

УДК 658.52.011:658.562

**О.Е. ФЕДОРОВИЧ, О.В. МАЛЕЕВА, Н.В. НЕЧИПОРУК**

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

## **ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА КАЧЕСТВА СЛОЖНЫХ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ И ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА**

Предложена методология анализа качества научно-технических проектов и программ развития, которая расширяет область исследования сложных проектов, основана на концепции создания системных квалиметрических моделей оценки. Кроме того, методология ориентирована на современную информационную технологию обработки данных и принятие рациональных решений по управлению. Использована система методов получения количественных и лингвистических значений показателей, адекватно отражающих качество формирования и процесса выполнения программы. На основе предложенной методологии был произведен системный анализ качества проектируемого наземного автоматизированного комплекса управления космическими аппаратами (НАКУ КА) как одного из элементов Государственной космической программы Украины.

**научно-технические программы, сложные проекты, анализ и оценка качества, показатели качества, квалиметрические модели, системный подход**

### **Введение**

Становление Украины на современном этапе как государства, которое имеет большой производственно-технический потенциал, требует развития ведущих областей промышленности. Для предотвращения неоправданных затрат и обеспечения развития производства необходимы создание комплекса научных методов оценки и управления качеством проектов развития производства, реализация этих методов с помощью компьютерных информационных технологий. Новые подходы должны обеспечить выполнение требований качества относительно продукции и процессов, которые сформулированы в международных стандартах качества серии ISO 9000. Особое внимание сегодня следует уделять качеству проектных решений по созданию авиационной и космической техники в рамках государственных программ развития производства.

### **1. Формулирование проблемы**

При плановой экономике Советского Союза разработке методов программно-целевого планирования, межотраслевых балансов был посвящен ряд

научно-технических работ [1, 2]. Однако из-за неопределенности ситуаций при формировании и выполнении проектов и программ, а также сложности организационной структуры исполнителей эти методы почти неприменимы или требуют значительной модификации. За рубежом проводятся работы по созданию системных методик управления проектами в условиях неопределенности [3, 4]. Ввиду специфичности сегодняшнего этапа развития Украины применение этих методик весьма ограничено. В работах ученых России, посвященных управлению сложными проектами, рассматривается решение отдельных задач управления, например, в виде анализа сетевых моделей планирования, управления ресурсами, страхования рисков [5, 6]. Применение этих методов ограничивается областью бизнес-проектов и не учитывает особенностей программ и проектов, финансируемых из государственного бюджета.

Таким образом, необходимо создание адекватных моделей анализа сложных проектов и программ, которые учитывали бы в полной мере системные аспекты формируемых программ, набор разных критериев качества и ограничений экономи-

ческого, технико-технологического и организационного характера.

## 2. Решение проблемы

С учетом современных тенденций развития системных и информационных технологий для решения указанной проблемы предлагается методология анализа качества научно-технических программ развития, которая расширяет область исследования сложных проектов, основана на концепции создания системных квалиметрических моделей оценки проектов и программ.

Определение качества программы и методология его оценки должны соответствовать существующим стандартам. В Украине сегодня действуют международные стандарты качества серии ISO 9000. Качество здесь определено как совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности. В соответствии с этим определением качество программы должно описываться рядом показателей, характеризующих объект на сегодняшний момент и на период планирования.

Предлагается схема управления качеством, основой которой являются функции управления по Фалмеру: планирование, выполнение, контроль (рис.1). Образуется два контура управления: первый – при

оценке качества на этапе планирования, второй – при измерении и контроле, то есть мониторинге качества на этапах выполнения.

На этапах планирования и выполнения выделяются такие показатели качества: реализуемость требований, возможность выполнения работ, качество продукта или труда, возможность выполнения программы, которая определяется как степень достижения цели. Эти показатели учитывают структурно-системные аспекты представления программы, горизонты планирования и последовательность этапов жизненного цикла [7].

В результате анализа объекта исследования с учетом определения понятия качества его показателей сформулированы методологические принципы:

- применение системного подхода в представлении проектов и программ для анализа качества;
- использование современного квалиметрического подхода для получения оценок качества;
- формализация и структуризация программы для анализа качества;
- введение комплексного показателя для оценки качества программы;
- выполнение анализа качества на начальной стадии планирования – при формировании программы;

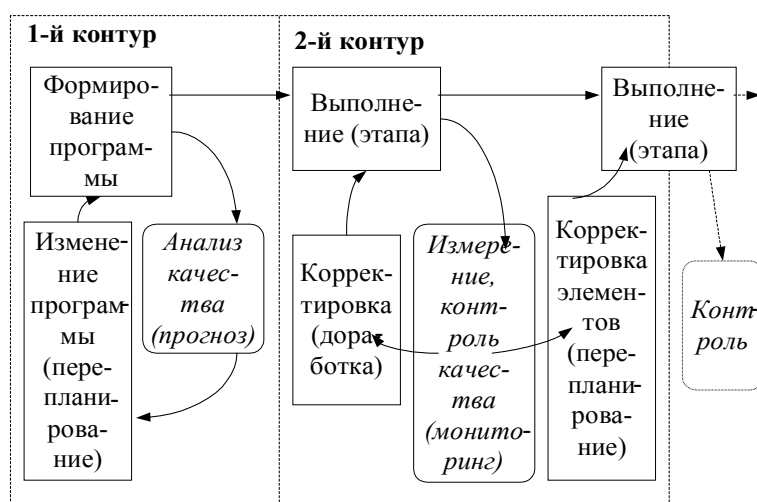


Рис. 1. Схема управления качеством

- применение процессного подхода для мониторинга качества программы на всех этапах жизненного цикла проектов;

- обеспечение интересов заказчика в процедурах оценки качества.

Методология включает систему методов получения количественных и лингвистических значений показателей. Полученные оценки являются основой для принятия рациональных решений при управлении сложными проектами и программами. Общая схема системной методологии представлена на рис. 2. Методы анализа и оценки показателей качества используются в рамках системных методик, которые построены на основе квалиметрических моделей. Методики реализованы программными модулями компьютерной информационной технологии, которые позволяют определять значения основных показателей качества программы. По значениям показателей качества принимаются решения, которые улучшат программу по соответствующему аспекту.

В методологии для оценки как сложных объектов, так и процессов используются категории квалиметрии. Основным понятием является мера качества – количественная и семантическая [8]. Оценка качества представляется в виде *четырёхкомпонентной модели – системы оценки*:

$$S = \{Sb, Ob, B, Al\}, \quad (1)$$

которая включает в себя субъект *Sb*, объект *Ob*, базу *B* и логику оценки *Al*.

Квалиметрическое представление *алгоритма* формируется на основе множества операторов оценивания  $\Theta$ , которые основаны на логике сравнения *L* и используют определенные методы оценивания *K*. В результате образуется множество оценок качества *O*. Таким образом, формальное представление алгоритма будет таким:

$$Al = \langle \Theta, L, K, O \rangle \quad (2)$$

Для определения взаимосвязей между элементами модели необходимо построение структуры общей квалиметрической модели (рис. 3). Она отображает иерархию элементов, их взаимосвязи. Квалиметрическая модель описывает процесс получения множества оценок качества, исходя из представления объекта.

С учетом системных аспектов представления программы и основных показателей качества выделены основные задачи оценки качества.

К задачам планирования относятся:

- анализ и оценка состояния и возможностей предприятия-исполнителя;

- анализ реализуемости функциональных и технических требований к составляющим элементам программы;

- получение прогнозных оценок возможности выполнения программы на различных временных горизонтах.

Задачи стадии выполнения:

- оценка результатов работы предприятий-исполнителей;

- получение прогнозных оценок возможности создания образца новой техники с учетом выполнения этапов жизненного цикла;

- корректировка прогнозных оценок возможности выполнения программы на различных временных горизонтах.

Для этих задач сформированы частные квалиметрические модели.

Ниже приведен пример квалиметрической модели задачи анализа реализуемости функциональных и технических требований к составляющим элементам программы. Система оценки и модель оценивания определяет взаимодействие элементов модели и последовательность получения множества оценок качества. Эта модель позволяет определить структуру системной методологии, необходимый набор частных методик, шкалы измерения показателей качества.

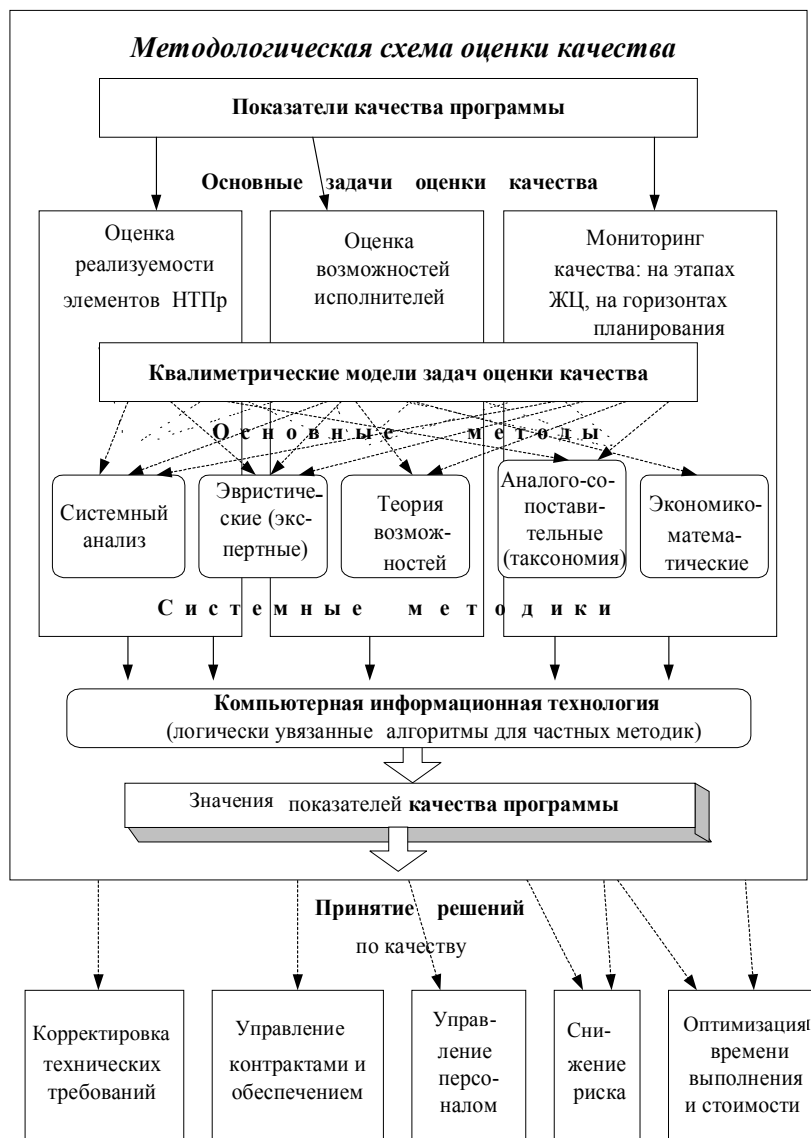


Рис. 2. Общая схема системной методологии оценки качества сложных проектов и программ

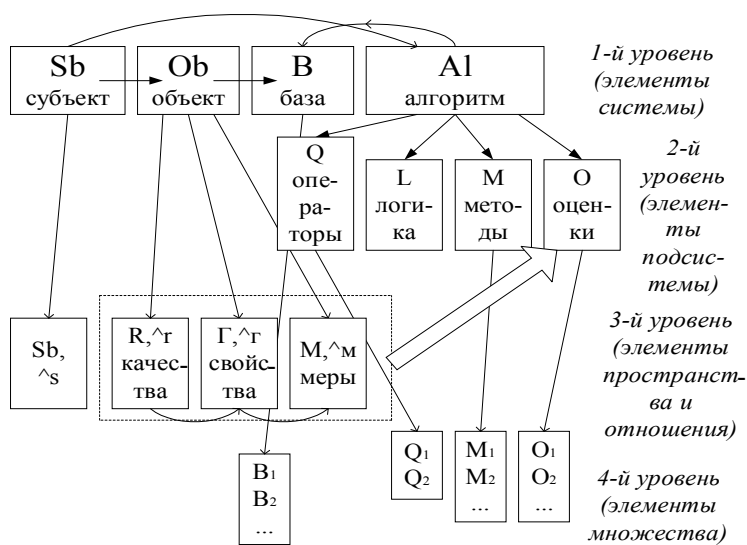


Рис. 3. Структура общей квалиметрической модели

Оценка качества объекта  $R$  представляется величиной  $O$ , характеризующей «реализуемость требований к разрабатываемым элементам программы». Результирующей является семантическая мера качества:  $Se_1$  – «требования реализуемы»,  $Se_2$  – «требования реализуемы при дополнительных ресурсах»,  $Se_3$  – «наиболее важные требования реализуемы»,  $Se_4$  – «требования нереализуемы».

Семантическому множеству соответствуют интервальные оценки показателей реализуемости с граничными значениями  $W_1$ ,  $W_2$  и  $W_3$ :

$$Se_1: \{W \in (W_3, 1]\}; \quad Se_2: \{W \in (W_2, W_3]\}; \\ Se_3: \{W \in (W_1, W_2]\}; \quad Se_4: \{W \in (0, W_1]\}. \quad (3)$$

На среднесрочном уровне планирования применяется дифференцированное оценивание элементов программы, то есть анализируются отдельные составляющие, а на их основе путем свертывания показателей реализуемости рассчитывается интегральная мера качества разрабатываемого образца.

Объектом оценивания является разрабатываемый образец новой техники (или технический комплекс). Объектовое пространство  $R$  состоит из элементов:  $r_1$  – общефункциональные требования,  $r_2$  – технические требования,  $r_3$  – технические характеристики разрабатываемого образца,  $r_4$  – технико-экономические показатели.

Используется следующие базы:  $B(an)$  – технические характеристики существующих аналогов,  $B(norm)$  – нормативная база коэффициентов приведения,  $B(fun)$  – функциональные зависимости технико-экономических показателей от технических характеристик образца.

Алгоритм оценки формируется на основе пространства операторов:  $\Theta(sc)$ ,  $\Theta(int)$ , а также оператора классификации  $\Theta(cl)$ . Используется абсолютная и относительная логики оценивания  $L(abs)$  и  $L(com)$ .

В алгоритмах анализа требований применяются следующие методы:  $K(exp)$  – экспертных оценок,  $K(евr)$  – эвристические процедуры,  $K(nech)$  – элементы нечетких множеств,  $K(mat)$  – математические методы,  $K(tax)$  – таксонометрические методы.

Таким образом, система оценки

$$S = \{Ob(r), Sb(e), B(exp, an, norm, fun), \\ Al\langle \Theta, L, K O \rangle\}. \quad (4)$$

Модель оценивания будет такой:

$$Mod = \{Sb: \{r\} \rightarrow Al\langle \Theta(cl): K(mat) \rightarrow \\ \rightarrow B(an'), \Theta(sc): K(tax) \rightarrow \Theta(cl), K(евr): O(Se) \rightarrow \\ \rightarrow \Theta(cl), K(tax): B(an') \rightarrow K(nech): O(Se) \rangle\}. \quad (5)$$

Сформированная модель предполагает следующие действия: производится экспертная оценка корректности исходных данных; реализуется собственно алгоритм анализа и оценивания; затем производится процедура классификации исходного множества аналогов, результатом которой является выделение подмножества наиболее близких аналогов. При получении оценок близости используются таксонометрические методы теории сходства, а также специально разработанные эвристические процедуры. Подмножество наиболее близких аналогов используется для получения сравнительных оценок качества исходного образца. Значения реализуемости технических требований относительно аналогов с помощью нечеткой шкалы преобразуются в семантические значения показателей качества.

На основе предложенной методологии была произведена оценка качества элементов ряда государственных программ Украины, в том числе Государственной космической программы Украины. В рамках этой программы проведен системный анализ качества проектируемого наземного автоматизированного комплекса управления космическими аппаратами (НАКУ КА), в разработке которого отмечены некоторые недостатки (табл. 1).

Таблица 1

Результаты оценки качества разработки НАКУ КА

Задачи оценки качества	Результаты
Анализ реализуемости целей и функциональных задач	Цели реализуемы ФЗ реализуемы
Оценка морфологической структуры	Количество КА типа «СИЧ» критическое (не более четырех)
Оценка информационных характеристик	Надежность и производительность каналов связи критические, требуется их повышение
Анализ системных тактико-технических характеристик: надежность, точность управления, помехоустойчивость	Противоречие между максимально возможной производительностью и требованиями надежности. Предложение: оптимальное количество сеансов 5 - 9
Оценка технических характеристик элементов нижнего уровня	Несоответствие характеристик вычислительных средств требованиям ФЗ. На нижнем уровне ТХ КА «СИЧ» соответствуют задачам СУ

При анализе технических требований производилась оценка требуемых значений. Они сравнивались со значениями, полученными путем моделирования. С учетом требований надежности ( $> 0,95$ ) путем интерполяции получено допустимое количество сеансов ( $< 9$ ), так как при девяти сеансах надежность  $P(t_p)_9 = 0,9470$ , рис. 4).

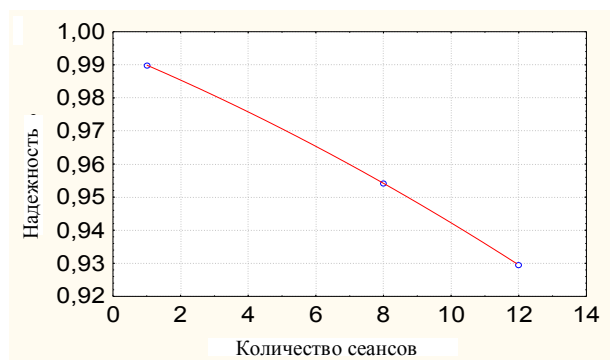


Рис. 4. Зависимость надежности НАКУ КА от количества сеансов

## Заключение

Комплекс системных методик для решения перечисленных выше задач оценки качества реализован в виде компьютерной информационной технологии оценки качества сложных проектов и программ. Эта технология структурирована в виде трех блоков программного обеспечения на различных горизонтах планирования. Выделены виды исходной информации, необходимые базы данных, определено содержание получаемых результатов, их использование в реализации методологии оценки качества.

## Литература

1. Зыков Ю.А., Слетова Т.Л. Комплексные программы научно-технического прогресса. – М.: Наука, 1987. – 159 с.
2. Проблемы планирования и управления: опыт системных исследований / Под ред. Е.П. Голубкова. – М.: Экономика, 1987. – 208 с.
3. Шелле Х. Мир управления проектами: Пер. с англ. – М.: СОВНЕТ / АЛАНС, 1994. – 304 с.
4. Project Management Without Boundaries: Proceedings of 11<sup>th</sup> INTERNET World Congress on Project Management. – Florence. – 1992. – Vol.1. – 211 p.
5. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами. – М.: Синтег - ГЕО, 1997. – 188 с.
6. Ильин Н.И., Лукманова И.Г., Немчин А.М. Управление проектами / Под общ. ред. В.Д. Шапиро. – СПб.: «ДваТри», 1996. – 432 с.
7. Митрахович М.М., Малеева О.В. Системные оценки качества сложных проектов и программ // Авиационно-космическая техника и технология. – Х.: ХАИ. – 2000. – Вып. 21. – С. 221 – 226.
8. Андрианов Ю.М., Субетто А.И. Квалиметрия в приборостроении и машиностроении. – Л.: Машиностроение, 1990. – 216 с.

Поступила в редакцию 19.03.04

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. И.В. Чумаченко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков