

УДК 681.32

**О.Е. ФЕДОРОВИЧ, Е.С. ЯШИНА, Л.Н. ЛУТАЙ, И.А. МИКОВА***Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАЛИЗУЕМОСТИ ПРОЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОНЕНТНОГО ПОДХОДА И МНОГОУРОВНЕВОЙ АРХИТЕКТУРЫ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ИЗДЕЛИЯ

*В статье ставится и решается задача оценки реализуемости проекта по созданию сложного изделия аэрокосмической техники. Предлагается оценку реализуемости проекта осуществлять на основе рисков отдельных компонент многоуровневой архитектуры сложного изделия. Оценка риска для отдельных компонент, полученная в результате применения теории нечётких множеств и использования знаний экспертов формируется на основе степени новизны компонент нового изделия. В работе учитывается вероятностный характер риска в виде вероятности присутствия рискообразующего фактора, и его воздействие на работы проекта, связанные с разработкой новых и адаптацией существующих в проекте компонент. Предложенный подход оценки реализуемости проекта учитывает риск комплексирования компонент, который формируется путём агрегирования компонент нижнего уровня декомпозиции.*

**Ключевые слова:** *прецедентный подход, архитектура сложного изделия, риск комплексирования компонент, аэрокосмическая техника, вероятность успешного выполнения проекта, реализуемость проекта.*

### Введение

Управление содержанием проекта по созданию аэрокосмической техники направлено на обеспечение его реализуемости [1].

Реализуемость научно-технического проекта является важнейшим его свойством, под которым понимается возможность наиболее эффективного решения комплекса финансовых, научно-технических, проектно-конструкторских, производственно-технологических и организационно-управленческих задач для создания новой продукции или оказания услуг требуемого научно-технического уровня, объема, и в заданные сроки в условиях действующих ресурсных ограничений, и их прогноза на период выполнения проекта [2].

Реализуемость проекта подлежит тщательному обоснованию и должна рассматриваться в нескольких аспектах: научно-техническом, технологическом, временном, ресурсном, экологическом и т. д. [1, 2]

Таким образом, разработка методов и моделей для оценки реализуемости научно-технических проектов является актуальной научно-прикладной задачей.

### 1. Постановка задачи исследования

Выполнение сложных научно-технических проектов в области создания аэрокосмической техники подвержено влиянию различных групп факторов риска, которые воздействуют на достижение целей проекта, сроки и выделяемые ресурсы [2].

В данной работе рассматриваются сложные научно-технические аэрокосмические проекты. Для формирования многоуровневой архитектуры разрабатываемого сложного изделия и содержания работ проекта в данной статье используется прецедентный подход.

В статье ставится задача определения реализуемости сложного проекта по созданию изделия аэрокосмической техники. Реализуемость проекта предлагается определять на основе оценки риска [3, 4] создания отдельных компонент архитектуры нового изделия. При этом учитывая риск комплексирования компонент на разных уровнях иерархии изделия. Благодаря предлагаемой покомпонентной агрегированной оценке риска, которая учитывает степень новизны компонент и рискообразующие факторы различных групп риска, можно рассчитать дополнительную поправку на риск [5] ожидаемых затрат на проектные работы в различных видах ресурсов: интеллектуальных, производственных, трудовых, финансовых и т. д. К тому же предварительное распределение ресурсов на стадии планирования проекта может уточняться по результатам оценки реализуемости проекта.

### 2. Решение задачи исследования

#### 2.1. Оценивание риска при комплексировании компонент сложного аэрокосмического изделия

При формировании архитектуры сложного изделия аэрокосмической техники [6], помимо рискообразующих факторов, воздействующих непосред-

ственно на разработку и адаптацию компонент, возникает риск комплексирования компонент [7] на разных уровнях иерархии.

Риск комплексирования появляется в процессе интеграции [8] различного типа компонент в многоуровневую архитектуру сложного изделия аэрокосмической техники [7].

Проведённый анализ показал, что на риск комплексирования компонент будут оказывать влияние две характеристики: сложность интегрируемого узла  $i$  и количество компонент в узле  $j$ .

В данной работе предлагается, на основе использования экспертной информации, составить матрицу для определения вероятности возникновения риска комплексирования  $R_k$  рассматриваемого интегрируемого узла. Матрица строится экспертами аэрокосмической техники.

В качестве примера в табл. 1 приведена матрица определения вероятности возникновения риска комплексирования  $R_{k,q,i}^u$ , для каждого  $q$ -ого узла,  $u$ -ого уровня декомпозиции изделия.

В работах [3, 4] предложен, для практического применения, метод определения агрегированной оценки итогового риска научно-технического проекта исходя из степени новизны работ по разработке отдельных компонент нового образца аэрокосмической техники. В основе метода лежит теория нечётких множеств с использованием экспертной информации. Но, для каждого идентифицированного в проекте рискообразующего фактора должны быть

оценены: вероятность проявления фактора риска и его возможное воздействие [9].

Поэтому, предлагается оценивать уровень (степень) риска каждого рискообразующего фактора  $r$  [3, 4] при помощи предложенной в работе, специальной матрицы вероятности и последствий. Матрица вероятности и последствий составляется на основании результатов опросов и экспертных оценок, путём установления связи вероятности и воздействия рискообразующего фактора. В общем случае, матрица помогает расставить факторы риска по приоритету, в зависимости от потенциальной степени значимости их последствий для проекта [9].

В качестве примера, приведём сформированную матрицу вероятности и последствий, которая представлена в виде табл. 2.

На пересечении строк и столбцов матрицы вероятности и последствий получаем различные значения уровней риска фактора  $r$ .

Уровни (степени) риска факторов  $r$  устанавливаются исходя из особенностей каждого рискообразующего фактора, выделенного в проекте, с использованием предложенной матрицы вероятности и последствий.

Пример определения уровня риска фактора  $r$  на основе использования полученной матрицы вероятности и последствий представлен в табл. 3.

Полученные оценки уровней риска идентифицированных в проекте рискообразующих факторов  $r$  участвуют, в дальнейшем, для определения оценок риска компонент архитектуры нового изделия аэрокосмической техники.

Таблица 1

Матрица определения вероятности возникновения риска комплексирования  $R_{k,q,i}^u$

Номер значения сложности узла $i$	Значение сложности узла	Количество компонент в узле (подузлов $u+1$ уровня) $j$				
		2	5	10	50	100
1	Очень низкая	0,01	0,02	0,11	0,17	0,28
2	Низкая	0,03	0,04	0,13	0,2	0,33
3	Средняя	0,05	0,06	0,14	0,24	0,4
4	Высокая	0,07	0,08	0,15	0,31	0,44
5	Очень высокая	0,09	0,1	0,16	0,36	0,48

Таблица 2

Матрица вероятности и последствий для оценки уровня риска каждого рискообразующего фактора  $r$

Вероятность проявления фактора риска	Воздействие рискообразующего фактора				
	Очень низкое (он)	Низкое (н)	Среднее (с)	Высокое (в)	Очень высокое (ов)
0,1	он	он	он	с	с
0,3	он	он	н	с	в
0,5	он	н	н	в	в
0,7	он	н	с	в	ов
0,9	он	с	с	ов	ов

Таблица 3

Определение уровня риска фактора r

№ фактора риска	Базовая группа риска (рискообразующих факторов)	Внутригрупповой фактор риска	Значения уровня риска фактора r				
			он	н	с	в	ов
11	Социально-экономический риск	Повышение тарифов на грузовые перевозки		+			
13	Организационный риск	Ошибки планирования и проектирования				+	
14	Организационный риск	Недостатки координации работ			+		
17	Ресурсный риск	Нехватка материалов (ресурсов)		+			
21	Научно-технический риск	Недостижение запланированных технических параметров в ходе конструкторских и технологических разработок					+
24	Научно-технический риск	Недостоверность прогнозной информации			+		
30	Производственно-технологический риск	Сбои и поломки оборудования			+		
38	Финансово-экономический риск	Превышение фактических затрат над запланированными		+			

Метод оценивания риска с примером расчёта оценки риска для конкретной задачи проектирования представлены в работах [3, 4]. При расчетах целесообразно выделять и учитывать рискообразующие факторы с высоким и очень высоким уровнями риска. Это позволит сократить объем вычислений, что не окажет, как показала практика, значительного влияния на итоговую оценку риска.

Предложенный подход для определения и оценки риска позволяет внести вероятностную составляющую в метод оценки риска и учитывать её при определении уровня риска фактора r [3, 4] в виде вероятности присутствия данного рискообразующего фактора и его воздействия на работы проекта, связанные с разработкой и адаптацией компонент при создании нового изделия аэрокосмической техники.

## 2.2. Реализуемость проекта на основе свёртки рисков отдельных разрабатываемых компонент нового изделия

В данной работе предлагается оценивать реализуемость научно-технического проекта по разработке аэрокосмической техники путём использования оценок риска отдельных компонент разрабатываемого изделия. В работе [6] представлен метод формирования многоуровневой архитектуры нового изделия аэрокосмической техники. Суть метода заключается в поиске прецедентов на разных уровнях иерархии изделия для формирования базы данных компонент многоуровневого иерархического состава сложных изделий аэрокосмической техники.

Работы проекта по созданию нового изделия разделены на три группы, в зависимости от степени

новизны разрабатываемых компонент: работы по адаптации, заимствованные из прототипа (подлежат не значительной адаптации), группа работ по адаптации компонент заимствованных из изделий, не являющимися прототипом и группа работ по разработке новых компонент.

В работах [3, 4] разработан усовершенствованный метод определения агрегированной оценки итогового риска научно-технического проекта, исходя из степени новизны работ по разработке компонент для нового образца аэрокосмической техники. Предложенный метод даёт возможность получить не только точную итоговую оценку риска по всем работам проекта, но и оценивать риск отдельных групп (пакетов) работ по разработке и адаптации компонент. В данной статье проведена модификация метода, которая осуществляется путём введения вероятностного аспекта в оценку риска и позволяет с помощью оценки риска пакета работ  $R_{pw}$ , получить вероятность успешного создания или адаптации существующего компонента (узла)  $P_{pw}$ :

$$P_{pw} = 1 - R_{pw} \quad (1)$$

Следовательно, вероятность успешной разработки q-ого узла, u-ого уровня декомпозиции изделия  $R_q^u$ , с учётом вероятности возникновения риска комплексирования компонент, входящих в узел,  $R_{k_i}^{u_j}$  (см. табл. 1) будет определяться таким образом:

$$P_q^u = (1 - R_{k_i}^{u_j}) \cdot \prod_{n=1}^j P_{pw}^{u_n} \quad (2)$$

где  $n = 1..j$ , а  $P_{pw\ q\ n}^u$  – вероятность успешного создания или адаптации компонента  $q$ -ого узла,  $u$ -ого уровня декомпозиции изделия (определяется по формуле (1));  $1 - R_{k\ q\ i}^u$  – вероятность успешного

комплексирования  $q$ -ого узла,  $u$ -ого уровня декомпозиции изделия с  $i$ -ой сложностью и числом компонент в узле (под - узлов  $u+1$  уровня)  $j$ .

Окончательно, определяем вероятность успешного выполнения проекта по разработке сложного изделия аэрокосмической техники в виде:

$$P_{\Pi} = \prod_{u=m-2}^0 \left( (1 - R_{k\ q\ i}^u) \cdot \prod_{n=1}^j P_{q\ n}^u \right), \quad (3)$$

где  $m$  – количество уровней декомпозиции, полученное при формировании архитектуры нового изделия;

Полученное значение вероятности можно рассматривать в качестве оценки реализуемости проекта.

На рис. 1 представлено схематическое представление многоуровневого состава нового изделия аэрокосмической техники, с использованием прецедентного подхода. Приведём пример расчета оценки реализуемости проекта с учётом риска комплексирования (формулы (1) – (3)).

### Заключение

В данной работе решена задача оценки реализуемости проекта сложного аэрокосмического изделия с многоуровневой архитектурой. Оценка осуществляется с использованием компонентного подхода, основанного на позитивном опыте прошлых разработок.

Оценка реализуемости проекта определяется на основе оценок риска отдельных компонент многоуровневой архитектуры изделия с учётом уровня детализации. Покомпонентная оценка риска, полученная с помощью нечёткого анализа различных групп рискообразующих факторов, введена в оценку риска с использованием вероятностного аспекта, что позволило оценить степень новизны компонент нового изделия аэрокосмической техники. Такой комбинированный подход позволяет получить более точную оценку реализуемости проекта, что даёт возможность планировать выделяемые ресурсы, оптимизировать сроки и затраты.

Предложенный подход позволяет для каждого узла рассматриваемого уровня декомпозиции изделия определять вероятность риска комплексирования компонент в зависимости от сложности узла, и количества компонент (подузлов соседнего низкого уровня) в узле.

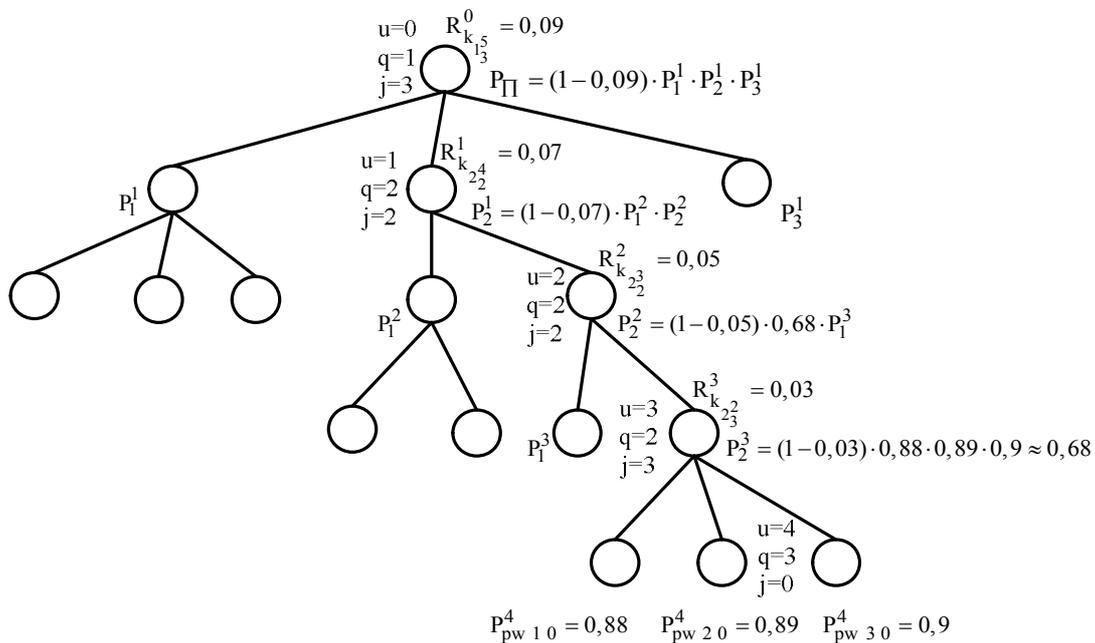


Рис. 1. Схематическое представление многоуровневого компонентного состава аэрокосмической техники

### Литература

1. Финансовая реализуемость инвестиционного проекта [Электронный ресурс] // Материалы сайта Уральского государственного экономического университета. – Режим доступа: <http://rumanager.com/>

*finansovaya-realizuemost-investicionnogo-proekta/*.

2. Бенди́ков М.А. Оценка реализуемости инновационного проекта / М.А. Бенди́ков // Менеджмент в России и за рубежом. – 2001. – №2. – С. 27 – 43.

3. Яшина Е.С. Метод агрегированной оценки риска научно-технического проекта, учитывающий

степень новизны работ / Е.С. Яшина, Л.Н. Лутай // *Радиоэлектронні і комп'ютерні системи*. – 2010. – №3 (44). – С. 146 – 151.

4. Лутай Л.Н. Оценка риска проекта по созданию нового образца авиационной техники с использованием прецедентного подхода / Л.Н. Лутай // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2010. – № 5 (72). – С. 105 – 112.

5. Виленский П.Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов с учетом реальных характеристик экономической среды [Электронный ресурс] / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц // *Аудит и финансовый анализ*. – 2000. – № 3. – Режим доступа: <http://www.auditfin.com/fin/2000/3/reffeval/reffeval.asp>.

6. Федорович О.Е. *Формирование архитектуры*

сложных изделий аэрокосмической техники на основе прецедентного подхода / О.Е. Федорович, Л.Н. Лутай // *Радиоэлектронні і комп'ютерні системи*. – 2010. – № 4 (45). – С. 138 – 142.

7. Щеголь В.А. Риски в инновационных проектах создания космической техники / В.А. Щеголь, Е.В. Коновалова // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2008. – № 5 (52). – С. 96 – 98.

8. *Проектирование конструкций самолётов: учеб. для вузов* / Е.С. Войт, А.И. Ендозур, З.А. Мелик-Саркисян, И.М. Алявдин. – М.: Машиностроение, 1987. – 416 с.

9. *A Guide to the project management body of Knowledge (PMBOK® Guide) / Project Management Institute, Inc. – Fourth Edition. – 2008. – 459 p.*

Поступила в редакцию 28.02.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., зав. каф. інформатики А.Ю. Соколов, Национальний аерокосмічний університет ім. Н.Е. Жуковського «ХАІ», Харків.

#### ДОСЛІДЖЕННЯ РЕАЛІЗОВАНОСТІ ПРОЕКТУ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМПОНЕНТНОГО ПІДХОДУ ТА БАГАТОРІВНЕВОЇ АРХІТЕКТУРИ АЕРОКОСМІЧНОГО ВИРОБУ

*О.Е. Федорович, О.С. Яшина, Л.М. Лутай, І.А. Мікова*

В статті ставиться та вирішується задача оцінки реалізованості проекту по створенню складного виробу аерокосмічної техніки. Пропонується оцінку реалізованості проекту здійснювати на основі ризиків окремих компонент багаторівневої архітектури складного виробу. Оцінка ризику для окремих компонент, отримана в результаті застосування теорії нечітких множин та використання знань експертів, формується на основі ступеня новизни компонент нового виробу. В роботі враховується імовірнісний характер ризику у вигляді ймовірності наявності утворюючого ризик фактору, та його вплив на роботи проекту, що пов'язані з розробкою нових і адаптацією існуючих в проекті компонент. Запропонований підхід оцінки реалізованості проекту враховує ризик комплексування компонент, котрі формуються шляхом агрегування компонент нижнього рівня декомпозиції.

**Ключові слова:** прецедентний підхід, архітектура складного виробу, ризик комплексування компонент, аерокосмічна техніка, ймовірність успішного виконання проекту, реалізованість проекту.

#### RESEARCH OF THE REALIZABILITY OF THE PROJECT WITH USE OF THE COMPONENTAL APPROACH AND MULTILEVEL ARCHITECTURE OF THE SPACE PRODUCT

*O.E. Fedorovich, E.S. Yashina, L.N. Lutay, I.A. Mikova*

In article the task of an estimation of a realizability of the project in creation of a complex product of space technics is put and solved. It is offered to carry out an estimation of a realizability of the project on the basis of risks separate a component of multilevel architecture of a complex product. The estimation of risk for separate a component, received as a result of application of the theory of indistinct sets and use of knowledge of experts is formed on the basis of a degree of novelty a component of a new product. In work it is taken into account probabilistic character of risk as probability of presence of the factor forming risk, and its influence for the works of the project connected to development new and adaptation existing in project a component. The offered approach of an estimation of a realizability of the project takes into account risk of aggregation a component which are formed by aggregation a component of the bottom level of decomposition.

**Keywords:** the case approach, architecture of a complex product, risk of aggregation a component, space technical equipment, probability of successful performance of the project, a realizability of the project.

**Федорович Олег Евгеньевич** – д-р техн. наук, проф., зав. кафедри інформаційних управляючих систем, Национальний аерокосмічний університет ім. Н.Е. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна.

**Яшина Елена Сергеевна** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри інформаційних управляючих систем, Национальний аерокосмічний університет ім. Н.Е. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна.

**Лутай Людмила Николаевна** – аспірантка кафедри інформаційних управляючих систем, Национальний аерокосмічний університет ім. Н.Е. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна.

**Микова Ирина Андреевна** – студентка каф. інформаційних управляючих систем, Национальний аерокосмічний університет ім. Н.Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна.