молодым коллективом на Урале работок своего ОКБ. У С.П. Королёва прошли обучение и стажировку инженерные кадры, ряд специалистов ОКБ-1 был направлен на постоянную работу в СКБ-385 для его укрепления. По рекомендации

С.П. Королёва в 1955 г. на должность главного конструктора СКБ-385 был назначен В.П. Макеев, работавший до этого в ОКБ-1 ведущим конструктором по оперативно-тактической ракете Р-11 [4–6].

Ракетные комплексы морских стратегических ядерных сил России

На протяжении 70-летней истории в Государственном ракетном центре спроектированы и сданы на вооружение Военно-Морского Флота СССР и России три поколения ракетных комплексов, восемь базовых ракет и шестнадцать их модификаций, которые составляли и составляют основу морских стратегических ядерных сил России (рис. 2).

6 сентября 1955 г. впервые в мире был выполнен пуск с подводной лодки баллистической ракеты Р-11ФМ разработки ОКБ-1 С.П. Королёва [4, 5]. Решена задача сдерживания — продемонстрирована досягаемость территории и целей противника для баллистических ракет. Для размещения и применения с дизельных и атомных подводных лодок приспособлены и разработаны ракеты с «сухопутными» техническими решениями. Реализован подводный старт — главная предпосылка достижения скрытности и неуязвимости ракетноносцев. Сформировано ядро кооперации разработчиков, изготовителей и испытателей морских баллистических ракет. Начато развертывание морских стратегических ядерных сил. В 1962 г. закончена разработка оперативно-тактической ракеты Р-17, широко известной под названием *SCUD B*, которая на протяжении нескольких десятилетий находилась на вооружении армий ряда стран [1].

Ракеты второго поколения обеспечили полномасштабное развертывание морской составляющей стратегических ядерных сил. Достигнут качественный скачок в морском ракетостроении за счет создания малогабаритных ракет и ракетно-пусковых систем. Увеличен боекомплект ракет, автоматизировано их обслуживание на лодке, реализована всепогодность боевого применения. Заводская ампулированная заправка кардинально улучшила эксплуатационные свойства ракет. Освоена кассетная головная часть. Разработана баллистическая ракета Р-27К с наведением боевого блока на морские подвижные цели. Реализована межконтинентальная дальность стрельбы и астрокоррекция морских ракет. Это повысило боевую эффективность, живучесть и боеготовность ракетноносцев, компенсировало особенности геостратегического положения страны.

В ракетах третьего поколения освоены разделяющиеся головные части, достигнута точность стрельбы, соизмеримая с точностью ракет наземного базирования, отработана залповая стрельба полным боекомплектом и достигнуты тактико-технические характеристики, соответствующие лучшим зарубежным и отечественным аналогам. Создана ракета РСМ-50 — первая в мире межконтинентальная морская ракета с разделяющейся головной частью. Поставлена на вооружение Военно-морского флота первая морская твердотопливная ракета РСМ-52 с межконтинентальной дальностью стрельбы. В жидкостной ракете РСМ-54 реализована коррекция полета по навигационным спутникам.

В XXI веке АО «ГРЦ Макеева» решен ряд новых задач, связанных с повышением эффективности морских ракетных комплексов с целью сохранения стратегического паритета. Это ракеты: Р-29РМУ1, Р-29РКУ-02, Р-29РМУ2, Р-29РМУ2.1 [1, 2].



Рис. 2. Ракетные комплексы морских стратегических ядерных сил, созданные АО «ГРЦ Макеева»

Примечание. БРПЛ — баллистические ракеты подводных лодок.

В 2002 г. сдан на вооружение комплекс с ракетой Р-29РМУ1 («Станция»), оснащенной перспективным боевым блоком повышенной безопасности и улучшенными точностными, сигнальными и скоростными характеристиками.

В 2006 г. принят в эксплуатацию комплекс с ракетой Р-29РКУ-02 («Станция-2»). В обеспечение продления сроков эксплуатации ракеты Р-29РКУ-01 в опытно-конструкторской работе «Станция-2» была реализована возможность переоснащения ракеты боевыми блоками повышенной эффективности и безопасности. Главный результат ОКР «Станция-2», подтвержденный летными испытаниями, — обеспечение увеличенного срока эксплуатации Северо-Восточной группировки подводных лодок проекта 667БДР до 2019 г.

Важной разработкой АО «ГРЦ Макеева» по обеспечению эффективности морских стратегических ядерных сил России является комплекс с ракетой Р-29РМУ2 («Синева»). Ракеты этого класса в 2006 г. выполнили успешный пуск с Северного полюса (рис. 3), а в 2008 г. была продемонстрирована дальность стрельбы свыше 11,5 тыс. км. Безотказность этих ракет регулярно подтверждается при пусках в рамках плановых учений по указанию президента России.



Рис. 3. Пуск ракеты «Синева» с Северного полюса

Серийное изготовление ракет ведется на Красноярском машиностроительном заводе. В бортовой аппаратуре системы управления ракеты применена новая отечественная элементная база. Ракета Р-29РМУ2 обладает наивысшим энерго-массовым совершенством среди отечественных и зарубежных морских и сухопутных стратегических ракет и имеет ряд новых качеств: увеличенные размеры круговой и произвольной зон разведения боевых блоков, применение настильных траекторий во всем диапазоне дальностей стрельбы

в астроинерциальном и астрорадиоинерциальном режимах работы системы управления. Оснащение ракеты средствами противодействия повышает эффективность ее использования в условиях развертывания системы противоракетной обороны. На вооружение ракета «Синева» принята Указом Президента РФ в июле 2007 г. Ракетный комплекс «Синева» является основой морской составляющей стратегических ядерных сил РФ до 2025–2030 гг.

В 2014 г. принят на вооружение комплекс с ракетой Р-29РМУ2.1 («Лайнер»). Ракета «Лайнер» расширяет спектр различных комплектаций боевого оснащения и средств преодоления ПРО БРПЛ.

Ракеты комплексов «Синева» и «Лайнер» позволяют успешно выполнять оборонные задачи Северо-Западной группировке подводных лодок проекта 667БДРМ до 2025–2030 гг., а также существенно увеличить эффективность морских стратегических ядерных сил без увеличения количества БРПЛ.

Предприятие продолжает работать над выполнением важного государственного заказа, осуществляет целую серию работ по созданию вооружений и военной техники, в т. ч. и на дальнюю перспективу, в интересах Министерства обороны Российской Федерации (в частности, Ракетных войск стратегического назначения, военно-морского флота и других видов Вооруженных Сил РФ), Государственной корпорации «Роскосмос». Продолжаются работы по совершенствованию морских стратегических ядерных сил, приданию баллистическим ракетам подводных лодок новых качеств.

Сложность решаемых задач потребовала создания собственной лабораторно-экспериментальной базы (ЛЭБ), которая должна была обеспечить возможность испытаний с воспроизведением в лабораторных условиях процесса эксплуатации ракет, включая полетные нагрузки. И такая уникальная по своим возможностям лабораторно-экспериментальная база была создана.

В состав ЛЭБ ГРЦ входят восемь комплексов для:

- статических испытаний на прочность;
- вибрационных и динамических испытаний;
- вакуумно-динамических и акустических испытаний;
- ускоренных коррозионно-климатических испытаний;

- гидродинамических испытаний;
- отработки системы управления — комплексный моделирующий стенд;
- испытаний антенн, антенно-фидерных и антенно-волноводных устройств;
- испытаний систем изделия на радиационные и электромагнитные воздействия.

В 1992 г. в ГРЦ создан Испытательный центр (ИЦ ГРЦ), аккредитованный на право проведения испытаний вооружения и военной техники, ракетно-космической техники, транспортного и энергетического машиностроения, изделий для стройиндустрии, нефтегазовой и атомной промышленности. В 2016 г. получено экспертное заключение на право проведения аттестации испытательного оборудования, применяемого при оценке соответствия оборонной продукции. В период 2013...2017 гг. проведена реконструкция и техперевооружение ЛЭБ ГРЦ. Получено испытательное и технологическое оборудование, обеспечивающее испытания изделий с большими массово-габаритными характеристиками (рис. 4–6). Проведенные работы по реконструкции и техперевооружению позволяют в сжатые сроки проводить подготовку и проведение испытаний поступающих экспериментальных узлов и макетов.



Рис. 4. Комплексный моделирующий стенд



Рис. 5. Вакуумно-динамический стенд

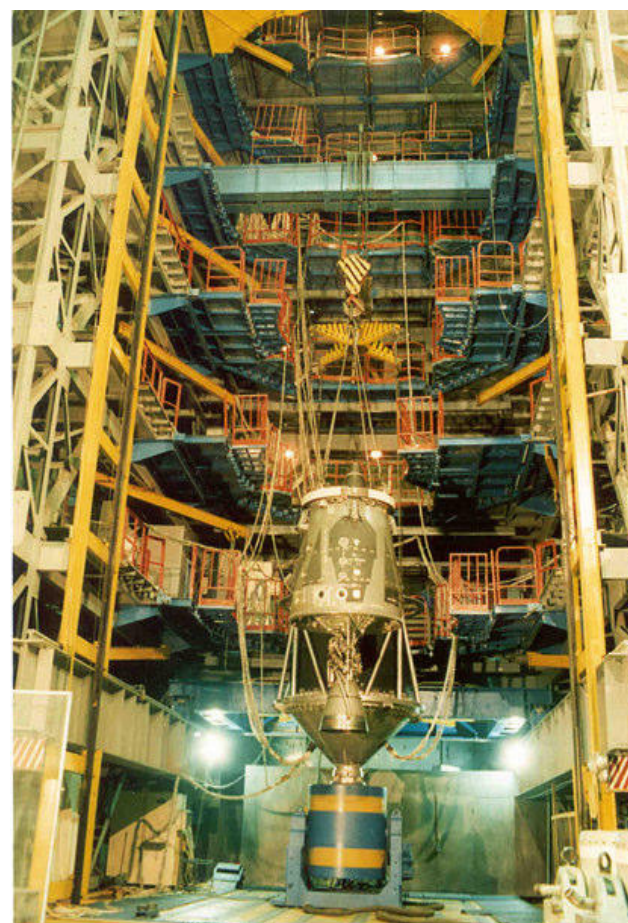


Рис. 6. Комплекс вибрационных и ударных испытаний

Ракетно-космическое направление, основанное на боевых ракетных технологиях

Сокращение объемов оборонной тематики в 1990-е гг. поставило перед коллективом ГРЦ задачу поиска новых наукоемких направлений. Так стало осваиваться ракетно-космическое направление, основанное на боевых ракетных технологиях [7]. В 1998 г. ракетой-носителем (РН) «Штиль» (на базе БРПЛ Р-29РМ) запущены два германских спутника серии «Тубсат» [8] (рис. 7).



Рис. 7. Погрузка морской РН «Штиль» в шахту для последующего запуска германского спутника «Тубсат»

Разработана малогабаритная космическая платформа, позволяющая оперативно создавать различные малогабаритные космические аппараты, в частности, спутник «Компас», предназначенный для краткосрочного прогноза землетрясений. Технологический образец спутника был запущен в 2001 г. ракетой-носителем «Зенит-2», а в мае 2006 г. морской ракетой-носителем «Штиль» запущен спутник «Компас-2» (рис. 8) [9, 10]. На базе БРПЛ РСМ-54 возможно создание семейства ракет космического назначения, которые отличаются глубиной доработок штатной ракеты.



Рис. 8. Космический аппарат «Компас-2» на орбите

Разработка ракеты-носителя среднего класса «Русь-М»

Важной составляющей тематики предприятия являются ракетно-космические проекты. АО «ГРЦ Макеева» — участник создания ракетно-космического комплекса для российского космодрома «Восточный» в Амурской области, а также разработчик первой ступени ракеты-носителя нового поколения «Русь-М». Ракета-носитель среднего класса «Русь-М» — двухступенчатая ракета, способная обеспечить выведение полезных грузов массой не менее 20 т на низкую околоземную круговую орбиту [11]. К сожалению, разработка этого комплекса была приостановлена на этапе технического проекта.

Авиационно-космическое направление

АО «ГРЦ Макеева» обладает значительным научно-техническим заделом в создании ракет, стартующих с подвижного основания, с использованием которого были разработаны проекты авиационно-ракетных комплексов на базе самолетов Ан-124-100ВС, ИЛ-76, МиГ-31, Ту-160 и ракет на твердом и жидком топливах со стартовой массой 5...100 т и массой полезной нагрузки 50...3 000 кг [1].

Создание технологии авиационного старта космических ракет позволит обеспечить многофункциональность и рациональную взаимозаменяемость средств выведения для гарантированного доступа в космос и предоставления услуг по запуску на мировом рынке.

Авиационно-ракетный комплекс космического назначения «Воздушный старт» предусматривает создание 100-тонной ракеты на базе высоконадежных, отработанных систем и двигателей с экологически чистыми компонентами топлива для запуска с использованием в качестве стартовой платформы транспортного самолета Ан-124-100ВС «Руслан» (рис. 9) с целью выведения космических аппаратов на любые околоземные орбиты, включая геопереходные, геостационарные и отлетные траектории (рис. 10).



Рис. 9. Транспортный самолет Ан-124-100ВС «Руслан»

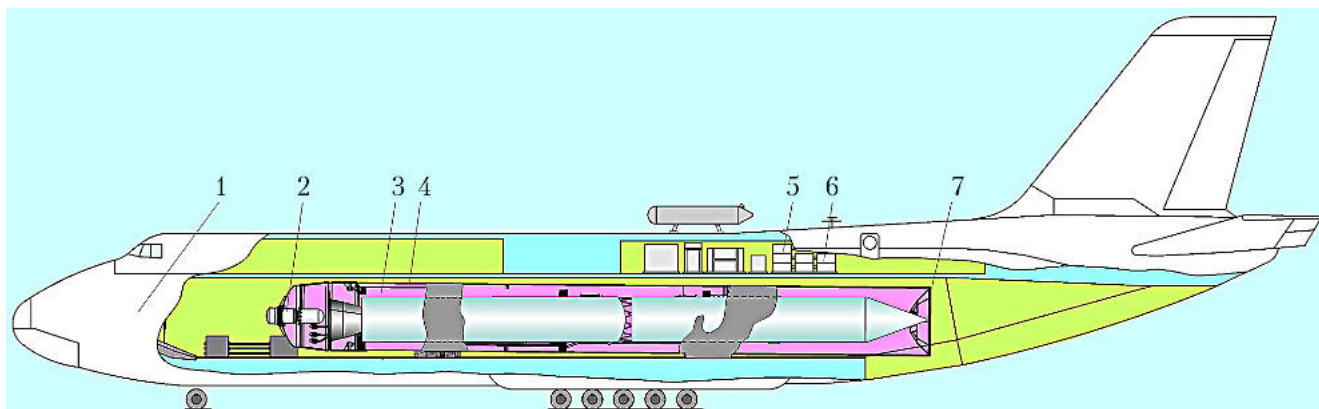


Рис. 10. Авиационно-ракетный комплекс космического назначения «Воздушный старт»: 1 — самолет-носитель; 2 — парогазогенератор, обеспечивающий десантирование ракеты; 3 — РКН «Полет»; 4 — авиационно-пусковой контейнер; 5 — аппаратура управления комплексом систем полетного и предпускового обслуживания; 6 — аппаратура измерительного комплекса, размещаемого на самолете; 7 — герметизирующая мембрана

Исследования по ракетам-носителям тяжелого и сверхтяжелого классов

В рамках НИР «Магистраль», «Облик», «Авангард», начиная с 2009 г. и до настоящего времени в АО «ГРЦ Макеева» ведутся работы по созданию РН тяжелого и сверхтяжелого классов с использованием имеющихся и перспективных двигателей, а также по модификации их в многоразовые ракетно-космические системы. В качестве основного варианта предложена двухступенчатая ракета-носитель сверхтяжелого класса пакетной схемы грузоподъемностью на низкой околоземной орбите ~93 т, с применением двигателей РД171МВ и РД0120, соответственно, на первой и второй ступенях, с запуском двигателей ступеней на старте (рис. 11). Максимальные габариты топливных баков определены, исходя из условия авиатранспортирования с завода-изготовителя на космодром «Восточный» на самолете Ан-124-100. Мы считаем, что этот вариант должен рассматриваться в качестве основного при создании ракеты-носителя сверхтяжелого класса грузоподъемностью до ~180 т путем увеличения количества таких ракетных блоков.

Концептуальная разработка одноступенчатого многоразового средства выведения «Корона»

Кроме работ по сверхтяжелым ракетам, ведутся проектно-конструкторские проработки по созданию ракет легкого и сверхлегкого классов [12].

В проекте «Корона» предлагается, отказавшись от постепенного перехода к многоразовым средствам выведения, проводить разработку одноступенчатого полностью многоразового средства выведения без промежуточных этапов, неизбежно удлиняющих время перехода к многоразовым системам и удорожающих его [13] (рис. 12).

РН «Корона» — многоразовая одноступенчатая РН вертикального взлета и посадки, оснащенная взлетно-посадочными амортизаторами. РН предназначена для выведения полезных нагрузок на низкие околоземные орбиты высотой 200...500 км с наклоном до 110°. В качестве маршевого двигателя применен ЖРД внешнего расширения с модульной камерой сгорания с укороченным центральным телом на высокоэнергетической паре «водород + кислород». Для обеспечения высокого

конструктивного совершенства РН основным конструкционным материалом выбран углепластик, в теплозащите применяются керамические плитки. Система управления — с минимизированными массогабаритными характеристиками, с высоконадежной высокопроизводительной бортовой цифровой вычислительной машиной.

В ракете нет одноразовых элементов. В системах ракеты допускается не менее чем 25-разовое использование наиболее

энергонапряженных элементов (без замены), при общем ресурсе ракеты-носителя не менее 100 полетов.



Рис. 11. Результаты проектно-конструкторских исследований ракет-носителей тяжелого и сверхтяжелого классов: а — $M_0 \sim 2\,060\text{ т}$, $M_{\text{пн}}$ на НОО $\sim 93\text{ т}$, тип двигателей — I-РД171МВ, II-РД0120; б — $M_0 \sim 1\,920\text{ т}$, $M_{\text{пн}}$ на НОО $\sim 108\text{ т}$, тип двигателей — I-РД0164, II-РД0120; в — $M_0 \sim 1\,650\text{ т}$, $M_{\text{пн}}$ на НОО $\sim 85\text{ т}$, тип двигателей — I-РД0750Ф, II-РД0146

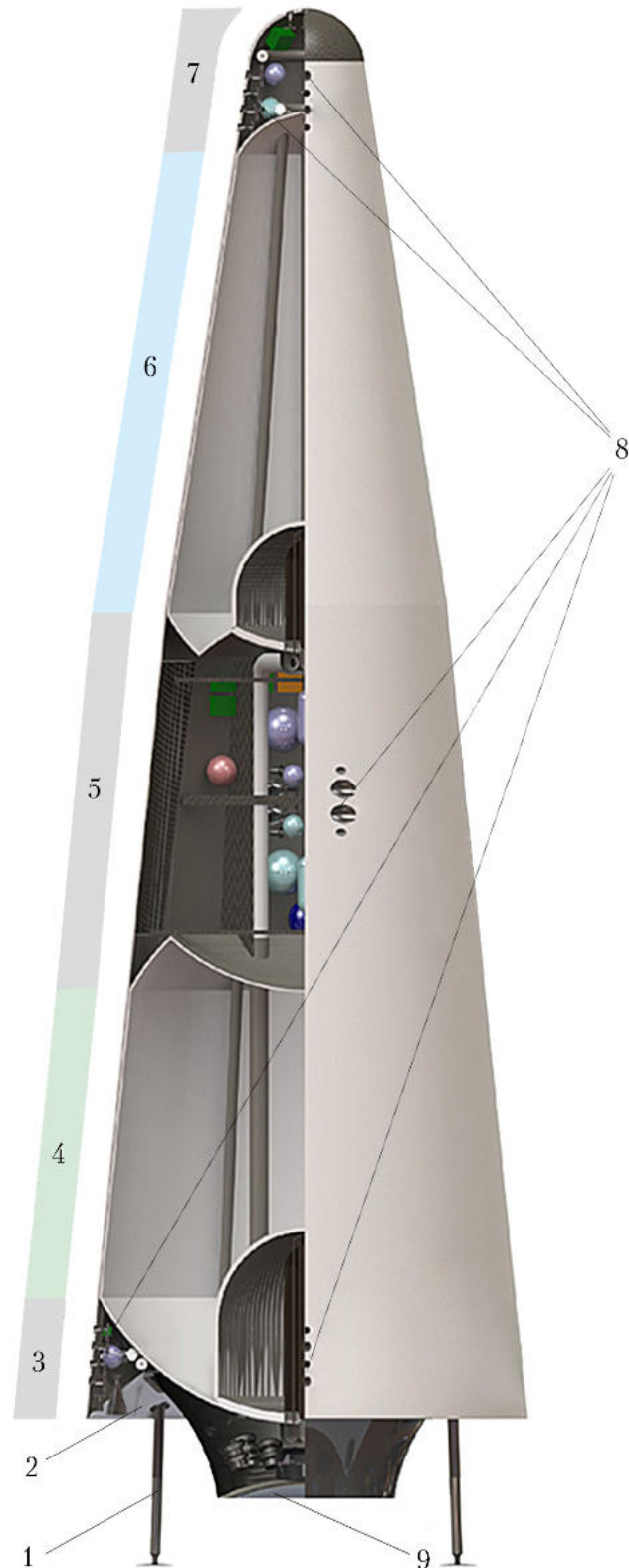


Рис. 12. Проект ракеты-носителя «Корона», деление на отсеки: 1 — взлетно-посадочные амортизаторы; 2 — двигатели орбитального маневрирования; 3 — кормовой отсек; 4 — баки горючего; 5 — отсек полезной нагрузки (приборно-агрегатный отсек); 6 — баки окислителя; 7 — головной отсек; 8 — двигатели стабилизации, ориентации и прецизионных перемещений; 9 — маршевый двигатель

Специфическим свойством РН «Корона» является возможность использования целого ряда многопусковых схем выведения, при которых вместо массы посадочного топлива увеличивается масса полезной нагрузки, а топливо для возвращения доставляется РН-танкером.

Мы уверены, что создание такой ракеты откроет новую эпоху развития многоразовых средств выведения.

Участие в международных космических программах

АО «ГРЦ Макеева» активно участвует в международных космических программах [14].

С 2003 г. ГРЦ сотрудничает с Институтом авиации и космоса Федеративной Республики Бразилии. Сначала специалисты ГРЦ помогали бразильским коллегам разобраться с причинами аварии РН VLS-1, а затем сотрудничество продолжилось в рамках космической программы Бразилии «Южный крест», задача первого этапа которой — создание РН VLS-*Alfa*. В 2007 г. был разработан аванпроект ракеты и предложен вариант третьей ступени ракеты для разработки эскизного проекта. В ноябре 2010 г. бразильская делегация посетила ГРЦ. В результате встречи был подписан Протокол, в котором намечены направления дальнейших работ.

В настоящее время, по итогам встречи в 2017 г. президентов России и Бразилии, планируется активизация сотрудничества.

Успешно реализован совместный проект АО «ГРЦ Макеева» и Департамента науки и технологии ЮАР — спутник ZA-002 (рис. 13). Запуск спутника состоялся 17 сентября 2009 г. с космодрома Байконур. Спутник в течение нескольких лет решал задачи мониторинга лесных и сельскохозяйственных угодий, уровня воды в водохранилищах и стихийных бедствий. Запуск спутника являлся для ЮАР событием огромной важности, так как он представлял собой техническую базу для участия ЮАР в космической инициативе по созданию группировки для системы управления ресурсами Африки. Государственный ракетный центр сохранил за собой статус головного подрядчика на запуск южноафриканского спутника, активно участвуя в подготовке и организации его запуска.

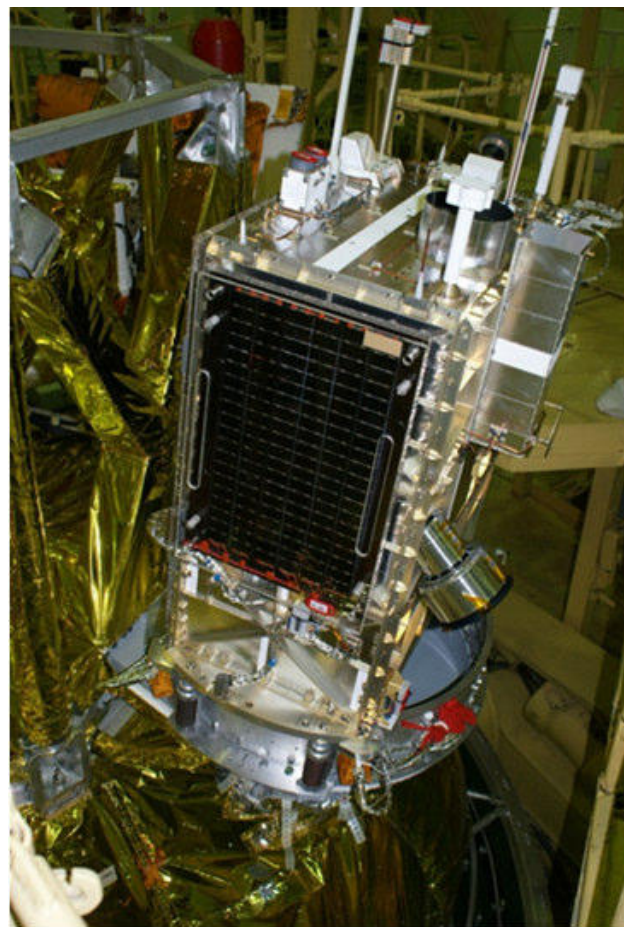


Рис. 13. Совместный проект АО «ГРЦ Макеева» и Департамента науки и технологий ЮАР: спутник ZA-002 для системы управления ресурсами Африки, запущенный с космодрома Байконур в 2009 г.

Заключение

Сегодня АО «ГРЦ Макеева» уверенно смотрит в будущее, выполняя новые задачи по формированию облика стратегических ядерных сил сдерживания, поставленные руководством страны перед коллективом предприятия, и подтверждая свой авторитет одного из крупнейших научно-конструкторских центров России по разработке ракетно-космической техники.

Список литературы

1. СКБ-385, КБ машиностроения, ГРЦ «КБ им. академика В.П. Макеева» / Под общ. ред. В.Г. Дегтяря. М.: Государственный ракетный центр «КБ им. академика В.П. Макеева»; ООО «Военный Парад», 2007. 408 с.
2. Стратегическое ядерное вооружение России / Под ред. П.Л. Подвига. М.: ИздАТ, 1998. 478 с.
3. Лопота В.А., Легостаев В.П., Королева Н.С., Шагов Б.В., Хамитов Р.С., Хабаров А.М., Синявский В.В., Бирюков Ю.В.,

Земляков С.А., Романов С.Ю., Деречин А.Г., Соколов Б.А., Сорокин И.В., Островский В.Г., Сизенцев Г.А., Сотников Б.И., Ковтун В.С., Королев Б.В., Смирнов И.В., Гудилин В.Е., Цыганков О.С., Гузенберг А.С., Горшков Л.А., Стойко С.Ф. С.П. Королёв. Энциклопедия жизни и творчества. М.: РКК «Энергия», 2014. 704 с.

4. Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва. 1946–1996. М.: РКК «Энергия», 1996. 670 с.

5. Черток Б.Е. Ракеты и люди. Горячие дни холодной войны. 2-е изд. М.: Машиностроение, 1999. 528 с.

6. Дегтярь В.Г., Канин Р.Н. Генеральный конструктор Виктор Петрович Макеев // Актуальные проблемы авиационной и аэрокосмических систем: процессы, модели, эксперименты. 2015. Т. 20. № 1. С. 146–153.

7. Блинов В.Н., Иванов Н.Н., Шалай Ю.В., Сеченов Н.В. Ракеты-носители. Проекты и реальность. Кн. 1. Ракеты-носители России и Украины. Справочное пособие. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011. 382 с.

8. Дегтярь В.Г. Использование практических пусков БРПЛ для научных исследований и создания новых технологий // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. 2015. № 3(29). С. 64–68.

9. Дегтярь В.Г., Данилкин В.А., Прокофьев В.К., Таращук Н.В. Направления модернизации спутниковой платформы и средств выведения в интересах создания МКА для мониторинга с учетом опыта эксплуатации МКА «Компас-2» // Вопросы электротехники. Труды ВНИИЭМ. 2008. Т. 105. С. 105–109.

10. Кузнецов В.Д., Боднар Л., Гарипов Г.К., Данилкин В.А., Дегтярь В.Г., Докучкин В.С., Иванова Т.А., Капустина О.В., Корепанов В.Е., Михайлов Ю.М., Павлов Н.Н., Панасюк М.И., Прутенский И.С., Рубинштейн И.А., Ружин Ю.Я., Синельников В.М., Тулунов В.И., Ференц Ч., Широков А.В., Яшин И.В. и др. Орбитальный мониторинг ионосферы и аномальных явлений на малом спутнике «Вулкан-Компас-2» // Геомагнетизм и аэрономия. 2011. Т. 51. № 3. С. 333–345.

11. Радугин И.С. Проект экономически эффективной системы средств выведения среднего и тяжелого классов для запусков элементов перспективной пилотируемой транспортной системы с космодрома «Восточный» // Космическая техника и технологии. 2013. № 3. С. 3–13.

12. Фшман Р. Русский космос: проект «Корона» и другие разработки ГРЦ Макеева. Электронный журнал «Популярная механика». Режим доступа: <http://www.popmech.ru/technologies/363532-russkiy-kosmos-proekt-korona-i-drugie-razrabotki-grc-makeeva> (дата обращения 01.02.2018 г.).

13. Вавилин А.В., Дегтярь В.Г., Козлов С.В., Сытый Г.Г., Усолкин Ю.Ю. О возможном пути развития многоразовых космических транспортных систем // Космонавтика и ракетостроение. 2005. № 3(40). С. 97–106.

14. Дегтярь В.Г., Молчанов С.Ф. Исследовательские эксперименты в космическом пространстве с новыми образцами космической техники // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. 2017. № 2. С. 115–118. Статья поступила в редакцию 20.02.2018 г.

Reference

1. SKB-385, KB mashinostroeniya, GRTs «KB im. akademika V. P. Makeeva» [Special Design Bureau-385, Engineering Design Bureau, Makeev State Rocket Center]. Ed. by V.G. Degtyar. Moscow: Makeev State Rocket Center; ООО «Voennyi Parad» publ., 2007. 408 p.

2. Strategicheskoe yadernoe vooruzhenie Rossii [Strategic nuclear armaments of Russia]. Ed. by P.L. Podvig. Moscow, Izdat publ., 1998. 478 p.

3. Lopota V.A., Legostaev V.P., Koroleva N.S., Shagov B.V., Khamitov R.S., Khabarov A.M., Sinyavskiy V.V., Biryukov Yu.V., Zemlyakov S.A., Romanov S.Yu., Derechin A.G., Sokolov B.A., Sorokin I.V., Ostrovskii V.G., Sizentsev G.A., Sotnikov B.I., Kovtun V.S., Korolev B.V., Smirnov I.V., Gudilin V.E., Tsygankov O.S., Guzenberg A.S., Gorshkov L.A., Stoiko S.F. S.P. Korolev. Entsiklopediya zhizni i tvorchestva [S.P. Korolev. Encyclopedia of his life and work]. Moscow, RKK «Energiya» publ., 2014. 704 p.

4. Raketno-kosmicheskaya korporatsiya «Energiya» imeni S.P. Koroleva. 1946–1996 [S.P. Korolev Rocket and Space Corporation Energia. 1946–1996]. Moscow, RKK «Energiya» publ., 1996. 670 p.

5. Chertok B.E. Rakety i lyudi. Goryachie dni kholodnoi voiny. 2-e izd. [Rockets and People. Hot days of the cold war. 2nd ed.]. Moscow, Mashinostroenie publ., 1999. 528 p.

6. Degtyar' V.G., Kanin R.N. *General'nyi konstruktor Viktor Petrovich Makeev* [General Designer Victor Makeev]. *Aktual'nye problemy aviatsionnoi i aerokosmicheskikh sistem: protsessy, modeli, eksperimenty*, 2015, vol. 20, no. 1, pp. 146–153.

7. Blinov V.N., Ivanov N.N., Shalai Yu.V., Sechenov N.V. *Rakety-nositeli. Proekty i real'nost'*. Kn. 1. *Rakety-nositeli Rossii i Ukrainy. Spravochnoe posobie* [Launch vehicles. Projects and reality. Book 1. Launch vehicles of Russia and Ukraine. Reference aid]. Omsk, OmGTU publ., 2011. 382 p.

8. Degtyar' V.G., *Ispol'zovanie prakticheskikh puskov BRPL dlya nauchnykh issledovaniy i sozdaniya novykh tekhnologii* [The use of submarine-launched ballistic missile practice launches for scientific research and development of new technologies]. *Vestnik NPO im. S.A. Lavochkina*, 2015, no. 3(29), pp. 64–68.

9. Degtyar' V.G., Danilkin V.A., Prokof'ev V.K., Tarashchik N.V. *Napravleniya modernizatsii sputnikovoi platformy i sredstv vyvedeniya v interesakh sozdaniya MKA dlya monitoringa s uchetom opyta ekspluatatsii MKA «Kompas-2»* [Approaches to upgrading a satellite bus and its launch vehicle in the interests of developing a small spacecraft for monitoring taking into account the experience of operating small spacecraft Kompas-2]. *Voprosy elektrotekhniki. Trudy VNIIEМ*, 2008, vol. 105, pp. 105–109.

10. Kuznetsov V.D., Bodnar L., Garipov G.K., Danilkin V.A., Degtyar' V.G., Dokukin V.S., Ivanova T.A., Kapustina O.V., Korepanov V.E., Mikhailov Yu.M., Pavlov N.N., Panasyuk M.I., Prutenskii I.S., Rubinshtein I.A., Ruzhin Yu.Ya., Sinel'nikov V.M., Tulupov V.I., Ferents Ch., Shirokov A.V., Yashin I.V. *i dr. Orbital'nyi monitoring ionosfery i anomal'nykh yavlenii na malom sputnike «Vulkan-Kompas-2»* [Orbital monitoring of ionosphere and anomalous phenomena from small satellite Vulkan-Kompas-2]. *Geomagnetizm i aeronomiya*, 2011, vol. 51, no. 3, pp. 333–345.

11. Radugin I.S. *Proekt ekonomicheski effektivnoi sistemy sredstv vyvedeniya srednego i tyazhelogo klassov dlya zapuskov elementov perspektivnoi pilotiruemoi transportnoi sistemy s kosmodroma «Vostochnyi»* [A project of cost-effective system of medium- and heavy-lift launch vehicles to launch elements of the advanced manned transportation system from Vostochny launch site]. *Kosmicheskaya tekhnika i tekhnologii*, 2013, no. 3, pp. 3–13.

12. Fishman R. *Russkii kosmos: proekt «Korona» i drugie razrabotki GRTs Makeeva* [Russian space: Project Korona and other designs of Makeev SRC]. *Elektronnyi zhurnal «Populyarnaya mekhanika»*. Available at: <http://www.popmech.ru/technologies/363532-russkiy-kosmos-proekt-korona-i-drugie-razrabotki-grc-makeeva> (accessed 01.02.2018).

13. Vavilin A.V., Degtyar' V.G., Kozlov S.V., Sytyi G.G., Usolkin Yu.Yu. *O vozmozhnom puti razvitiya mnogorazovykh kosmicheskikh transportnykh sistem* [On a possible approach to developing reusable space transportation systems]. *Kosmonavtika i raketostroenie*, 2005, no. 3(40), pp. 97–106.

14. Degtyar' V.G., Molchanov S.F. *Issledovatel'skie eksperimenty v kosmicheskom prostranstve s novymi obraztsami kosmicheskoi tekhniki* [Research experiments in space with new space hardware]. *Vestnik NPO im. S.A. Lavochkina*, 2017, no. 2, pp. 115–118.