

УДК 658.52

Е.С. ЯШИНА, Л.Н. ЛУТАЙ*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина***МЕТОД АГРЕГИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ РИСКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА, УЧИТЫВАЮЩИЙ СТЕПЕНЬ НОВИЗНЫ РАБОТ**

Ставится и решается задача построения метода определения агрегированной оценки итогового риска научно-технического проекта по созданию нового образца авиационной техники на основе прецедентного подхода. Процесу непосредственного определения агрегированной оценки риска проекта предшествуют идентификация наиболее значимых рискообразующих факторов и формирование дерева работ проекта путём композиции поддеревьев работ из проектов-аналогов. В основе предлагаемого метода лежит оценка степени новизны работ проекта по разработке компонент нового образца авиационной техники с применением аппарата нечёткой логики.

Ключевые слова: *авиационная техника, рискообразующие факторы, оценка итогового риска, прецедентный подход, планирование, теория нечётких множеств, степень новизны работ.*

Введение

Практика проведения различных прогнозных расчетов в реальных условиях рынка показывает о необходимости учёта различных видов неопределённости в процессе планирования проектов.

Очевидно, что реализуемость и эффективность проекта зависит от условий его выполнения. В свою очередь термин «неопределённость» независимо от того, какими факторами она вызвана, можно отнести к условиям реализации проекта [1].

Процесс планирования научно-технических проектов подвержен влиянию факторов неопределённости в силу своей сложности и масштабности. Таким образом, процесс планирования сложных наукоёмких авиационных проектов осуществляется под негативным воздействием групп рискообразующих факторов, которые и формируют различные виды проектных рисков.

Под проектными рисками понимают возможность наступления неблагоприятных для проекта событий, которые могут привести к материальным, временным, финансовым и другим потерям, вплоть до прекращения проекта [2]. Многогранность понятия риска обусловлена разнообразием рискообразующих факторов. Существует множество интегральных рискообразующих факторов, которые, в отличие от простых, то есть тех, которые воздействуют только на конкретный вид риска, оказывают интегральное влияние сразу на несколько видов рисков. Наличие в группе рискообразующих факторов, для конкретного вида риска, хотя бы одного интегрального фактора является основанием для проведения комплексного анализа всех связанных с ним видов рисков [3, 4].

Таким образом, разработка подхода по комплексному исследованию и оценки проектных рисков и воздействующих на них рискообразующих факторов с учётом их индивидуальной важности [3], а также определению негативного воздействия целого ряда рисков проекта на достижение основных целей и результатов проекта на этапе планирования [2] при создании новых образцов авиационной техники является актуальной научно-прикладной задачей.

1. Постановка задачи исследования

В данной работе исследуются сложные научно-технические авиационные проекты, планирование которых осуществляется с учётом успешного опыта прошлых разработок на основе прецедентного подхода.

В работе [5] разработана укрупнённая схема метода планирования проекта по созданию новых образцов авиационной техники на основе прецедентного подхода.

В предыдущей статье [6] рассмотрен подэтап, на котором осуществлялся процесс декомпозиции продуктов проектов из предварительного множества прецедентов - проектов-аналогов. Декомпозицию целесообразно проводить на этапе технического проектирования. Далее работа посвящена исследованию подэтапа поиска множества прецедентов на уровне подсистем и компонент образцов авиатехники.

После нахождения множества прецедентов на уровне подсистем и компонент производится этап адаптации полученных компонент. На этом этапе осуществляется определение степени новизны ком-

понент нового проекта. Находится наиболее близкий аналог (прототип). Он представляет собой проект из предварительного множества отобранных проектов-аналогов по проектированию образцов авиатехники, с наибольшим количеством релевантных прецедентов на уровне компонент и подсистем, взятых для проектирования нового летательного аппарата.

Таким образом, план нового проекта включает в себя работы по созданию новых компонент, поддеревья работ по адаптации множества созданных в прошлом компонент, не принадлежащих прототипу, а также уже ранее составленные поддеревья работ для множества компонент, которые принадлежат прототипу.

После этапа адаптации осуществляется этап композиции. На данном этапе производится формирование полного дерева работ проекта, в составе которого включены поддеревья работ по адаптации группы компонент, работы по проектированию новых компонент, и поддеревья работ из плана по разработке базового проекта аналога (прототипа), за счёт которых уменьшается объём работ при проектировании нового ЛА.

Следующим этапом метода планирования проекта по созданию новых образцов авиационной техники, на основе прецедентного подхода [5], является анализ и оценка результатов процесса планирования. На этом этапе необходимо оценить риск проекта, что является важнейшей задачей всей проектной деятельности. При выборе математического аппарата для оценивания проектных рисков необходимо учитывать ту особенность, что некоторые виды рисков, а среди них и операционный риск, трудно поддаются формализации и количественной оценке, что связано с наличием «человеческого фактора» [3].

Целью данной статьи является получение оценки итогового риска научно-технического проекта по созданию образца авиационной техники на этапе его планирования. В свою очередь, планирование сложных проектов предлагается осуществлять при помощи композиции поддеревьев работ, полученных исходя из степени новизны компонент нового ЛА. Таким образом, данная работа посвящена получению усовершенствованного метода определения агрегированной оценки итогового риска проекта исходя из степени новизны работ по разработке компонент для нового образца авиационной техники. Такой подход позволит оценить и снизить негативное влияние рисков проекта, наиболее точно определить увеличение стоимости проекта из-за необходимости уменьшения или нейтрализации рисков.

Для агрегированной оценки риска по всем работам рассматриваемого проекта с учётом степени новизны работ проекта предлагается применить тео-

рию нечётких множеств на основе использования экспертной информации (экспертных оценок).

Теория нечётких множеств (нечёткая логика) успешно используется в настоящее время, в частности в процессах управления рисками [7 – 11]. В экономике также как и в управлении проектами часто приходится иметь дело с уникальными не повторяющимися процессами. При недостатке статистической информации теория нечётких множеств является альтернативой вероятностным методам [10]. Она позволяет использовать для оценки как количественные, так и качественные характеристики, а также позволяет проводить анализ неоднородных и недостаточных по объёму выборок, что является достоинством в условиях дефицита или дороговизны информации [9, 11]. При оценке риска на основании степени новизны работ предлагается использовать лингвистические переменные.

Понятие нечеткой и лингвистической переменных используется при описании объектов и явлений с помощью нечетких множеств.

Нечеткие переменные, которые будут использоваться для оценки новизны проекта можно определить с помощью тройки

$$\langle \alpha, U, A \rangle,$$

где α – наименование переменной,

U – универсальное множество (область определения α),

A – нечеткое множество на U , описывающее ограничения на значения нечеткой переменной α .

u – общее название (единое для всех элементов множества U).

Лингвистическая переменная представляется в виде набора

$$\langle V, T, U, G, M \rangle,$$

где V – именованное лингвистической переменной;

T – множество значений (терм-множество) лингвистической переменной, представляющих собой наименования нечетких переменных, областью определения каждой из которых является множество U ;

$T = V_1, V_2, \dots, V_f, \dots, V_k, f = 1..k, k$ – количество значений лингвистической переменной;

U – универсальное множество, отражающее значения лингвистической переменной;

Каждое значение (терм) V_f лингвистической переменной V должно быть отображено в нечёткое подмножество универсального множества U , задаваемое соответствующей функцией принадлежности $\mu_{V_f}(u), u \in U$. Область значения любой функции принадлежности лежит на отрезке $[0; 1]$.

G – синтаксическая процедура, позволяющая оперировать элементами терм-множества T , в частности, генерировать новые термы (значения) лингвистической переменной;

М – семантическая процедура, позволяющая превратить каждое новое значение лингвистической переменной, образуемое процедурой G, в нечеткую переменную, то есть сформировать соответствующее нечеткое множество [8, 10, 12].

Для качественной оценки риска по степени новизны работ проекта предлагается использовать понятия уровня риска и важности фактора риска [3] и представить их в виде лингвистических переменных [8, 13]. При этом предлагается значения каждой из этих лингвистических переменных преобразовывать в соответствующие нечёткие значения с использованием треугольной функции принадлежности.

Треугольные нечёткие числа часто на практике используются в экономическом анализе, а также в процессах управления рисками [7 – 10, 13]. Это связано с тем, что, анализируя свойства нелинейных операций с нечёткими числами, часто приходят к выводу, что форма функций принадлежности результирующих нечётких значений близка к треугольной, что позволяет аппроксимировать результат, приводя его к треугольному виду. Кроме того, выделение трёх значимых точек исходных данных достаточно часто используется в инвестиционном анализе [7]. Часто этим точкам сопоставляются субъективные вероятности реализации соответствующих («пессимистического», «нормального», «оптимистического») сценариев исходных данных.

2. Усовершенствованный метод расчёта агрегированной оценки итогового риска научно-технического проекта на основании степени новизны работ

Предлагаемый метод включает в себя следующие шаги:

Шаг 1. Начальным этапом агрегированной оценки риска проекта на основании степени новизны работ проекта является идентификация рисков и выявление для каждого из них рискообразующих факторов [4].

При проектировании нового ЛА с учётом требований прецедентного подхода, необходимо выделить базовые группы рисков

$$x^1, x^2, \dots, x^i, \dots, x^m, i = 1..m,$$

а также внутригрупповые факторы рисков, способствующие возникновению того или иного вида риска и относящиеся к каждой конкретной базовой группе риска

$$x_1^1, x_2^1, \dots, x_n^1, \dots, x_1^2, \dots, x_j^2, \dots, x_j^i, \dots, x_n^i, j = 1..n,$$

при этом значение n меняется для каждой базовой группы риска.

Шаг 2. В проведении композиции при исследовании новых образцов авиационной техники и ис-

пользуя прецедентный подход, необходимо получить дерево работ нового проекта.

Шаг 3. Задать значения лингвистических переменных для оценки уровня риска фактора и важности фактора риска с использованием треугольной функции принадлежности.

Общий вид треугольной функции принадлежности представляет собой [14]:

$$\mu_{V_f}(u) = \begin{cases} 0; u \leq a, \\ \frac{u-a}{b-a}; a \leq u \leq b, \\ \frac{c-u}{c-b}; b \leq u \leq c, \\ 0; u \leq c, \end{cases} \quad (1)$$

где (a, c) – носитель треугольного нечёткого числа; b – мода треугольного нечёткого числа.

Шаг 4. Оценить важность рискообразующих факторов s_j^i исходя из предварительно проведённой классификации работ проекта исходя из степени новизны проектируемых компонент нового ЛА.

Степень новизны работ будет влиять на важность фактора риска. На этапе адаптации работы проекта разделяются на три группы в зависимости от степени новизны проектируемых компонент: работы заимствованные из прототипа, группа работ по адаптации компонент заимствованных из изделий, не являющимися прототипом и группа работ по проектированию новых компонент. Такая классификация работ проекта обусловлена тем, что после процесса декомпозиции определяется прототип на уровне компонент изделий. Наиболее значительная часть технических решений заимствована из прототипа. Значения лингвистической переменной важности всех рискообразующих факторов для данной группы работ будут одинаковыми. При чём, работы этой группы подвержены воздействию рискообразующих факторов в наименьшей степени. В то же время, при проектировании нового ЛА, часть компонент могут быть заимствованы из изделий, которые не являются наиболее близкими к аналогам. К ряду таких компонент можно отнести радиоэлектронное оборудование, бортовую технику и т. д. Вторая группа работ наиболее чувствительна к внешним, экономическим рискам, и менее чувствительна к научно-техническим рискам. Третья группа работ связана с новизной и уникальностью проектируемого изделия и в наибольшей степени подвержена воздействию рискообразующих факторов научно-технического риска.

Шаг 5. Оценить уровень (степень) риска каждого рискообразующего фактора r_j^i .

Значение уровня (степени) риска фактора r_j^i зависит от сущности данного рискообразующего фактора и одинаково для всех работ проекта.

$$R = \frac{\sum_{f=1}^k g(V_f) \cdot R_f^z}{\sum_{f=1}^k R_f^z}, \quad (8)$$

где $g(V_f)$ – центроид значения V_f лингвистической переменной V .

$$g(V_f) = \frac{\int_{a_f}^{c_f} u \cdot \mu_{V_f}(u) du}{\int_{a_f}^{c_f} \mu_{V_f}(u) du}, \quad f = 1..k. \quad (9)$$

Таким образом, был сформирован усовершенствованный метод расчёта агрегированной оценки общего риска проекта по разработке нового образца авиационной техники исходя из степени новизны компонент проектируемого летательного аппарата.

Отличительной особенностью усовершенствованного метода является то, что метод применим для оценки риска не по проектируемому изделию в целом, а по отдельным группам работ проекта, заимствованных из декомпозированных прошлых проектов с последующей их композицией, что связано со степенью новизны работ проекта.

Заключение

В работе поставлена и решена задача разработки усовершенствованного метода определения агрегированной оценки итогового риска научно-технического проекта по созданию нового образца авиационной техники.

Агрегированная оценка риска проекта производится с применением теории нечётких множеств на основе использования экспертной информации, а также исходя из степени новизны работ проекта, связанных с разработкой компонент для нового образца авиационной техники. Применение данного метода позволит планировать научно-технический проект на основе степени новизны выполняемых проектных работ, что делается с помощью прецедентного подхода.

Основное отличие усовершенствованного метода от существующих заключается в развёрнутом представлении работ проекта в виде дерева работ. Существенным отличием является то, что оценка риска осуществляется исходя из степени новизны работ проекта, что позволяет учитывать различное влияние одного и того же риска на разные работы проекта, при этом эксперту необходимо оценить только уровень риска фактора, а влияние данного фактора риска на каждую из работ определяется в ходе расчетов.

Полученный усовершенствованный метод определения агрегированной оценки общего риска проекта на основании оценивания степени новизны работ по проектированию компонент нового авиационного образца даёт возможность не только снизить влияние целого ряда проектных рисков, среди которых такие риски, как инновационный, научно-технический, организационный и т. д., но и наиболее точно определить негативное воздействие выделенных рискообразующих факторов на планируемый проект.

Агрегированную оценку итогового риска научно-технического проекта можно интерпретировать как степень возможных потерь в стоимостном эквиваленте с учётом выделенных факторов риска.

Литература

1. Виленский П. Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика: учеб. пособие / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк; Ин-т системного анализа РАН, Центральный экономико-матем. ин-т РАН, Академия народного хозяйства. – 2-е изд. – М.: Дело, 2002. – 888 с.
2. Латкин М. А. Оценка длительности и стоимости проектов с учётом негативного воздействия рисков / М. А. Латкин, В. М. Илюшко // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2008. – № 3. – С. 94-98.
3. Филин С. Неопределённость и риск. Место инновационного риска в классификации рисков / С. Филин // *Управление риском*. – 2000. – № 4. – С. 25-30.
4. Романов В. Рискообразующие факторы: характеристика и влияние на риски / В. Романов, А. Бутуханов // *Управление риском*. – 2001. – № 3. – С. 10-12.
5. Яшина Е.С. Планирование портфеля научно-технических проектов с использованием аналогичных технических и управленческих решений / Е.С. Яшина, Л.Н. Лутай // *Радиоэлектронні і комп'ютерні системи*. – 2009. – № 3. – С. 141-145.
6. Яшина Е.С. Декомпозиция опыта прошлых разработок при создании новых образцов авиационной техники / Е.С. Яшина, Л.Н. Лутай // *Радиоэлектронні і комп'ютерні системи*. – 2009. – № 4. – С. 139-147.
7. Nedosekin A. Fuzzy Financial management: monogr. / A. Nedosekin. – Moscow: AFA Library, 2003. – 184 с.
8. Демидов Б.А. Методический подход к оцениванию риска модернизации образцов вооружения и военной техники в условиях нестохастической неопределённости / Б.А. Демидов, М.В. Науменко, О.А. Хмелевская // *Радиоэлектронні і комп'ютерні системи*. – 2009. – № 3. – С. 127–135.
9. Силаков А.В. Анализ ценовых факторов при оценке товарных рисков промышленного предпри-

яття на прикладі текстильного виробництва / Ал-др В. Силаков, Ал-й В. Силаков // *Управление риском*. – 2007. – № 2. – С. 4-10.

10. Секерин А.Б. Нечётко-множественная модель управления риском экономической несостоятельности производственного предприятия / А.Б. Секерин, С.П. Строев, В.Д. Селютин // *Управление риском*. – 2008. – № 2. – С. 28-35.

11. Курчеева Г.И. Анализ рисков малого предприятия с учётом состояния отрасли / Г.И. Курчеева, Л.Н. Стребкова // *Управление риском*. – 2007. – № 3. – С. 21-5.

12. Пивкин В.Я. Нечёткие множества в системах управления: методическое пособие / В.Я. Пивкин, Е.П. Бакулин, Д. И. Кореньков; под

общ. ред. Ю.Н. Золотухина. – Н.: Новосибирский гос. ун-т, 1997. – 42 с.

13. Гладков В.Ю. Об использовании аппарата нечетких множеств и теории возможностей для оценки качества строительства автомобильной дороги [Электронный ресурс] / В.Ю. Гладков // *Дороги и мосты*. – 2006. – Вып. 16/2. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/48/48877/index.htm>.

14. Основы теории нечётких множеств. Нечёткие числа и операции над ними [Электронный ресурс] // материалы сайта Интернет-Университет Информационных технологий. – Режим доступа: http://www.intuit.ru/departament/ds/fuzzysets/7/fuzzysets_7.html.

Поступила в редакцию 1.09.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф., ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела научного центра Воздушных Сил Б.А. Демидов, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

МЕТОД АГРЕГОВАНОЇ ОЦІНКИ РИЗИКУ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО ПРОЕКТУ, УРАХОВУЮЧИЙ СТЕПІНЬ НОВИЗНИ РОБІТ

О.С. Яшина, Л.М. Лутай

Ставиться та вирішується задача побудови методу визначення агрегованої оцінки підсумкового ризику науково-технічного проекту по створенню нового зразка авіаційної техніки на основі прецедентного підходу. Процесу безпосереднього визначення агрегованої оцінки ризику проекту передують ідентифікація найбільш значимих ризикоутворюючих факторів і формування дерева робіт проекту шляхом композиції піддерев робіт із проектів-аналогів. В основі запропонованого методу лежить оцінка ступені новизни робіт проекту по розробці компоненту нового зразку авіаційної техніки з застосуванням апарату нечіткої логіки.

Ключові слова: авіаційна техніка, ризикоутворюючі фактори, оцінка підсумкового ризику, прецедентний підхід, планування, теорія нечітких множин, ступінь новизни робіт.

METHOD OF THE AGGREGATED ESTIMATION OF RISK OF THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROJECT, CONSIDERING DEGREE OF NOVELTY OF WORKS

E.C. Yashina, L.M. Lutay

The problem of construction of a method of definition of the aggregated estimation of total risk of the scientific and technical project on creation of the new sample of aviation technics on the basis of the case approach is put and dares. To process of direct definition of the aggregated estimation of risk of the project precede identification of the most significant the factors forming risk and formation of a tree of works of the project by a composition subtrees works from projects-analogues. At the heart of an offered method the estimation of degree of novelty of works of the project on working out a component of the new sample of aviation technics with application of the device of indistinct logic lays.

Keywords: the aviation technics, the factors forming risk, an estimation of total risk, the case approach, planning, the theory of indistinct sets, degree of novelty of works.

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

Лутай Людмила Николаевна – аспірант кафедри інформаційних управляючих систем, Національний аерокосмічний університет ім. Н.Е. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна, e-mail: Lutay_L_N@mail.ru.