

ПУТИ МОДЕРНИЗАЦИИ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

В статье описан процесс модернизации боевых или космических ракетных комплексов как часть их жизненного цикла и путь обеспечения новых требований к ним в изменившихся условиях. Сформулирована главная доктрина модернизации, приведены основные причины, вызывающие ее необходимость, и основные задачи, решаемые в процессе ее проведения, применительно к боевым или космическим ракетным комплексам. Указаны основные применяемые при модернизации ракетных комплексов способы, сформулированные на основе работ, проводившихся на ГП «КБ «Южное» в разные годы.

У статті описано процес модернізації бойових та космічних ракетних комплексів як частина їх життєвого циклу й шлях забезпечення нових вимог до них в умовах, що змінилися. Сформульовано головну доктрину модернізації, наведено основні причини, що викликають її необхідність, та основні задачі, що вирішуються в процесі її проведення щодо бойових або космічних ракетних комплексів. Зазначено основні застосовувані під час модернізації ракетних комплексів способи, сформульовані на основі робіт, що проводилися на ДП «КБ «Південне» в різні роки.

The paper deals with improving combat or space missile complexes as a part of their life cycle and a way of providing new requirements on them depending on today's conditions. A principal doctrine of improvement is formulated, basic reasons and tasks are presented to fit combat or space missile complexes. Basic improving ways for missile complexes are presented using the State Design Bureau Yuzhnoye's experience at different time.

В процессе создания и авторского сопровождения эксплуатации различных боевых и космических ракетных комплексов в ГП «КБ «Южное» был накоплен значительный опыт их разработки и модернизации.

В ряде случаев поставленная задача, определяемая новыми требованиями к боевому или космическому ракетному комплексу, требует создания полностью нового комплекса, что является достаточно дорогостоящим и длительным процессом. Однако нередко для обеспечения выполнения новых требований достаточно провести **модернизацию** уже эксплуатируемого ракетного комплекса, находящегося в эксплуатации. Это обеспечивает не только сокращение сроков и стоимости решения поставленной задачи, но и повышение надежности нового комплекса за счет широкого применения уже апробированных решений и наработок.

На основании значительного опыта разработки и модернизации ракетных комплексов, создававшихся в КБ «Южное» с самого его основания [1, 2], а также используя примеры из мировой истории развития ракетно-космической техники [3, 4], все варианты и аспекты процесса модернизации были собраны в единую общую схему, содержащую цели и основные задачи модернизации, а также способы их выполнения.

Модернизация – это усовершенствование, улучшение, приведение технических систем в соответствие с существующими требованиями, нормами, техническими условиями. Модернизация расширяет технические возможности использования новых систем как во временном, так и в климатическом диапазоне, кроме того, позволяет расширять области их применения. В общем случае можно утверждать, что **модернизация – это процесс управления ростом характеристик качества технической системы.**

Цели модернизации

Условия эксплуатации и основные характеристики ракетного комплекса в течение жизненного цикла, которые устанавливает в техническом задании Заказчик Головному разработчику, с течением времени усложняются, что вызвано следующими причинами:

– для **боевых ракетных комплексов** – новой военной доктриной вероятного противника;

– для **космических ракетных комплексов** – растущими в условиях рынка требованиями Заказчика пусковой услуги к условиям пуска и его стоимости, а также к комфортности космического аппарата.

Эти причины вызваны, прежде всего, постоянным развитием новых технологий и являются движущей силой процесса развития ракетных и ракетно-космических комплексов.

Для боевых ракетных комплексов (БРК) модернизация проводится с целью повышения боевой эффективности БРК, точностных и эксплуатационно-технических характеристик ракеты-носителя (РН), безопасности и надежности работы, снижения затрат при создании и эксплуатации.

Для космических ракетных комплексов (КРК) модернизация проводится с целью повышения конкурентоспособности КРК по:

- энергетическим возможностям РН;
- эксплуатационно-техническим характеристикам РН;
- безопасности и надежности работы;
- снижению затрат заказчика при проведении пусковой услуги.

В зависимости от новизны и масштабов разработки нового комплекса, что определено в основных требованиях на разработку, **модернизация решает следующие основные задачи:**

– повышение энергетических характеристик РН, в том числе обеспечение выведения полезного груза на более высокие орбиты, в ближний и дальний космос;

– улучшение условий размещения космического аппарата (КА) под головным обтекателем в части габаритов и комфортности;

– повышение надежности и безопасности комплекса в процессе подготовки ракеты к пуску, проведения пуска и в полете;

– повышение стойкости систем комплекса к воздействию внешних факторов естественного и искусственного происхождения;

– повышение качества подготовки и проведения пуска в части снижения временных показателей и обеспечения требований эргономики;

– снижение стоимости комплекса на всех этапах жизненного цикла;

– повышение технологичности изготовления всех систем комплекса;

– возможность различных видов базирования комплекса, в том числе в различных климатических зонах;

– возможность запусков пилотируемых кораблей.

Рассмотрим более подробно способы решения задач модернизации.

Повышение энергетических характеристик ракеты-носителя обеспечивается последовательно на всех этапах разработки ракетного комплекса:

– на этапе аванпроекта:

- применением новых компонентов топлива;
- применением новых маршевых двигателей;
- применением новых ступеней;
- применением новых разгонных блоков;
- применением боковых ускорителей;

– на этапе эскизного проекта:

- оптимизацией основных проектных параметров ракеты;
 - оптимизацией схемы выведения КА за счет увеличения включений двигателя разгонной ступени;
 - применением новых конструкционных материалов;
- на этапе технического проекта:
- уточнением расчетных нагрузок на ракету и прочностных расчетов конструкции;
 - внедрением новых технологий изготовления систем и узлов ракеты;
- на этапе наземной отработки:
- уточнением конструкторской документации на системы и узлы ракеты;
 - проведением конкурса среди разработчиков систем и узлов ракеты по снижению веса конструкции ракеты.

Повышение комфортности размещения космического аппарата обеспечивают следующие конструктивные и технологические решения:

- применение головного обтекателя большего диаметра для увеличения объема подобтекательного пространства;
- улучшение технологии изготовления и повышение качества контроля чистоты подобтекательного пространства;
- введение в состав ракеты и комплекса специальных систем обеспечения температурно-влажностного режима под обтекателем на всех стадиях подготовки ракеты к пуску и возможной отмены пуска;
- изменение режимов работы маршевых и рулевых двигателей позволяет снизить перегрузки, действующие на КА при полете ракеты;
- применение безымпulseльных устройств отделения КА улучшает условия отделения от ракеты.

Повышение надежности и безопасности комплекса на всех стадиях разработки и эксплуатации обеспечивается комплексом организационно-технических мероприятий с разработкой планов обеспечения:

- надежности комплекса:
 - максимальным использованием опыта предыдущих разработок;
 - выбором оптимального варианта построения и функционирования комплекса с учетом критериев обеспечения надежности;
 - применением высоконадежных элементов и узлов;
 - использованием отработанных технических решений, применением унифицированных и стандартизованных элементов и узлов;
 - оптимальным резервированием элементов и узлов, исследованием запасов их работоспособности;
 - обеспечением технологичности конструкции при производстве и ремонтпригодности при эксплуатации;
 - экспериментальной проверкой схемных, проектных и конструкторских решений в условиях, максимально приближенных к условиям эксплуатации;
 - выбором методов контроля, наиболее эффективно выявляющих причины различных отказов;
 - проведением анализа результатов испытаний;

- разработкой и реализацией мероприятий по устранению причин отказов, подтверждением эффективности этих мероприятий последующими испытаниями;
- безопасности комплекса:
- анализом требований по безопасности и данных, полученных при реализации предшествующих проектов;
 - анализом опасностей конструкции изделий и концепций выполнения потенциально опасных операций с выработкой рекомендаций по минимизации опасностей;
 - анализом безопасности программно-методического обеспечения (ПМО), используемого для управления работой аппаратуры;
 - идентификацией критичных по безопасности элементов;
 - максимально возможным исключением непосредственного контакта обслуживающего персонала с узлами, элементами составных частей наземного комплекса, компонентами ракетного топлива (КРТ) и их парами, оказывающими опасное и вредное воздействие;
 - использованием нетоксичных компонентов топлива, минимизацией количества и площадей зон отчуждения;
 - использованием технологических процессов и операций, сооружений и площадок обслуживания, которые характеризуются минимальной опасностью;
 - внедрением комплексной механизации, автоматизации и дистанционного управления технологическими процессами;
 - своевременным получением информации о возникновении опасных и вредных факторов;
 - разработкой перечня наиболее ответственных и опасных операций, которые должны предусматривать специальные требования к уровню квалификации персонала и контролю их выполнения.

Повышение стойкости систем комплекса к воздействию внешних факторов обеспечивается в течение всего периода разработки:

- выбором и обоснованием расчетных критериев стойкости к внешним специальным факторам естественного и искусственного происхождения;
- участием головного разработчика комплекса в разработке и согласовании моделей, расчетных схем воздействия и исходных данных по параметрам специальных факторов;
- проведением расчетных оценок стойкости к воздействию специальных факторов объектов собственной разработки, а также проведением экспертной оценки стойкости систем смежных организаций;
- разработкой требований ТЗ по стойкости к специальным факторам, предъявляемым к составным частям, системам, агрегатам ракет и ракетных комплексов;
- разработкой и контролем программы обеспечения стойкости и защищенности объектов ракетной техники к воздействию специальных факторов;
- разработкой программно-методической документации в обеспечение экспериментального подтверждения стойкости объектов;

– разработкой планов теоретических и экспериментальных работ по оценке и обеспечению стойкости объектов и проведением экспериментальных работ;

– проведением оценки с учетом экспериментальной отработки объектов с выпуском итоговых заключений по стойкости и отчетов по живучести.

Повышение качества подготовки и проведения пуска обеспечивается комплексом организационно-технических мероприятий:

– сокращением времени проведения технологических операций по подготовке ракеты к пуску за счет компактности расположения площадок наземного комплекса КРК;

– повышением боеготовности боевого ракетного комплекса за счет постоянного нахождения командных приборов системы управления (СУ) в состоянии боевого дежурства;

– повышением безопасности подготовки и проведения пуска за счет полной автоматизации систем наземного комплекса (безлюдный старт);

– применением новых компьютерных технологий для проведения предпусковых технологических операций;

– постоянным повышением уровня квалификации пускового персонала;

– разработкой рабочих мест пускового персонала и заказчика пуска с обеспечением требований по эргономике;

– наличием на космодроме резервной ракеты-дублера для безусловного проведения пуска в случае отказа основной РН;

– наличием наземных систем термостатирования КА под головным обтекателем до выполнения обратных операций с ракетой космического назначения (РКН) в случае отмены пуска;

– наличием систем теленаблюдения на стартовом комплексе для проведения прямых телерепортажей по подготовке и проведению пуска;

– наличием выносных измерительных пунктов для непрерывного получения телеметрической информации в процессе выведения КА на заданную орбиту.

Снижение стоимости комплекса на всех этапах жизненного цикла обеспечивается:

– использованием отработанных схемных технических решений;

– применением унифицированных и стандартизованных элементов и узлов, прошедших полный цикл отработки;

– применением компьютерных технологий при проведении проектных и конструкторских работ;

– применением компьютерных программ моделирования экспериментальной отработки систем и узлов для сокращения материальной части для испытаний;

– расширением кооперации изготовителей узлов и систем;

– маркетинговыми проработками по закупкам материалов и комплектующих;

– применением логистики при проведении комплекса работ по изготовлению систем комплекса;

– привлечением к подрядным работам по монтажу и наладке систем комплекса организаций-исполнителей на конкурсной основе;

– плановым сокращением численности пусковой команды за счет совмещения операций при повышении пускового опыта.

Повышение технологичности изготовления агрегатов, узлов и систем комплекса обеспечивается:

– внедрением новых лицензированных технологий и передовых нанотехнологий;

– применением заготовок деталей с высоким коэффициентом использования материала;

– внедрением менее энергоемких технологий обработки;

– применением новых высокотехнологичных конструкционных материалов и покрытий;

– применением компьютерных технологий при разработке технологических процессов;

– применением более совершенного станочного парка и совершенствованием программного обеспечения станков;

– совершенствованием применяемых технологий и оптимизацией проведения внутрипроизводственной логистики;

– повышением квалификации персонала за счет конкурсного отбора при приеме на работу и проведения учебных мероприятий;

– повышением производительности труда за счет роста социальных условий персонала и внедрения других методов материальной заинтересованности.

Возможность различных видов базирования комплекса обеспечивается:

– разработкой систем, узлов и агрегатов комплекса, исходя из широкого диапазона климатических условий эксплуатации;

– запасом автономности систем и агрегатов (электроснабжение, сжатые газы и т.п.) комплекса подвижного базирования;

– наличием в составе комплекса подвижного базирования специальных систем обеспечения безопасного старта ракеты;

– применением специальных систем навигации (астронавигация, спутниковая навигация) в комплексе подвижного базирования;

– применением конструкционных материалов и защитных покрытий для защиты от биовредителей и солевого воздействия морского воздуха;

– экспериментальной отработкой систем, агрегатов и узлов комплекса с моделированием условий воздействия внешней среды.

Возможность запусков пилотируемых кораблей на РКН космического ракетного комплекса обеспечивается:

– высокой полетной надежностью РКН исходя из многолетнего опыта эксплуатации космических ракетных комплексов;

– использованием в конструкции РКН для пилотируемых пусков элементов и конструктивных решений, многократно проверенных в ходе разработки и эксплуатации;

– проведением сертификации на всех этапах разработки ракеты-носителя для пилотируемых запусков;

– введением и отработкой в составе ракеты-носителя спускаемой капсулы с системой спасения на старте;

– введением в состав стартового комплекса башни обслуживания ракеты для обеспечения пилотируемых пусков.

При проведении модернизации немаловажным фактором является и трудоемкость ее проведения. Исходя из затрат, требуемых на внедрение тех или иных предлагаемых мероприятий, а также с учетом их совместимости и взаимного влияния, выбирается оптимальный набор мероприятий, внедряемых в рамках конкретного этапа модернизации. При этом в ряде случаев для оптимизации проведения выбора мероприятий применяются либо вновь разрабатываемые методики, либо полученные при предыдущих аналогичных работах [5 – 7]. Данный подход позволяет обеспечить, наряду с выполнением предъявленных требований, существенное сокращение затрат на модернизацию и сохранение надежности ракетного комплекса на высоком уровне [8].

Выводы. Модернизация ракетного комплекса позволяет за счет совершенствования его характеристик обеспечить наиболее рациональное решение поставленных задач при минимальных затратах времени и ресурсов и сохранении высокого уровня надежности. Благодаря приведенному в работе дереву вариантов упрощается выработка и анализ различных вариантов модернизации ракетного комплекса для выполнения поставленных требований наиболее быстрым и экономически оптимальным способом. Кроме того, это позволяет разработать программу управления дальнейшим развитием характеристик комплекса и учитывать ее в прогнозировании его эксплуатации как на уровне разработчика, так и на уровне государства.

1. Ракеты и космические аппараты конструкторского бюро «Южное» / Под общ. ред. академика НАНУ С. Н. Конохова. Изд. 3-е, испр. и доп. – К. : Издательская компания «Кит», 2004 г. – 260 с.
2. Призваны временем. От противостояния к международному сотрудничеству / Под общ. ред. академика НАНУ С. Н. Конохова. Изд. 2-е, перераб. и доп. – Д. : АРТ-ПРЕСС, 2009 г. – 832 с.
3. Гудилин В. Е. Ракетно-космические системы. История. Развитие. Перспективы / В. Е. Гудилин, Л. И. Слабкий. – Москва, 1996. – 320 с.
4. Чёрный И. МАКС-2007 : перспективы и проблемы российского ракетостроения / И. Чёрный // Новости космонавтики. – 2007. – №11. – С. 52 – 55.
5. Дегтярев А. В. Постановка задачи оптимизации процесса внедрения ракетных комплексов / А. В. Дегтярев, С. Н. Конохов // РКТ. Сер.1. – ГОНТИ-3, 1981. – Вып. 2. – С. 3 – 13.
6. Дегтярев А. В. Методический подход к обоснованию выбора нормированных расчетных случаев проектирования основных элементов ракетных комплексов/ А. В. Дегтярев, А. И. Шевцов // РКТ. Сер.1 – ГОНТИ-3, 1986. – Вып.2. – С.22 – 35. – Инв. № 59171с.
7. Дегтярев А. В. Принятие решений при выборе альтернативных проектов / А. В. Дегтярев, С. В. Сюткина, А. И. Федякин // Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем : 5-а Міжнародна конференція, Дніпропетровськ, праці конференції. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2007. – С. 44.
8. Дегтярьов А. В. Обґрунтування пріоритетності розробок на основі якісно-кількісного критерію / О. В. Дегтярьов, О. І. Федякін, С. В. Сюткіна // Формування ринкових відносин в Україні : Збірник наукових праць. – К., 2008. – Вип. 2 (81) – С. 33 – 37.