

КОСМИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА. КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

УДК 629.7+311.218

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ. ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

И.В. Минаев
(ФГУП «НПП ВНИИЭМ»)

Рассматриваются необходимость и возможности управления рисками создания, развития и эксплуатации космической техники (КТ) в современных условиях. Представлены основы формирования научно-методического аппарата адаптации общих положений проектного риск-анализа к специфическим особенностям создания КТ.

Ключевые слова: риск-анализ, космическая техника, иерархия уровней анализа, показатель риска.

Создание, развитие и целевое использование космической техники (КТ) представляет собой сложный процесс, направленный на решение большого числа задач, затрагивающих интересы как государства и общества в целом, так и отдельной личности. Реализация данного процесса требует привлечения значительных ресурсов (материальных, информационных, энергетических и т. д.) и сопряжена с влиянием большого числа факторов, способных в той или иной степени изменить запланированный ход событий и привести к нежелательным последствиям.

Основная особенность решения проблем создания, развития и целевого использования КТ заключается в том, что реализация соответствующих Федеральных целевых программ (ФЦП) осуществляется в политико-экономических условиях, во многом определяемых последствиями системного кризиса 90-х годов XX века и продолжающимся современным финансово-экономическим кризисом.

Состояние научно-технологического и производственного потенциала ракетно-космической промышленности (РКП) в настоящее время позволяет решать задачи, необходимые для реализации приоритетных направлений космической деятельности, сформулированных в руководящих федеральных документах [1, 2]. Между тем анализ современного этапа развития экономических и технических условий этого процесса выявил ряд характерных особенностей. В частности, для работ в РКП к числу таких особенностей следует отнести [1 – 3]:

- сокращение объемов государственного оборонного заказа;
- сокращение состава орбитальной группировки и космических систем и, как следствие, уменьшение объемов номенклатуры серийно изготавливаемой техники;
- рост цен на материалы и энергоносители, распад ранее существующих коопераций разработчиков и изготовителей;
- старение производственной и испытательной базы (оборудования, оснастки, контрольно-измерительной

аппаратуры), прекращение поставок ряда элементов, материалов и т. п.;

- уменьшение численности и квалификации персонала в сферах производства, испытаний, контроля и эксплуатации;

- усиление влияния социальных факторов (например влияние размеров средней зарплаты в регионах, где размещаются предприятия космической отрасли);

- неравномерность (нестабильность) поступления бюджетных средств.

Государством предпринимались определенные усилия по поддержке наукоемких отраслей, однако, ни одна из принятых до настоящего времени правительственных программ не была обеспечена ресурсами и выполнена в сколько-нибудь значительной мере. В итоге были разработаны и реализованы решения по управлению производством изделий космической техники в рассматриваемых сложных условиях развития предприятий оборонно-промышленного комплекса (ОПК) и космической отрасли. Они, в основном, касались институциональных преобразований, акционирования и приватизации в РКП и были систематизированы в ряде публикаций [3].

В меньшей мере рассматривались вопросы, связанные с особенностями управления производством на всех этапах жизненного цикла изделий (ЖЦИ) КТ, обусловленных как неопределенностью внешних условий, так и спецификой производства КТ. Неустойчивое состояние РКП обуславливало негативную динамику всего спектра производственных рисков, игнорирование которой приводило к нарушению производственных планов и программ вплоть до невыполнения системных проектов.

Развернутый анализ сложившейся ситуации проведен, например, в «Изменениях» к ФЦП ГЛОНАСС [2].

Теоретическая база риск-анализа и риск-менеджмента в технических приложениях развивается на общих принципах системного подхода как синтезированная наука, использующая методические основы

системотехники, теории принятия решений, исследования операций, теории эффективности и ряда других математических и прикладных научных направлений. Полученные результаты обобщаются в монографиях, учебной литературе, отчетах о НИР, диссертациях и используются в практической деятельности организаций различного профиля: технических, экономических, общественно-политических, медицинских и др. В крупных зарубежных фирмах создаются департаменты риск-сопровождения проектов, или используются услуги отдельных риск-менеджеров, разработаны специальные программные продукты, позволяющие проводить риск-анализы различной степени сложности.

В организациях РКП исследование рисков на этапах ЖЦИ проводится, в основном, как оценка целевой или экономической эффективности отдельных проектов или их элементов [1, 2], это определяется принятой структурой ФЦП [4], и к настоящему времени не завершилось соответствующими нормативными документами. В результате исследование и учет рисков в проектных и производственных документах ограничивается простейшим экспертным анализом, динамика рисков в процессе производства практически не учитывается.

На основании современного состояния РКП, особенностей производства РКТ, сохранения важности продукции РКП для социально-экономического развития и укрепления обороноспособности страны, достижений новых информационных технологий в области управления сложными экономическими и организационными системами является актуальным и имеющим важное для теории и практики значение исследование проблемы рисков создания, развития и эксплуатации КТ.

Автором статьи планируется подготовка и издание ряда публикаций, посвященных адаптации основных положений риск-анализа к процессу создания, развития и эксплуатации КТ в современных условиях ее производства.

Главной целью публикаций является систематизация научно-методического аппарата оценивания проектных рисков создания КТ как основы системы управления производственными рисками на этапах ЖЦИ КТ, доступного для использования специалистам соответствующих заказывающих, проектных и производственных организаций. Другая цель работы – обоснование предложений по формированию методик оценивания производственных рисков в общем комплексе методик системного проектирования.

В данной статье тезисно систематизированы исходные положения риск-анализа: функциональная цепочка процесса от источников (факторов) риска к вероятности их существования и прогнозированию

соответствующих потерь. Предполагается, что общими сведениями о рисках (определение, объективная реальность существования, основы классификации и систематизации, влияние на объект исследования) читатель располагает или может их получить из имеющихся публикаций, например [5, 6].

Общие характеристики этапов оценивания рисков. Первоначально определимся с терминологией и основной аксиоматикой рассматриваемого процесса управления рисками.

Учитывая не установившийся характер терминов и определений в области принятия решений по управлению рисками, при использовании терминологии и основной аксиоматики рассматриваемого процесса управления рисками будем ориентироваться на сведения из [5, 6], соответствующие нашей предметной области и включающие следующие положения и термины.

1. Под **проектом** понимается вложение денежных средств в реальное производство, представленное в виде комплекса взаимосвязанных мероприятий, предпринимаемых со сформулированной целью, в условиях установленного бюджета и в течение ограниченного периода времени.

2. Эффективность проектов определяется правильностью расчетов, которые проводятся в условиях неопределенности, что на практике неизбежно, следовательно, при их реализации вполне вероятно возникновение неблагоприятных ситуаций, которые приведут к снижению эффективности проектов или дополнительным убыткам, т. е. все проекты являются рискованными. Поэтому поверхностная оценка рисков на практике далеко не всегда приносит ожидаемый результат.

3. Под **неопределенностью** понимается неполнота или неточность информации об условиях реализации проекта.

4. **Риск** – возможность возникновения в ходе реализации проекта неблагоприятных ситуаций и последствий.

5. При оценивании рисков решаются следующие задачи:

- определение событий, способных привести к не достижению поставленных целей;
- оценивание возможностей наступления данных событий;
- оценивание уровня не достижения поставленных целей.

Тогда процедуре оценивания рисков могут быть сопоставлены соответствующие этапы данного процесса, как это показано на рис. 1. При этом первая задача решается в комплексе анализа факторов риска (ФР) и декомпозируется на исследование риск-причин и условий их существования (рис. 2), их систематизацию и селекцию до класса «опасных» ФР.

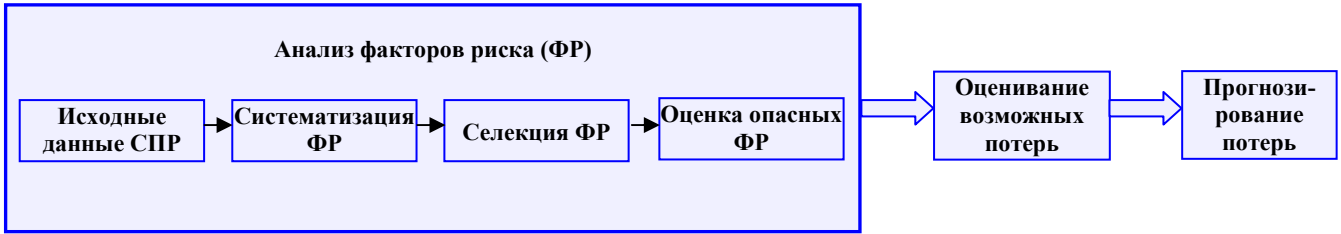


Рис. 1. Этапы оценивания рисков

Результаты прогнозирования риск-последствий представляются в систему принятия решений (СПР) для определения программы мероприятий по парированию рисков.

Пример графического соответствия между этапами ЖЦИ и классами рисков показан на рис. 3.

6. Степень возможности возникновения нежелательных результатов и величина несоответствия этих результатов поставленной цели в процессе проектирования определяется мерой (качественной или количественной), называемой **показателем риска**.

Таким образом, показатель риска R представляет собой систему двух частных показателей:

$$R = \{P, U\}, \tag{1}$$

где P – показатель возможности возникновения событий, приводящих к нежелательным результатам; U – уровень несоответствия полученных результатов поставленным целям.

Характеристику неопределенности результата проектирования определяют как возможность наступления исхода (см. п. 1) с полученными значениями отклонений $-dF(\{\Delta y_{i,j}\}, \{\Delta T_i\}, \{\Delta C_i\})$, где $\{\Delta y_{i,j}\}, \{\Delta T_i\}, \{\Delta C_i\}$ – отклонения от целевых характеристик, сроков выполнения проекта и бюд-

жетных ограничений, соответственно (i – номер проектируемого изделия; j – ФР, $j = 1, \dots, J$).

В общем случае $dF(\{\Delta y_{i,j}\}, \{\Delta T_i\}, \{\Delta C_i\})$ представляет собой функционал от характеристик неопределенности целевых условий и факторов «внешней среды»:

$$dF(\{\Delta y_{i,j}\}, \{\Delta T_i\}, \{\Delta C_i\}) = \Psi(d_f(\{y_{i,j}^{mp}\}, \{\Delta T_i\}, \{\Delta C_i\}), d_f(\pi\{x_{i,j}\})).$$

Тогда величина риска будет представлять систему показателей, определяющих возможность наступления того или иного нежелательного исхода и величину потерь при данном исходе:

$$R = (dF(\{\Delta y_{i,j}\}, \{\Delta T_i\}, \{\Delta C_i\}); U(\{\Delta y_{i,j}\}, \{\Delta T_i\}, \{\Delta C_i\})). \tag{2}$$



Рис. 2. Причинно-следственная структура существования рисков

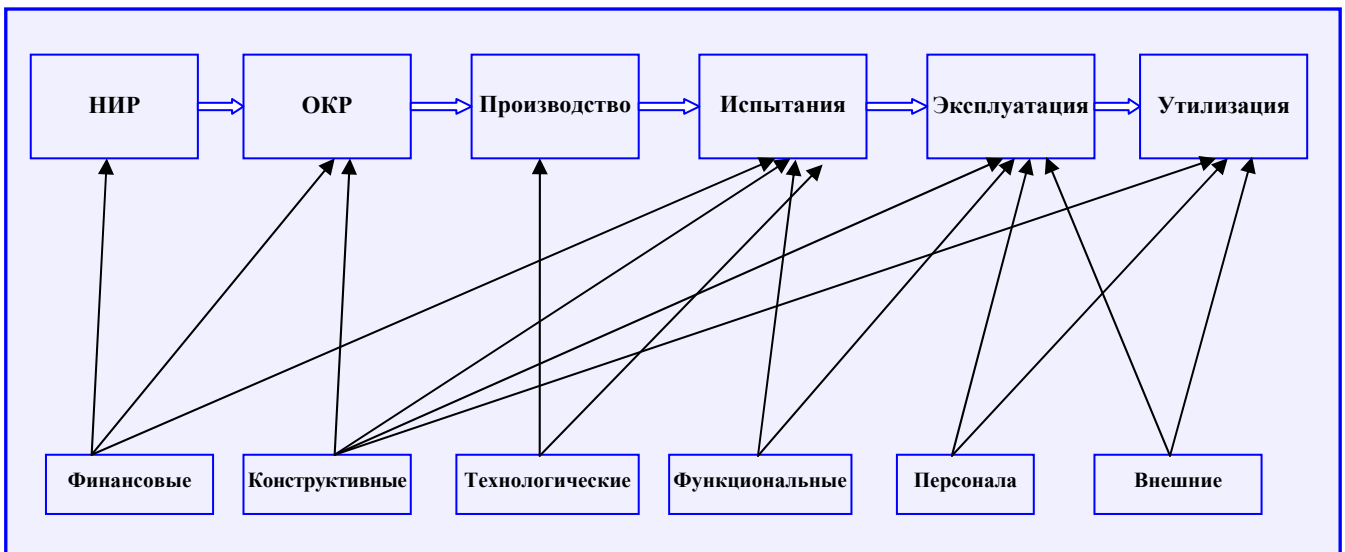


Рис. 3. Пример графического соответствия между этапами ЖЦИ и классами рисков

Выражение (2) представляет собой наиболее общий вид системы показателей риска. При этом векторный показатель (2) обычно приводится к скалярному интегральному показателю.

При использовании правила среднего результата оценивание величины риска осуществляется как оценивание величины ожидаемого уровня потерь. Выражение для показателя риска в этом случае выглядит следующим образом

$$R^{\text{план}}(\{y_{i,j}^{\text{пр}}\}, \{T_i\}, \{C_i\}) = \int_{(\{y_{i,j}\}, \{T_i\}, \{C_i\}) > 0} U(\{y_{i,j}\}, \{T_i\}, \{C_i\}) dF(\{y_{i,j}\}, \{T_i\}, \{C_i\}). \quad (3)$$

Если в качестве характеристик возможностей выступает вероятностная мера, то показатель риска определяется как математическое ожидание функции потерь.

В зависимости от решаемой задачи выражение (3) может быть представлено в различной форме. Так при оценивании особенностей рационального планирования сроков реализации заказа на разработку новой космической техники была использована следующая форма определения данного показателя [7]: величина риска определялась как математическое ожидание потерь, определяемых функцией $C(t)$:

$$R = \int_{-\infty}^{+\infty} C(t)f(t)dt,$$

где $f(t)$ – плотность распределения продолжительности рассогласования моментов создания нового образца и снятия заменяемого образца с эксплуатации.

Конкретизация аналитического представления функций $C(t)$ и $f(t)$ позволила сформулировать и решить оптимизационную задачу определения времени начала проектирования изделия, минимизирующего результирующий проектный риск.

Итоги представленного краткого введения в проблему управления рисками проектирования КТ в современных условиях можно представить в виде следующих выводов.

Выводы

1. Риски возникают на всех этапах ЖЦИ КТ и связаны по своей природе с техникой, её применением по назначению и внешними, не зависящими от производителя, условиями.

2. Для выработки обоснованного решения по проектированию конкретного изделия КТ, наряду с исследованиями по оценке эффективности его функционирования, стоимости, времени создания и ввода в эксплуатацию его элементов, их качеству и надежности, необходимо оценивать риски, обусловленные неопределенностью исходной информации и возможными потерями при тех ли иных неблагоприятных исходах.

3. Отсутствие учета влияния рисков на всех уровнях проектирования КТ определяется как высокой сложностью организации и проведения риск-анализа, так и недооценкой важности данного процесса, приводящего в современных условиях к существенным негативным последствиям, включая невыполнение программ создания и развития КТ.

4. Для формирования систематизированного представления о методическом аппарате исследования проектных рисков создания КТ целесообразна конкретизация, прежде всего, этапов их оценивания с учетом необходимости адаптации к современным условиям производства КТ, имеющимся ресурсам в сферах экономики, техники, технологии, персонала и информационного обеспечения.

Литература

1. Федеральная космическая программа России на 2006 – 2015 гг.: утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 22 октября 2005 г. № 635.
2. Федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система» (с «Изменениями», утвержденными постановлением Правительства РФ от 12.09.2008 г. № 587).
3. Афанасьев М.В. Научно-методические основы структурных преобразований в ракетно-космической промышленности / М.В. Афанасьев, Ю.Г. Гусев, Ю.А. Милованов. – М.: ОАО «ИПК Машприбор», 2002. – 218 с.
4. Федеральные целевые программы России / <http://www.programs-gov.ru/> / 26.08.2010.
5. Риск-анализ инвестиционного проекта / Под ред. М.В. Грачевой. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 351 с.
6. Балдин К. В. Управление рисками в предпринимательстве / К. В. Балдин, С. Н. Воробьев. – М.: ИТК Дашков и К, 2009. – 772 с.
7. Особенности рационального планирования сроков реализации заказа на разработку новой космической техники / И.В. Минаев, В.Ю. Анисимов, Т.И. Переходова // Вопросы электромеханики. Труды НПП ВНИИЭМ, – 2009. – Т. 110. – № 3. – С. 43 – 46.

Поступила в редакцию 02.12.2010

Игорь Викторович Минаев, д-р техн. наук, советник генерального директора – генерального конструктора, т. (495) 625-24-18, e-mail: vniiem@orc.ru.