

МОДЕРНИЗАЦИЯ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ГП «КБ «ЮЖНОЕ» В УСЛОВИЯХ МЕЖДУНАРОДНОЙ КООПЕРАЦИИ

Показано, что в условиях ограниченных бюджетных средств модернизация ракетных комплексов в международной кооперации становится одним из основных направлений ракетно-космической деятельности отрасли. Приведены особенности и общие закономерности такой модернизации. Сформулирован перечень основных задач, решение которых будет способствовать развитию данного направления.

Показано, що в умовах обмежених бюджетних коштів модернізація ракетних комплексів в міжнародній кооперації стає одним з головних напрямків ракетно-космічної діяльності галузі. Приведені особливості і загальні закономірності такої модернізації. Сформульовано перелік основних задач, рішення яких буде сприяти розвитку даного напрямку.

It is shown that improvement of rocket complexes under limited budget conditions becomes one of the main directions of space-rocket industry in international cooperation. Special features and general regularities of such improvement are presented. A list of the main problems for promotion of a given direction is formulated.

Опыт разработки ракетных комплексов (РК) показывает, что РК на всех этапах жизненного цикла подвергаются модернизации в интересах повышения их целевой эффективности при обеспечении заданного уровня надежности комплекса в целом.

Работы по улучшению характеристик и параметров РК, как правило, представляют собой процесс, состоящий из ряда этапов, каждый из которых завершается созданием модернизированного (нового) ракетного комплекса. При этом каждый из последующих модернизированных (новых) РК все более отличается по своим характеристикам и параметрам от первоначального варианта. Эффект от модернизации оценивается влиянием каждого нового решения на основные показатели РК и интегрально – по уровню повышения его энергетических, экономических и экологических характеристик.

Объем модернизации пусковых комплексов зависит от степени изменения характеристик модернизируемых ракет-носителей (РН), достигнутой на рассматриваемый момент уровня технологий создания наземного оборудования и систем управления подготовкой и пуском носителей. При радикальном изменении характеристик разрабатываются новые пусковые комплексы.

При создании РК в международной кооперации проводится модернизация наземного оборудования космодрома одной из сторон или, согласно принятой идеологии разрабатываемого РК, создаются новые пусковые комплексы. Модернизация РК в международной кооперации [1] позволяет улучшить основные характеристики комплекса за счет объединения передовых технологий отечественных организаций и предприятий и иностранных компаний-участниц, снизить финансовые затраты каждой из сторон за счет объединения ресурсов, получить при коммерческой эксплуатации дополнительные ресурсы.

Такой подход способствует реализации трех базовых приоритетов, сформированных в новой стратегии ракетно-космической деятельности Украины:

- обеспечивает для новой Украины гарантированный доступ в космос, использование результатов исследования космоса для развития экономики и использование потенциала отрасли в оборонном строительстве;
- развивает коммерческую деятельность с целью получения инвестиций, необходимых для поддержки и развития отрасли, а также расширения ее участия в международных коммерческих проектах;

- создает предпосылки для расширения международного сотрудничества, в том числе в области исследования околоземного космического пространства и далекого космоса, как с ведущими космическими державами, так и другими странами, заинтересованными в мирном исследовании космоса.

Укрупненная схема проведения работ по модернизации РК в международной кооперации представлена на рисунке 1.

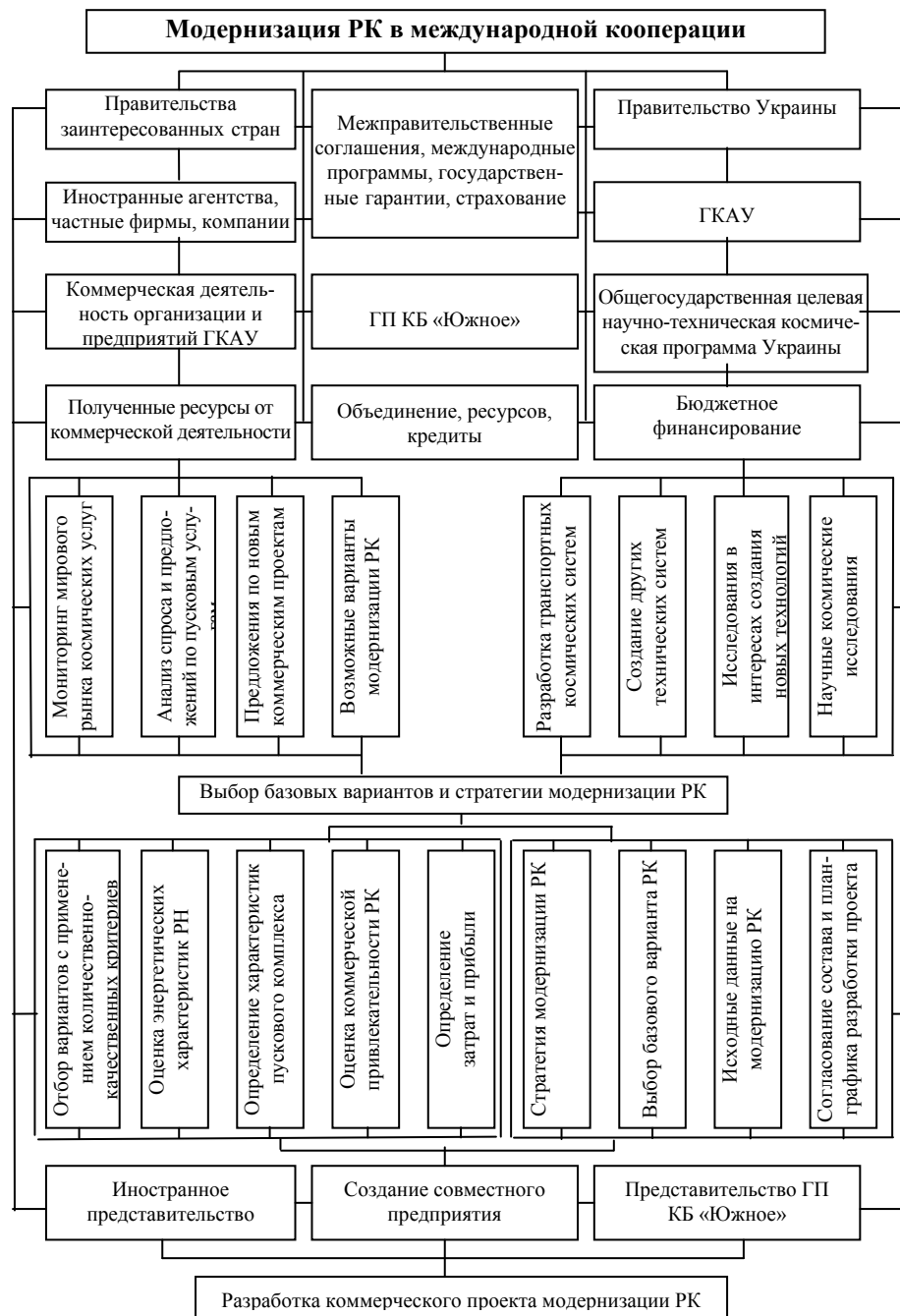


Рис. 1

Работы по модернизации РК в международной кооперации требуют построения доверительных взаимоотношений правительств заинтересованных

стран и их космических агентств, гарантий правительства на получение кредитов; создания условий для развития коммерческой деятельности организаций и предприятий отрасли в интересах финансовой поддержки организаций и предприятий, занимающихся модернизацией РК; объединения бюджетных ассигнований и инвестиций иностранных компаний в интересах модернизации РК; постоянного анализа спроса и предложений на мировом рынке космических услуг, уточненного прогноза основных тенденций его развития, а также отбора, в том числе совместно с иностранными компаниями, предпочтительных вариантов модернизации РК с помощью специальных систем отбора.

Модернизация РК должна проводиться с учетом общих закономерностей, основных направлений и схем модернизации, использования конкурентоспособных отработанных (или вновь созданных) ракетных систем в составе ракет-носителей; создания пусковых установок на космодромах, расположенных в энергетически выгодных регионах мира; обеспечения повышенных энергетических характеристик носителей при учете ряда дополнительных ограничений, накладываемых на работу основных систем модернизируемых РК; обеспечения работоспособности РК при старте со специальных мобильных пусковых комплексов; обеспечения группового запуска космических аппаратов с помощью модернизированных РК на орбиту назначения, а также выведения нескольких космических аппаратов на разные орбиты одним пуском ракеты-носителя.

В качестве примеров успешной модернизации и эксплуатации РК ГП «КБ «Южное» с участием международной кооперации можно назвать проекты «Днепр», «Морской старт», «Наземный старт», «Циклон-4» [2 – 4].

Вместе с тем, решение проблемы модернизации РК в международной кооперации наталкивается на ряд трудностей, связанных со сложностью обобщения накопленного опыта в этой области, формированием и обеспечением соответствующих межправительственных договоренностей, проведением исследований и проектных работ в международной кооперации с использованием, в том числе, отработанных ракетных систем, базовых систем пусковых комплексов других государств, а также отсутствием методологических основ модернизации РК и методического обеспечения по определенным направлениям.

Следует отметить, что основные подходы к модернизации были заложены ГП «КБ «Южное» еще при создании боевых РК. Возвращаясь в недалекое прошлое, можно в качестве примеров последовательно модернизированных боевых РК назвать комплексы: 8К67 – 15А14 – 15А18 – 15А18М; 15А15 – 15А16; 15Ж44 – 15Ж52 – 15Ж61.

Например, после создания первого боевого РК стратегического назначения с ракетой 8К64 был разработан комплекс 8К67, в котором были внедрены:

- новая комбинация компонентов топлива (АТ+НДМГ), что позволило создать ампулизованные топливные баки и обеспечить возможность нахождения ракеты в запрограммированном состоянии в течение всего времени боевого дежурства;
- шахтная пусковая установка с повышенной живучестью в условиях ядерного взрыва;
- три вида головной части в составе боевого оснащения;
- промежуточное днище в баке второй ступени, позволившее снизить массу ракеты.

На втором этапе модернизации на базе комплекса 8К67 был создан комплекс 15А14. К числу принципиально новых на тот момент времени систем, внедренных на ракете 15А14, следует отнести:

- транспортно-пусковой контейнер;
- минометный старт ракеты;
- систему управления на базе бортового цифрового вычислительного комплекса;
- шахтную пусковую установку повышенной защищенности;
- двухярусную компоновку разделяющейся головной части;
- тороидальную форму емкости горючего второй ступени с центральным размещением двигателя второй ступени;
- двойные промежуточные днища топливных отсеков.

В комплексе 15А18, представляющем собой модернизированный комплекс 15А14, были унифицированы I и II ступени ракеты, применена жидкостная система наведения для доразгона и наведения боевых блоков. Повышена защищенность шахтных ПУ. Предусмотрена возможность переоснащения ракет 15А14 в ракеты 15А18 как на заводе-изготовителе, так и в войсковых частях.

В комплексе 15А18М, представляющем собой дальнейшую модернизацию комплексов 15А14 и 15А18, были реализованы проектно-конструктивные решения, обеспечившие повышение энергетических характеристик (установлен форсированный двигатель для I ступени, «утоплен» двигатель II ступени). Особое внимание было уделено обеспечению стойкости комплекса к поражающим факторам ядерного взрыва (ПФЯВ), в том числе обеспечению живучести, обеспечению стойкости при механическом воздействии ЯВ, прочности ракеты и транспортно-пускового контейнера при сейсмозрывном воздействии. Стойкость ракеты в полете была обеспечена за счет применения вафельной конструкции обечаек по всей длине ракеты, а также внедрения схемно-алгоритмической защиты системы управления.

Следует отметить, что при модернизации РК особое внимание уделяется обоснованию принимаемых проектных решений. Небольшие ошибки в решениях могут привести к неоправданным затратам на последующих этапах и к возврату в исходную точку для их исправления.

Процессу модернизации ракетных комплексов присущи некоторые общие закономерности:

- модернизация РК представляет собой циклически непрерывный процесс улучшения его характеристик и параметров по индивидуальным сценариям для каждого из них, учитывающим целевое назначение РК, принятые решения по исходному варианту РК и объем наработанных новых технологий;
- процесс модернизации РК представляет собой последовательные процессы: анализ новейших технологий, материалов и решений применительно к задаче модернизации РК; выбор при их учете характеристик и параметров комплекса; изготовления комплекса; экспериментальную отработку РК;
- в рамках одного цикла улучшение характеристик проводится в несколько этапов, каждый из которых завершается созданием очередного образца модернизированного РК, все более отличающегося от исходного варианта своими характеристиками;

- модернизация РК на каждом этапе проводится с сохранением целостности комплекса, определяемой его структурой, при использовании результатов декомпозиции РК на модули: для ракетно-космического комплекса – ракета-носитель, система управления, стартовая позиция; для боевого РК – ракета, стартовая позиция, система боевого управления, включающая боевые блоки, систему управления и средства ПРО;
- на момент завершения цикла модернизации РК нарабатывается новая технологическая и экспериментально-промышленная база, способная радикально изменить облик комплекса; с ее использованием создается новый РК, который является исходным при его последующей модернизации, но уже на новом технологическом уровне;
- при модернизации конкретного комплекса в большинстве случаев разрабатывается индивидуальная методология модернизации РК и дорабатывается по определенным направлениям методическое обеспечение проектирования и разработки;
- на каждом этапе в процессе модернизации существует предел нашей способности в улучшении характеристик РК; небольшие ошибки при принятии проектных решений комплекса могут привести на последующих этапах к грубым промахам и необходимости их исправления.

Несмотря на то, что модернизация комплексов проводится по индивидуальным, порой специфическим сценариям, анализ материалов позволяет выделить основные направления модернизации, соответствующие схемы и решения, обеспечивающие повышение целевой и экономической эффективности РК [5 – 7].

К числу основных направлений модернизации РК следует отнести повышение энергетических характеристик РН; улучшение условий размещения полезного груза, обеспечение требований по чистоте, температурно-влажностным режимам, сокращение длительности подготовки РН к пуску; сокращение затрат на разработку, изготовление и проведение пуска ракеты-носителя.

Повышение энергетических характеристик РН, как основного ее качества, в свою очередь, обеспечивается целым рядом проектно-конструкторских решений:

- увеличением запаса топлива ступеней за счет удлинения баков (корпусов твердотопливных двигателей);
- повышением запаса топлива ступеней за счет увеличения диаметра баков (корпусов РДТТ);
- применением в двигательных установках различного числа двигателей для обеспечения оптимальных энергетических характеристик РН и сокращения ее стоимости;
- увеличением тяги и удельного импульса за счет форсирования или замены двигателей РН;
- созданием двигателей с многократным включением (выключением) для верхних ступеней и разгонных блоков;
- снижением массы конструкции за счет оптимизации конструктивно-компоновочной схемы РН и перехода от металлических конструкций к углепластиковым;

- увеличением количества ступеней, в том числе применением навесных твердотопливных ускорителей на первой ступени;
- применением дополнительных ступеней или разгонных блоков;
- использованием более энергоемких компонентов топлива при сохранении тех же двигателей;
- заменой существующих разгонных блоков (верхних ступеней) на более эффективные.

Основные задачи методологического и методического обеспечения модернизации, реализация которых способствует развитию данного направления, состоят в разработке:

- методологии модернизации РК в международной кооперации на основе обобщения накопленного опыта работ в этой области;
- общих требований проведения организационных и организационно-технических работ в международной кооперации, в том числе по формированию облика коммерчески-привлекательных вариантов РК, предложений по их использованию на мировом рынке космических услуг;
- принципов построения и требований по иерархическому комплексу моделей как инструментов проведения проектных и проектно-конструкторских работ при модернизации РК;
- комплексных моделей отбора предпочтительных вариантов модернизации РК, в том числе с использованием количественно-качественного критерия оптимальности;
- модели определения энергетических характеристик ракет-носителей для заданных классов траектории выведения;
- модели определения проектно-баллистических параметров ракеты-носителя при групповом запуске космических аппаратов на заданную орбиту и групповом запуске КА на разные орбиты одним запуском РН;
- количественно-качественной модели сравнительной оценки коммерческой привлекательности вариантов модернизируемых РН;
- модели оценки характеристик пусковых комплексов;
- модели оценки затрат и прибыли.

В качестве одного из основных направлений модернизации экспортных образцов боевых РК следует назвать повышение стойкости комплексов к спецвоздействиям, связанное с необходимостью решения следующих проблемных вопросов:

- разработки модели оценки живучести ракетного комплекса;
- создания методологических основ оценки стойкости ракеты в пусковой установке к механическому воздействию ПФЯВ;
- разработки моделей расчета аэродинамических характеристик при воздействии воздушной ядерной волны и выбора расчетных случаев нагружения ракеты;
- разработки моделей расчета нагрузок и прочности корпуса ракеты при воздействии импульса внешнего давления ВУВ;
- разработки методических положений по экспериментальным исследованиям нагружения элементов конструкции пусковых установок.

Выводы. Модернизация ракетных комплексов в международной кооперации, что соответствует современным тенденциям ракетно-космической деятельности, позволяет улучшить основные характеристики комплекса за

счет объединения передовых технологий отечественных организаций и предприятий и иностранных компаний-участниц, снизить финансовые затраты каждой из сторон за счет объединения ресурсов, получить при коммерческой эксплуатации дополнительные ресурсы. В работе сформулированы основные задачи методологического и методического обеспечения модернизации, реализация которых способствует развитию данного направления,

1. Проблемные вопросы развития ракетно-космической отрасли Украины : Аналитический отчет / С. Н. Конюхов, А. В. Дегтярев, А. Э. Кашанов, А. И. Шевцов, В. С. Шеховцов. – Днепропетровск : ГП КБ «Южное», ДФ НИСИ, 2007. – 77 с.
2. Космический ракетный комплекс «Зенит-М» с РКН «Зенит-3SLБ» и «Зенит-2SLБ» : Эскизный проект / С. Н. Конюхов, А. П. Кушнарв, Н. Г. Литвин, А. В. Дегтярев. – Днепропетровск : ГП «КБ «Южное», 2002. – 358 с.
3. Космический ракетный комплекс «Днепр» : Справочник пользователя / С. Н. Конюхов, О. И. Дробахин, С. И. Ус, А. В. Дегтярев. – Днепропетровск : ГП «КБ «Южное», 2001. – Вып. 2. – 248 с.
4. Анализ состояния разработки КРК «Циклон-4» и перспективы развития : Технический отчет / С. Н. Конюхов, А. В. Дегтярев. и др. – Днепропетровск : ГП «КБ «Южное», 2006. – 101 с.
5. Шевцов А. И. Разработка теоретических основ оптимизации характеристик и исследование эффективности стратегических ракетных комплексов в интересах создания систем автоматизированного проектирования. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, п/я В-2289, 1978.
6. Горбулин В. П. Методология оценки и прогнозирования технико-экономических показателей ракетных комплексов на начальном этапе их создания / В. П. Горбулин. – Конструкторское бюро «Южное», 1993.
7. Шеверов А. М. Проектирование беспилотных летательных аппаратов (системотехника и проектирование летательных аппаратов) / А. М. Шеверов. – М. : Машиностроение, 1978. – 264 с.

Государственное предприятие –
Конструкторское бюро «Южное» им. М. К. Янгеля
г. Днепропетровск

Получено 16.09.11,
в окончательном варианте 16.09.11