

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОЕКТОВ СОЗДАНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Л.А. Макриденко, И.В. Минаев
(ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ»)

Рассматривается методический подход к системному обоснованию структурного построения оценки качества проектирования космической техники в современных условиях.

Ключевые слова: проектирование космической техники, иерархия уровней оценки качества, стратегический потенциал предприятия, управление проектами.

Введение

Основная особенность решения проблем создания, развития и целевого использования космической техники (КТ) заключается в том, что реализация соответствующих Федеральных целевых программ осуществляется в политико-экономических условиях, во многом определяемых последствиями системного кризиса 1990-х годов и продолжающимся современным финансово-экономическим кризисом.

При наличии необходимых коопераций разработчиков и изготовителей изделий и стабильного производства, при достаточном обеспечении материальными и трудовыми ресурсами, а также при четком и своевременном финансировании каких-либо трудностей в планировании и своевременном выполнении заказов и поставок КТ не возникает. В то же время анализ состояния проведения работ по созданию, производству и эксплуатации изделий космической отрасли с конца 1980-х годов по настоящее время показывает, что для них характерен ряд известных наиболее существенных негативных факторов [1]. Данные факторы, в совокупности или по отдельности, влекут нестабильность в обеспечении качества КТ, задержки сроков поставок изделий заказчику, негативную динамику всего спектра производственных рисков, что приводит к нарушению производственных планов и программ вплоть до невыполнения системных проектов.

Определённой иллюстрацией продолжающегося действия факторов – угроз качеству производства КТ также являются характеристика современного состояния российской космической отрасли, данная руководством государства, и проводимая реструктуризация отрасли.

В сложившейся ситуации актуально исследование принципов управления качеством создания КТ на основе анализа структурных особенностей формирования качества при максимальном использовании имеющихся возможностей у разработчиков и производителей КТ.

Анализ структуры процесса управления качеством создания КТ

Обобщённая трактовка категории качества в стандарте ИСО-8402 определяет качество как «совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности». Учитывая, что качество формируется всеми этапами жизненного цикла КТ, т. е. в процессе создания качества принимает участие вся организация (заказчиков, производителей), концепцией всеобщего управления качеством (TQM) рассматривается так называемая «пирамида качества», основанием которой является внутрифирменная иерархия качества (рис. 1).

Многоаспектность категории качества определяется прежде всего тем, что общество заинтересовано в высоком качестве на каждом иерархическом уровне пирамиды. В то же время для каждого уровня разрабатываются специфические системы показателей, определяющие конкретные требования к характеристикам объекта, дающие возможность их реализации и проверки: например в [2] рассматриваются около 30 типов показателей качества изделий.

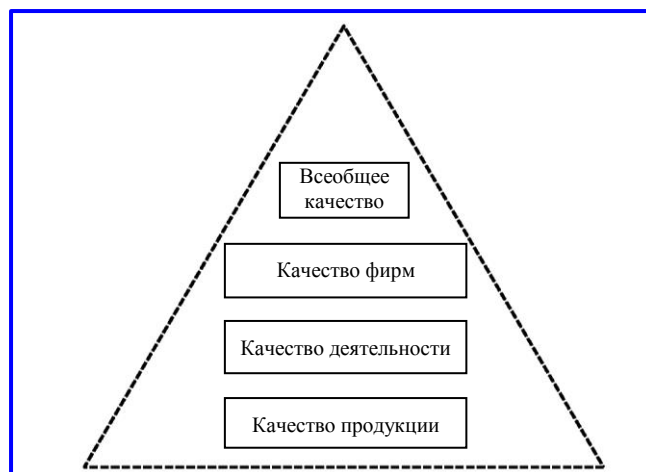


Рис. 1. Пирамида качества

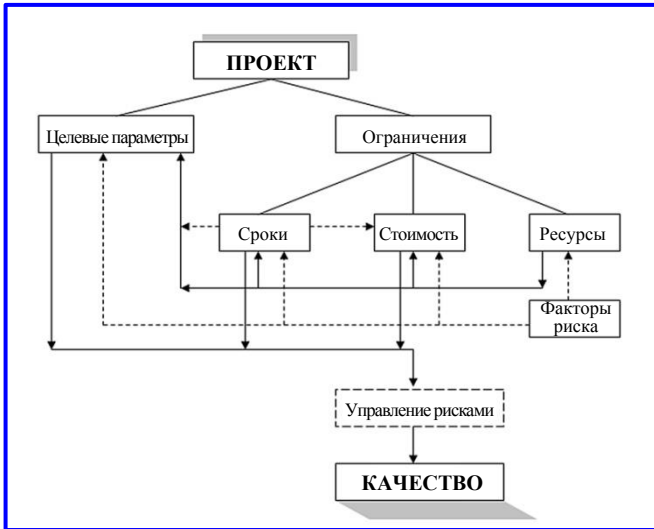


Рис. 2. Модель обеспечения качества выполнения проекта

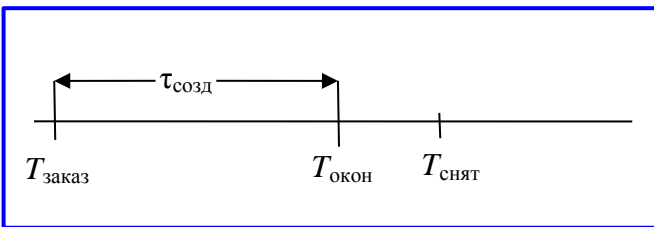


Рис. 3. Возникновение фактора рискованной ситуации

Возникающая объективная необходимость «горизонтально-вертикальной декомпозиции» иерархии показателей качества существенно затрудняет системное обоснование требований к необходимой совокупности показателей качества на всех этапах создания и эксплуатации изделий, вызывая также и появление некорректных призывов в СМИ (например о повышении надёжности и качества, обеспечении эффективности и качества и т. п.).

С учётом отмеченных особенностей создания КТ в современных условиях, прежде всего на начальных этапах проектирования КТ, представляется целесообразным обоснование структурных связей базовых системных показателей качества, которые в дальнейшем могут быть использованы в качестве «внешних дополнений» на низших уровнях исследования и проектирования КТ. Теоретической основой данного подхода может быть известное предположение о том, что любой объект (или процесс) может быть представлен в виде проекта.

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 9000-2001 «Проект – это уникальный процесс, состоящий из совокупности скоординированной и управляемой деятельности с начальной и конечной датами, принятой для достижения цели, соответствующей конкретным требованиям, включающей

ограничения по срокам, стоимости и ресурсам». На основании данного определения проекта схема обеспечения его качества в реальных условиях может быть представлена моделью, показанной на рис. 2.

Сплошные линии определяют направления развития процесса в нормативных рамках устойчивой проблемной ситуации. Возникновение рискованной ситуации сопровождается негативным влиянием внутренних и внешних факторов риска, направления действия которых показаны штриховыми линиями.

Следовательно, можно полагать, что базовую систему показателей качества проекта составляют целевые параметры и характеристики ресурсов, стоимости и сроков выполнения проекта, отклонения которых от их нормативных значений не только обуславливаются существующей рискованной ситуацией, но и становятся факторами риска для качества выполнения проекта в целом. Возникающая «вторичная» рискованная ситуация при этом предполагает дополнительные исследования появляющихся отношений между показателями качества и риска, сложность анализа которых в общем виде может быть компенсирована конкретизацией проектных условий.

Частный случай подобной ситуации приведён в [3], где излагается методический подход к определению времени осуществления заказа на разработку нового «образца» космической техники, учитывающий риски, обусловленные рассогласованием сроков T_p создания данного образца и вывода его из состава существующей (заменяемой) системы.

Возникновение фактора рискованной ситуации T_p поясняется рис. 3, где использованы следующие обозначения: $T_{\text{заказ}}$ – момент начала разработки системы (момент осуществления заказа на создание системы); $T_{\text{окон}}$ – момент окончания разработки системы и готовность данной системы быть введённой в проект; $T_{\text{снят}}$ – момент вывода из функционирующего состава заменяемой системы; $\tau_{\text{созд}}$ – продолжительность создания новой системы.

Неопределённость продолжительности периода рассогласования является источником формирования риска проектирования, определяемым величиной ожидаемых потерь. Тогда задача управления рисками может рассматриваться как задача определения оптимального времени начала разработки, при котором достигаются минимальные возможные потери, т. е. минимизируется риск.

В зависимости от реальной обстановки принципиально может быть три ситуации (исхода) принятия решения на создание нового образца $\Delta T = T_{\text{окон}} - T_{\text{снят}}$: 1) $T_{\text{окон}} > T_{\text{снят}}$; 2) $T_{\text{окон}} = T_{\text{снят}}$; 3) $T_{\text{окон}} < T_{\text{снят}}$.

Предполагается, что $C^1(\Delta T_1)$ – величина возможных потерь для ситуации 1; $C^2(\Delta T_2)$ – величина возможных потерь для ситуации 3; $t = T_{\text{окон}} - T_{\text{снят}}$ – переменная, определяющая продолжительность периода рассогласования. Функция потерь в зависимости от t выражается следующим образом:

$$C(t) = \begin{cases} C^1(t), & \text{при } t \geq 0; \\ C^2(-t), & \text{при } t < 0. \end{cases}$$

Величина риска определяется как математическое ожидание потерь, описываемых 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; $t = T_{\text{заказ}} + \tau_{\text{созд}} - T_{\text{снят}}$.

Тогда можно найти величину ожидаемых потерь (риск от принятия решения о начале создания нового образца) по следующей зависимости:

$$R(T_{\text{заказ}}) = \int_{-\infty}^{+\infty} C(T_{\text{заказ}} + \tau_{\text{созд}} - T_{\text{снят}}) f(\tau_{\text{созд}}) d\tau_{\text{созд}},$$

а оптимальное время $T_{\text{заказ}}^*$, обеспечивающее минимальный риск, определить из условия

$$\frac{dR(T_{\text{заказ}})}{dT_{\text{заказ}}} = 0.$$

Полученное общее выражение для определения $T_{\text{заказ}}^*$ в зависимости от вида функции потерь исследовалось, в частности, для случая, когда функции потерь являются линейными с коэффициентами k_1 и k_2 соответственно.

В этом случае функция $C(t)$ принимает вид:

$$C(t) = \begin{cases} k_1(t), & \text{при } t \leq 0; \\ k_2(-t), & \text{при } t < 0. \end{cases} \quad (1)$$

Обозначив отношение k_1 к k_2 через r , и с учётом (1) окончательно получим:

$$T_{\text{заказ}}^* = T_{\text{снят}} - F^{-1}\left(\frac{1}{1+r}\right), \quad (2)$$

где $F^{-1}(p)$ – квантиль функции распределения продолжительности создания нового образца.

Выражение (2) позволяет оценить время проектирования при линейных видах функции потерь, плановом значении времени замены образца и заданном виде закона распределения случайного времени создания нового образца.

Таким образом, разработанный методический подход к рациональному планированию сроков осуществления заказа на разработку нового образца позволяет производить оценку рисков принятия решений и выбирать такие сроки формирования заказа, которые обеспечивают минимальные потери, обусловленные рассогласованием времени создания новых и снятия с эксплуатации заменяемых образцов КТ.

В условиях реальных внутренних и внешних ограничений осуществления проекта становится очевидной также необходимость реализации управления качеством создаваемой КТ с учётом развития проектных отношений в логической связке «ресурсы (стоимость) – риски», как это показано на рис. 2 и 4.

Данные отношения (см. рис. 4) реализуются с учётом таких базовых элементов управления качеством, как источники внешних ресурсов (ГОЗ), обоснованные существенные элементы стратегического потенциала (СЭ СП) [4], подсистемы подготовки и принятия решений по учёту рисков (СППР рисков), а также системы принятия решений (СПР) по управлению проектом в целом.

Конкретизация проектных условий, как это было показано в [4], может быть успешно использована и в данной задаче для обоснования рациональных подходов к распределению ограниченных проектных ресурсов.

Так в качестве СЭ СП организации в условиях предкризисной ситуации рассматривались стратегические цели её развития, и непосредственно соответствующие им стратегии управления были сформулированы в рамках следующих трёх основных направлений деятельности, определяющих не только возможность выхода из состояния предкризисной фазы, но и обеспечивающих создание предпосылок для дальнейшего устойчивого развития предприятия:

- безусловное выполнение ГОЗ при обеспечении заданных показателей целевой эффективности конечной продукции;
- достижение уровня конкурентоспособности, обеспечивающего в перспективе выход предприятия в лидеры космического приборостроения;
- достижение уровня финансовой устойчивости, обеспечивающего сохранение платёжеспособности и создания условий для нормального функционирования предприятия.

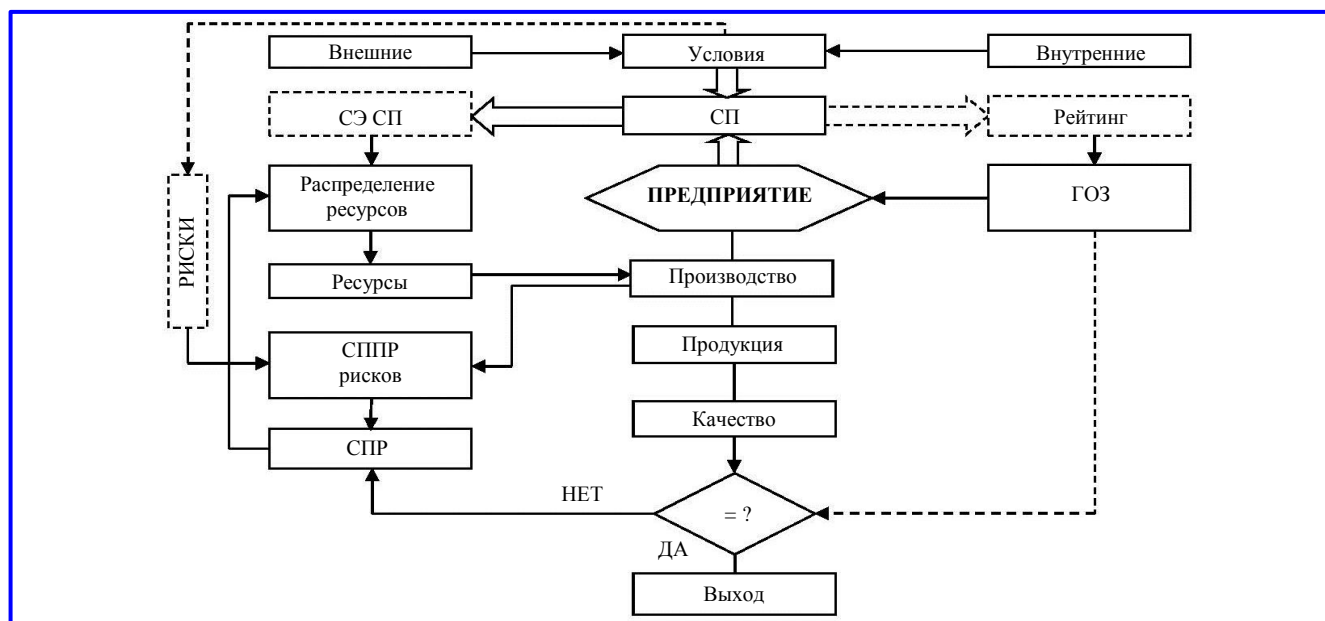


Рис. 4. Структурная схема управления качеством производства КТ

Поскольку в условиях неопределённости состояния внешней среды и особенностей современного положения предприятий космической отрасли типичным состоянием управления является невозможность сбалансированного поддержания требуемого уровня СП и определяющей его совокупности ресурсов, предложенная процедура выделения «существенных элементов» СП, обеспечивающих возможность достижения стратегических целей предприятия, представляется обоснованной.

Использование информации о существенных элементах СП, результатах их факторного анализа и существенных компонентах общих факторов явилось основанием совершенствования методического аппарата выработки стратегий распределения ресурсов, оценки их эффективности и коррекции в процессе управления.

Выводы

1. Оценка качества проектирования КТ предполагает обоснование «вертикально-горизонтальной» иерархии показателей качества, критериальный базис которой в конечном итоге определяет эффективность соответствующей системы управления качеством. Учитывая важность обеспечения исходных данных для разработки и реализации проектов создания и развития КТ, в качестве элементов данной иерархии показателей качества могут быть использованы общие характеристики проектов реализации жизненного цикла изделий (ЖЦИ).

2. Многоаспектность необходимых для учёта показателей качества проектирования КТ и многочисленность их причинно-следственных связей на различных этапах ЖЦИ существенно затрудняют возможность разработки общих методов их исследования. В связи с этим представляется обоснованным исследование структурно-функциональных особенностей данных отношений в конкретных условиях проектирования КТ, прежде всего для верхнего (системного) уровня проектирования.

3. Представленные в статье варианты конкретизации содержательных связей характеристик качества проектирования КТ для комплексных отношений сроки – риски и ресурсы – риски иллюстрируют их теоретическую и практическую значимость.

Литература

1. Минаев И. В. Особенности создания космической техники в современных условиях. Часть 1. Общие положения / И. В. Минаев // Вопросы электромеханики. Труды НПП ВНИИЭМ. – М. : ФГУП «НПП ВНИИЭМ», 2010. – Т. 118. – № 5. – С. 19 – 22.
2. Розова Н. К. Управление качеством / Н. К. Розова. – СПб. : Питер, 2003. – 224 с.
3. Методический подход к оценке рисков проектирования КА: Доклад / И. В. Минаев, В. Ю. Анисимов, Т. И. Переходова // 10-й Межд. форум «Высокие технологии 21-го века». – М. – 21.04.2009 – 24.04.2009.
4. Влияние структуры стратегического потенциала предприятия на обоснование управленческих решений / Л. А. Макриденко, И. В. Минаев, Ю. М. Урличич // Вопросы радиоэлектроники. – 2005. – Вып. 1. – С. 8 – 15.

Поступила в редакцию 08.04.2013

Леонид Алексеевич Макриденко, д-р техн. наук, генеральный директор, т. (495) 365-56-10, e-mail: vniiem@orc.ru.

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