

УДК 658.52

Л.Н. ЛУТАЙ

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

## ОЦЕНКА РИСКА ПРОЕКТА ПО СОЗДАНИЮ НОВОГО ОБРАЗЦА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕЦЕДЕНТНОГО ПОДХОДА

*Ставится и решается задача практического применения разработанного метода определения агрегированной оценки итогового риска научно-технического проекта по созданию нового образца авиационной техники с использованием прецедентного подхода. Для практического применения разработанного метода определения оценки итогового риска разработана информационная технология, которая учитывает сложность и новизну проектов по созданию новых образцов летательных аппаратов. Определение оценки итогового риска проекта, по разработанному методу, осуществляется исходя из степени новизны работ проекта с применением теории нечетких множеств.*

**Ключевые слова:** *степень новизны работ, важность фактора риска, авиационный проект, факторы риска, планирование, практическое применение метода.*

### Введение

Многие решения в процессе планирования проектов по созданию новой техники принимаются в условиях риска, то есть при возможной опасности потерь материального, временного, финансового характера. Это связано с наличием различных неопределённостей, присутствующих на этапе планирования. Под неопределённостью понимаются процессы и явления, не поддающиеся анализу и измерению со сколь угодно большой точностью [1].

В качестве индикатора неопределённости часто выступает экономическая категория риска. В отличие от неопределённости, риск является измеримой величиной. Под риском понимается вероятность (угроза) потери части своих ресурсов, недополучения доходов или появления дополнительных расходов в результате осуществления проектной деятельности в условиях неопределённости [2]. В особенности риску подвержены сложные научно-технические авиационные проекты. Реализуемость таких проектов зависит от множества рискообразующих факторов, наиболее точный анализ и оценка которых, являются очень значимыми для менеджеров проекта.

Таким образом, оценка риска в процессе планирования сложных авиационных проектов является актуальной научно-прикладной задачей.

### 1. Постановка задачи исследования

В предыдущей работе [3] разработан усовершенствованный метод определения агрегированной оценки итогового риска научно-технического

проекта исходя из степени новизны работ по разработке компонент для нового образца авиационной техники.

Разработанный метод позволяет определять оценку итогового риска авиационного проекта, планирование которого осуществляется с использованием прецедентного подхода.

В основе метода лежит теория нечётких множеств с использованием экспертной информации, а также оценка степени новизны работ проекта по разработке компонент для нового образца авиационной техники.

Практическое применение разработанного метода позволит снизить негативное влияние рисков проекта и наиболее точно определять возможное увеличение стоимости научно-технического проекта из-за величины риска. Применение метода определения итогового риска научно-технического авиационного проекта на практике требует создания информационной технологии, так как оценка риска проекта такой сложности и масштабы, каким является проект по созданию нового образца летательного аппарата (ЛА), предполагает множество трудоёмких проектных действий.

**Целью данной статьи** является практическое применение усовершенствованного метода определения агрегированной оценки итогового риска научно-технического проекта исходя из степени новизны работ по разработке компонент для нового образца авиационной техники.

Расчет оценки риска конкретного авиационного проекта осуществляется с помощью разработанной информационной технологии, схема работы которой представлена на рис. 1.

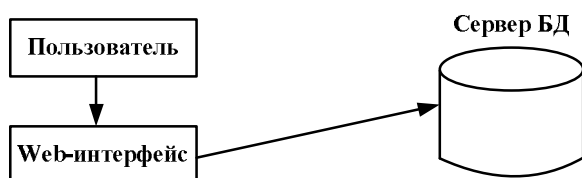


Рис. 1. Схема работы информационной технологии для расчёта оценки итогового риска проекта

## 2. Расчет агрегированной оценки итогового риска авиастроительного проекта, на основании степени новизны работ

Разработанная, в рамках данной работы, информационная технология и представленная в виде пакета прикладных программ, используя Web-доступ, позволяет рассчитать оценку итогового риска научно-технического проекта. Расчёт производится в зависимости от количества лингвистических переменных и их значений, заданных пользователем для оценки уровня риска фактора и важности фактора риска. База данных разработанной информационной технологии состоит из двух таблиц, в одной из которых, хранится перечень базовых групп факторов рисков и их внутригрупповые факторы, имеющие воздействие на определённый научно-технический авиастроительный проект. Вторая таблица содержит информацию о дереве работ рассматриваемого проекта.

Рассмотрим пример расчёта общего риска авиастроительного проекта по методу агрегированной оценки общего риска научно-технического проекта на основании степени новизны работ по проектированию компонент нового ЛА [3].

*Шаг 1.* В настоящий момент исчерпывающей и одновременно общепринятой классификации рисков еще не разработано. Это связано со спецификой каждого конкретного проекта. Кроме того, существует очень большое число различных проявлений рисков, при этом один и тот же вид риска может обозначаться разными терминами, а зачастую оказывается весьма сложным разграничить отдельные виды рисков [2].

В рамках данной работы был составлен перечень базовых групп рисков с выявлением внутригрупповых факторов при проектировании нового ЛА. Фрагмент перечня приведен в табл. 1 [4 – 9].

*Шаг 2.* На этапе композиции проекта по созданию ЛА было сформировано дерево работ нового проекта с использованием существующих стандартов и норматив [10 – 12]. Фрагмент дерева работ представлен в табл. 2.

*Шаг 3.* Выберем количество значений лингвистических переменных для оценки уровня риска и важности фактора риска равное 5 ( $k=5$ ):  $V_1$  – очень низкий,  $V_2$  – низкий,  $V_3$  – средний,  $V_4$  – высокий,  $V_5$  – очень высокий (табл. 3). Такое терм-множество значений является достаточно полным и вполне приемлемым [13 – 16].

Таблица 1

Фрагмент перечня базовых групп факторов рисков и их внутригрупповые факторы проекта

Номер фактора риска	Базовая группа риска (базовая группа рискообразующих факторов)	Внутригрупповой фактор риска
4	Социально-экономический риск	Инфляция, рост цен на обеспечивающие ресурсы
5	Социально-экономический риск	Колебания валютных курсов
11	Социально-экономический риск	Повышение тарифов на грузовые перевозки
13	Организационный риск	Ошибки планирования и проектирования
14	Организационный риск	Недостаток координации работ
17	Ресурсный риск	Нехватка материалов
20	Ресурсный риск	Поставка комплектующих недостаточного качества
21	Научно-технический риск	Недостижение запланированных технических параметров в ходе конструкторских и технологических разработок
24	Научно-технический риск	Недоверность прогнозной информации
26	Научно-технический риск	Несоответствие кадров профессиональным требованиям проекта
30	Производственно-технический риск	Сбои и поломки оборудования
35	Производственно-технический риск	Ошибки технологического процесса
37	Производственно-технический риск	Производственный брак
38	Финансово экономический риск	Превышение фактических затрат над запланированными
39	Финансово экономический риск	Несвоевременное финансирование

Ввод номеров значений лингвистических переменных

Таблица 2

Фрагмент дерева работ проекта

Код работы	Наименование работы	Содержание работы	Код группы работы по критерию степени новизны компонент	Расшифровка
2.5.1	Фюзеляж	Проектирование фюзеляжа	1	Группа работ, принадлежащих прототипу
2.5.1.1	Обшивка	Выбор материалов для обшивки	1	Группа работ, принадлежащих прототипу
2.5.1.4	Продольный силовой набор	Проектирование продольного силового набора	1	Группа работ, принадлежащих прототипу
2.5.2	Крыло	Проектирование крыла	2	Группа работ по адаптации компонент заимствованных из изделий не являющихся прототипом
2.5.2.1	Лонжероны	Проектирование лонжерон	2	Группа работ по адаптации компонент заимствованных из изделий не являющихся прототипом
2.5.2.2	Нервюры	Проектирование нервюр	2	Группа работ по адаптации компонент заимствованных из изделий не являющихся прототипом
2.5.2.3	Стрингеры	Проектирование стрингеров	2	Группа работ по адаптации компонент заимствованных из изделий не являющихся прототипом
2.5.3	Оперение горизонтальное и вертикальное	Проектирование оперения горизонтального и вертикального	3	Группа работ, связанная с проектированием новых компонент
2.5.3.5	Стыковые узлы	Выбор стыковых узлов	3	Группа работ, связанная с проектированием новых компонент
2.5.3.6	Руль высоты	Проектирование руля высоты	3	Группа работ, связанная с проектированием новых компонент
2.5.3.7	Руль направления	Проектирование руля направления	3	Группа работ, связанная с проектированием новых компонент

Таблица 3

Лингвистические переменные уровней риска и важности факторов риска

Номер значения лингвистической переменной	Значения лингвистических переменных, описывающих уровень (степень) риска фактора (r) и уровень важности фактора (s)	Обозначения	Нечёткое треугольное число N, отображающее значение лингвистической переменной
1	Очень низкий	он	<0; 0; 0,25>
2	Низкий	н	<0; 0,25; 0,5>
3	Средний	с	<0,25; 0,5; 0,75>
4	Высокий	в	<0,5; 0,75; 1,00>
5	Очень высокий	ов	<0,75; 1,00; 1,00>

Функции принадлежности значений  $V_f, f=1..k$  для обоих лингвистических переменных представляются выражениями [14]:

а) при  $f=1, V_1=<0; 0; 0,25>$ ;

$$\mu_{V_f}(u) = \begin{cases} 1 - 4 \cdot u; & 0 \leq u \leq 0,25; \\ 0; & 0,25 \leq u \leq 1; \end{cases} \quad (1)$$

б) при  $f=2,3,4, V_f = \langle \frac{(f-2)}{4}; \frac{(f-1)}{4}; \frac{f}{4} \rangle$ ;

$$\mu_{V_f}(u) = \begin{cases} 0; & u \leq \frac{(f-2)}{4}; \\ 4 \cdot u - (f-2); & \frac{(f-2)}{4} \leq u \leq \frac{(f-1)}{4}; \\ f - 4 \cdot u; & \frac{(f-1)}{4} \leq u \leq \frac{f}{4}; \\ 0; & \frac{f}{4} \leq u \leq 1,0; \end{cases} \quad (2)$$

в) при  $f=5, V_5=<0,75; 1,0; 1,0>$ ;

$$\mu_{V_f}(u) = \begin{cases} 0; & 0 \leq u \leq 0,75; \\ 4 \cdot u - 3; & 0,75 \leq u \leq 1,0. \end{cases} \quad (3)$$

Следует отметить, что функция принадлежности  $\mu_{V_f}(u)$  на некоторых интервалах универсального множества  $U$  принимает значение 0.

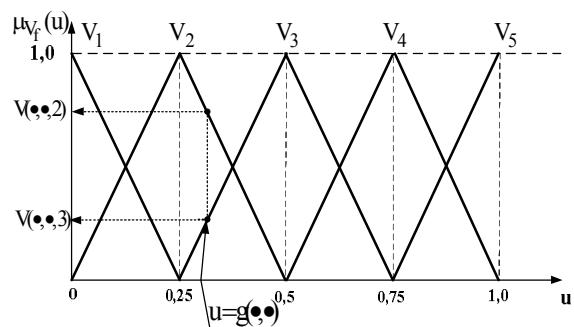


Рис. 2. Функция принадлежности значений  $V_f$  лингвистической переменной  $V$  на универсальном множестве  $U=[0;1]$

*Шаг 4.* Определяем важность фактора риска  $s_j^i$  в зависимости от степени новизны работ по проектированию компонент нового ЛА. Воздействие рисков, обусловленных рискообразующими факторами, на первую группу работ было оценено как очень низкое. Группа работ по адаптации компонент заимствованных из изделий не являющихся прототипом в наибольшей степени подвержена воздействию со-

циально-экономического риска, а также ресурсного и финансово-экономического рисков. Влияние организационного, научно-технического и производственно-технического рисков на третью группу работ будет наиболее значительным (табл. 4).

*Шаг 5.* Составляем табл. 5 для оценивания уровня риска каждого рискообразующего фактора  $r_j^i$  по всем работам проекта.

Таблица 4

Определение важности фактора риска  $s_j^i$  в зависимости от степени новизны работ по проектированию компонент нового ЛА

		Уникальные номера рискообразующих факторов (см. табл. 1)														
		4	5	11	13	14	17	20	21	24	26	30	35	37	38	39
Группы работ по критерию степени новизны компонент	Группа работ, принадлежащих прототипу	он	он	он	он	он	он	он	он	он	он	он	он	он	он	
	Группа работ по адаптации компонент заимствованных из изделий не являющихся прототипом	ов	в	в	н	н	с	с	он	он	он	с	н	н	в	в
	Группа работ, связанная с проектированием новых компонент	ов	в	с	в	в	с	с	в	в	с	с	в	н	с	с

$i$  – индекс базовой группы риска;

$j$  – индекс внутригруппового рискообразующего фактора  $i$ -го риска.

Таблица 5

Определение уровня риска фактора  $r_j^i$

		Уникальные номера факторов риска (см. табл. 1)														
		4	5	11	13	14	17	20	21	24	26	30	35	37	38	39
Номера значений лингвистической переменной уровня риска фактора $r_j^i$	1		+					+					+			
	2			+			+								+	
	3					+				+		+				
	4				+						+			+		+
	5	+								+						

*Шаг 6.* Проводим процедуру дефазификации и определяем при помощи центроидного метода все значения  $g(r, s)$  для всех возможных сочетаний пар  $r$  и  $s$  [3]:

$$g(r, s) = \frac{\int_a^c u \cdot \mu_{N_r \cdot N_s}(u) du}{\int_a^c \mu_{N_r \cdot N_s}(u) du} \quad (4)$$

Рассмотрим примеры расчётов центроидов.

Первый случай:

$r$  – средний уровень (степень) риска фактора;

$s$  – высокий уровень важности фактора риска;

$N_3 = \langle 0,25; 0,5; 0,75 \rangle$ ,  $N_4 = \langle 0,5; 0,75; 1,00 \rangle$ .

$N_3 \cdot N_4 = \langle 0,125; 0,375; 0,75 \rangle$ .

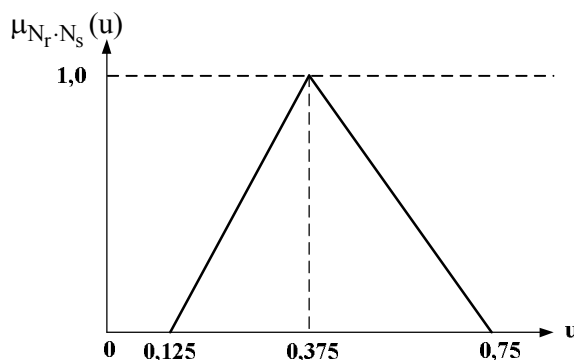


Рис. 3. Вид функции принадлежности  $\mu_{N_3 \cdot N_4}(u)$

По формуле (4) рассчитаем значения центроидов для заданных значений лингвистических переменных:

$$\begin{cases} 0,125 \cdot q_1 + k_1 = 0; \\ 0,375 \cdot q_1 + k_1 = 1; \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0,375 \cdot q_2 + k_2 = 1; \\ 0,75 \cdot q_2 + k_2 = 0; \end{cases}$$

$$k_1 = -0,125 \cdot q_1;$$

$$0,375 \cdot q_1 - 0,125 \cdot q_1 = 1;$$

$$0,125 \cdot q_1 = 1; q_1 = 4; k_1 = -0,5;$$

$$k_2 = -0,375 \cdot q_2; 0,75 \cdot q_2 - 0,375 \cdot q_2 + 1 = 0;$$

$$0,375 \cdot q_2 = -1; q_2 \approx -2,667 = 4; k_2 = 2;$$

$$g(N_3, N_4) = \frac{g^{r*} + g^s}{g^{r*} + g^s};$$

$$g^{r*} = \int_{0,125}^{0,375} x \cdot (4 \cdot x - 0,5) dx = \int_{0,125}^{0,375} 4 \cdot x^2 - 0,5 \cdot x dx =$$

$$= \frac{4}{3} \cdot x^3 - \frac{0,5}{2} \cdot x^2 \Big|_{0,125}^{0,375} \approx 0,0364;$$

$$g^s = \int_{0,375}^{0,75} x \cdot (-2,667 \cdot x + 2) dx =$$

$$= \int_{0,375}^{0,75} (-2,667 \cdot x^2 + 2 \cdot x) dx = -\frac{2,667}{3} \cdot x^3 + x^2 \Big|_{0,375}^{0,75} \approx$$

$$\approx 0,09438;$$

$$g^{r*} = \int_{0,125}^{0,375} 4 \cdot x - 0,5 dx = 2 \cdot x^2 - 0,5 \cdot x \Big|_{0,125}^{0,375} \approx 0,124625$$

$$g^s = \int_{0,375}^{0,75} (-2,667 \cdot x + 2) dx = -\frac{2,667}{2} \cdot x^2 + 2 \cdot x \Big|_{0,375}^{0,75} \approx$$

$$\approx 0,1875.$$

В результате расчетов получим:

$$g(3, 4) = \frac{0,0364 + 0,09438}{0,124635 + 0,1875} \approx 0,41899.$$

Второй случай:

г – очень низкий; s – низкий;  
 $N_1 = \langle 0; 0; 0,25 \rangle$ ,  $N_2 = \langle 0; 0,25; 0,5 \rangle$ .

$N_1 \cdot N_2 = \langle 0; 0; 0,125 \rangle$  (рис. 4).

В результате расчетов получим:

$$g(1, 2) = \frac{0,0026}{0,0625} \approx 0,0417.$$

Третий случай:

г – очень низкий; s – очень высокий;

$N_1 = \langle 0; 0; 0,25 \rangle$ ,  $N_5 = \langle 0,75; 1,00; 1,00 \rangle$ .

$N_1 \cdot N_5 = \langle 0; 0; 0,25 \rangle$  (рис. 5).

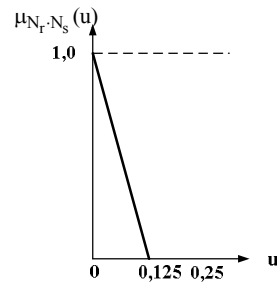


Рис. 4. Вид функции принадлежности  $\mu_{N_1 \cdot N_2}(u)$

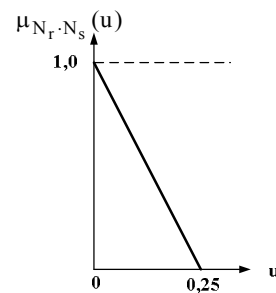


Рис. 5. Вид функции принадлежности  $\mu_{N_1 \cdot N_5}(u)$

В результате расчетов получим:

$$g(1, 5) = \frac{0,0104}{0,125} \approx 0,08336.$$

Полученные значения всех возможных значений центроидов приведены в табл. 6.

Далее составляем расчётную таблицу (табл. 7) с работами проекта и рискообразующими факторами, и заполняем её значениями уровней рисков факторов с учётом их важностей, определённых на основании степени новизны работ проекта,  $g_j^i(r_j^i, s_j^i)$  при помощи информации представленной в табл. 6.

**Шаг 7.** Информация, представленная в таблице 6 позволяет рассчитать H - нечёткую матрицу пересечений всех возможных значений уровней рисков факторов с учётом их важностей  $g(r, s)$  (всех элементов таблицы 6) с функциями принадлежности треугольных чисел  $\mu_{V_\varphi}(u)$  и  $\mu_{V_{\varphi+1}}(u)$  [3].

Таблица 6

Уровень риска фактора с учётом его важности  $g(r, s)$

		Уровень важности фактора, s				
		1	2	3	4	5
Уровень риска фактора, r	1	0,0208	0,0417	0,0625	0,0833	0,0833
	2	0,0417	0,0938	0,1667	0,2292	0,2500
	3	0,0625	0,1667	0,2917	0,4167	0,4792
	4	0,0833	0,2292	0,4167	0,6042	0,7083
	5	0,0833	0,2500	0,4792	0,7083	0,8542

Таблица 7

Уровни рисков факторов с учётом их важностей в зависимости от группы работ по критерию степени новизны компонент нового ЛА

Код работы	Содержание работы	4	5	11	13	14	17	20	21	24	26	30	35	37	38	39
2.5.1	Проектирование фюзеляжа	0.0833	0.0208	0.0417	0.0833	0.0625	0.0417	0.0208	0.0833	0.0625	0.0833	0.0625	0.0208	0.0833	0.0417	0.0833
2.5.1.1	Выбор материалов для обшивки	0.0833	0.0208	0.0417	0.0833	0.0625	0.0417	0.0208	0.0833	0.0625	0.0833	0.0625	0.0208	0.0833	0.0417	0.0833
2.5.1.4	Проектирование продольного силового набора	0.0833	0.0208	0.0417	0.0833	0.0625	0.0417	0.0208	0.0833	0.0625	0.0833	0.0625	0.0208	0.0833	0.0417	0.0833
2.5.2	Проектирование крыла	0.6875	0.0833	0.2292	0.2292	0.1667	0.1667	0.0625	0.0833	0.0625	0.0833	0.2917	0.0417	0.2292	0.2292	0.6042
2.5.2.1	Проектирование лонжерон	0.6875	0.0833	0.2292	0.2292	0.1667	0.1667	0.0625	0.0833	0.0625	0.0833	0.2917	0.0417	0.2292	0.2292	0.6042
2.5.2.2	Проектирование нервюр	0.6875	0.0833	0.2292	0.2292	0.1667	0.1667	0.0625	0.0833	0.0625	0.0833	0.2917	0.0417	0.2292	0.2292	0.6042
2.5.2.3	Проектирование стрингеров	0.6875	0.0833	0.2292	0.2292	0.1667	0.1667	0.0625	0.0833	0.0625	0.0833	0.2917	0.0417	0.2292	0.2292	0.6042
2.5.3	Проектирование оперения горизонтального и вертикального	0.6875	0.0833	0.1667	0.6042	0.4167	0.1667	0.0625	0.6250	0.4167	0.4167	0.2917	0.0833	0.2292	0.1667	0.4167
2.5.3.5	Выбор стыковых узлов	0.6875	0.0833	0.1667	0.6042	0.4167	0.1667	0.0625	0.6250	0.4167	0.4167	0.2917	0.0833	0.2292	0.1667	0.4167
2.5.3.6	Проектирование руля высоты	0.6875	0.0833	0.1667	0.6042	0.4167	0.1667	0.0625	0.6250	0.4167	0.4167	0.2917	0.0833	0.2292	0.1667	0.4167
2.5.3.7	Проектирование руля направления	0.6875	0.0833	0.1667	0.6042	0.4167	0.1667	0.0625	0.6250	0.4167	0.4167	0.2917	0.0833	0.2292	0.1667	0.4167

Полученные значения матрицы  $H$  используем для определения нечёткой матрицы пересечений уровней рисков факторов с учётом их важностей  $g_j^i(r_j^i, s_j^i)$  и функций принадлежности треугольных чисел по каждой из работ проекта (табл. 8).  $V_f$  - представляет собой значение пересечения уровня

риска фактора с учётом его важности  $g_j^i(r_j^i, s_j^i)$  по определённому рискообразующему фактору для конкретной работы проекта и функций принадлежности треугольных чисел  $\mu_{V_f}(u)$ .

*Шаг 8.* Получаем нечёткую оценку итогового риска с учётом всех факторов риска для каждой работы проекта (табл. 9) [3].

Таблица 8

Фрагмент нечёткой матрицы пересечений уровней рисков факторов с учётом их важностей и функций принадлежности треугольных чисел по каждой из работ проекта

Код работы	Содержание работы	Номер фактора риска	Внутригрупповой фактор риска	V1	V2	V3	V4	V5
2.5.1	Проектирование фюзеляжа	4	Инфляция, рост цен на обеспечивающие ресурсы	0.6667	0.3333	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1	Проектирование фюзеляжа	5	Колебания валютных курсов	0.9167	0.0833	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1	Проектирование фюзеляжа	11	Повышение тарифов на грузовые перевозки	0.8333	0.1667	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1	Проектирование фюзеляжа	13	Ошибки планирования и проектирования	0.6667	0.3333	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1	Проектирование фюзеляжа	14	Недостаток координации работ	0.7500	0.2500	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1	Проектирование фюзеляжа	17	Нехватка материалов	0.8333	0.1667	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1	Проектирование фюзеляжа	20	Поставка комплектующих недостаточного качества	0.9167	0.0833	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1	Проектирование фюзеляжа	21	Недостижение запланированных технических параметров в ходе конструкторских и технологических разработок	0.6667	0.3333	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1	Проектирование фюзеляжа	24	Недостоверность прогнозной информации	0.7500	0.2500	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1	Проектирование фюзеляжа	26	Несоответствие кадров профессиональным требованиям проекта	0.6667	0.3333	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1	Проектирование фюзеляжа	30	Сбои и поломки оборудования	0.7500	0.2500	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1	Проектирование фюзеляжа	35	Ошибки технологического процесса	0.9167	0.0833	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1	Проектирование фюзеляжа	37	Производственный брак	0.6667	0.3333	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1	Проектирование фюзеляжа	38	Превышение фактических затрат над запланированными	0.8333	0.1667	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1	Проектирование фюзеляжа	39	Несвоевременное финансирование	0.6667	0.3333	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1.1	Выбор материалов для обшивки	4	Инфляция, рост цен на обеспечивающие ресурсы	0.6667	0.3333	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1.1	Выбор материалов для обшивки	5	Колебания валютных курсов	0.9167	0.0833	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1.1	Выбор материалов для обшивки	11	Повышение тарифов на грузовые перевозки	0.8333	0.1667	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1.1	Выбор материалов для обшивки	13	Ошибки планирования и проектирования	0.6667	0.3333	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1.1	Выбор материалов для обшивки	14	Недостаток координации работ	0.7500	0.2500	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1.1	Выбор материалов для обшивки	17	Нехватка материалов	0.8333	0.1667	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1.1	Выбор материалов для обшивки	20	Поставка комплектующих недостаточного качества	0.9167	0.0833	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1.1	Выбор материалов для обшивки	21	Недостижение запланированных технических параметров в ходе конструкторских и технологических разработок	0.6667	0.3333	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1.1	Выбор материалов для обшивки	24	Недостоверность прогнозной информации	0.7500	0.2500	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1.1	Выбор материалов для обшивки	26	Несоответствие кадров профессиональным требованиям проекта	0.6667	0.3333	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1.1	Выбор материалов для обшивки	30	Сбои и поломки оборудования	0.7500	0.2500	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1.1	Выбор материалов для обшивки	35	Ошибки технологического процесса	0.9167	0.0833	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1.1	Выбор материалов для обшивки	37	Производственный брак	0.6667	0.3333	0.0000	0.0000	0.0000

Таблица 9

Нечёткая матрица оценивания по всем группам рисков для каждой работы проекта

Код работы	Содержание работы	V1	V2	V3	V4	V5
2.5.1	Проектирование фюзеляжа	11.5000	3.5000	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1.1	Выбор материалов для обшивки	11.5000	3.5000	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.1.4	Проектирование продольного силового набора	11.5000	3.5000	0.0000	0.0000	0.0000
2.5.2	Проектирование крыла	5.3333	7.5000	1.0000	1.1667	1.1111
2.5.2.1	Проектирование лонжерон	5.3333	7.5000	1.0000	1.1667	1.1111
2.5.2.2	Проектирование нервюр	5.3333	7.5000	1.0000	1.1667	1.1111
2.5.2.3	Проектирование стрингеров	5.3333	7.5000	1.0000	1.1667	1.1111
2.5.3	Проектирование оперения горизонтального и вертикального	3.1667	6.0000	4.1667	1.6667	2.5000
2.5.3.5	Выбор стыковых узлов	3.1667	6.0000	4.1667	1.6667	2.5000
2.5.3.6	Проектирование руля высоты	3.1667	6.0000	4.1667	1.6667	2.5000
2.5.3.7	Проектирование руля направления	3.1667	6.0000	4.1667	1.6667	2.5000

*Шаг 9.* Определяем агрегированную нечёткую оценку итогового риска с учётом совокупности всех факторов риска по всем работам проекта (табл. 10) [3].

Таблица 10

Агрегированная нечёткая оценка общего риска по совокупности всех факторов риска по всем работам проекта

V1	V2	V3	V4	V5
68.5000	64.5000	20.6667	11.3333	14.4444

*Шаг 10.* Рассчитываем окончательную агрегированную оценку итогового риска проекта по разработке нового ЛА [3]. В результате всех расчетов получаем окончательное значение итогового риска приблизительно равное 0,287 (рис. 6.).

Окончательная агрегированная оценка общего риска проекта по разработке нового ЛА: 0.28699690402477

Рис. 6. Фрагмент формы вывода оценки итогового риска авиастроительного проекта

## Заключение

В работе поставлена и решена задача практического применения разработанного усовершенствованного метода агрегированной оценки научно-технического проекта с учётом степени новизны работ по проектированию компонент летательного аппарата.

В рамках данной работы была разработана информационная технология и программный продукт (ПП). Усовершенствованный метод дал возможность автоматизировано учитывать риски проектов. Полученный ПП, разработан на языке сценариев RНР с использованием системы управления реляционными базами данных MySQL. Разработанное программное обеспечение является гибким и позволяет менять наборы рискообразующих факторов, изменять дерево работ проекта, а также работать с раз-

личным количеством значений лингвистических переменных для оценки уровня риска и важности фактора риска.

Разработанный ПП позволяет рассчитывать и оценивать риск конкретного авиастроительного проекта с учётом степени новизны работ по проектированию компонент летательного аппарата.

В результате проведённых расчетов была получена агрегированная оценка итогового риска авиастроительного проекта по совокупности выделенных рискообразующих факторов, что может привести к возможному увеличению стоимости проекта на 28,7%.

## Литература

1. Блюмин С.Л. *Модели и методы принятия решений в условиях неопределённости: моногр.* / С.Л. Блюмин, И.А. Шуйкова. – Липецк: ЛЭГИ, 2001. – 138 с.
2. Филлин С. *Неопределённость и риск. Место инновационного риска в классификации рисков* / С. Филлин // *Управление риском.* - 2000. - №4. - С. 25-30.
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. 153-158.
4. Розанова Е. *Управление рисками – начинаем и выигрываем [Электронный ресурс]* / Е. Розанова, материалы сайта: *Energy Consulting.* – Режим доступа: <http://www.ec-group.ru/press/press/detail.php?ID=247>.
5. *Методы оценки риска инновационных проектов [Электронный ресурс]* / материалы сайта: *Market journal.* – Режим доступа: <http://www.market-journal.com/ekonomikaupravljenija/58.html>.
6. Глухов В.В. *Экономика знаний: учеб. пособие для вузов* / В.В. Глухов, С.Б. Коробко, Т.В. Маринина. – СПб.: Питер, 2003. – 530 с.
7. *Отрасль: промышленные предприятия [Электронный ресурс]* / материалы сайта финансово-страхового консультанта: «Планета страхова-

ния». - Режим доступа: <http://www.i-planet.ru/index/corporate/departments/making/>.

8. Адамчук Н. Управление риском на предприятии и страхование / Н. Адамчук, Д. Алёшин // Управление риском. – 2001. – №1. – С. 32-39.

9. Цветкова Л. И. Методологические основы управления инвестиционными рисками / Л. И. Цветкова, В. В. Иванов // Управление риском. – 2004. – №4. – С. 55-63.

10. Ребрин Ю.И. Основы экономики и управления производством: конспект лекций / Ю.И. Ребрин; Таганрогский гос. радиотехнический ун-т. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. – 145 с.

11. Иванько А.Ф. Автоматизация проектирования систем и средств управления: учебное пособие / А.Ф. Иванько, М.А. Иванько, В.Г. Сидоренко, Г.Б. Фалк. – М.: Изд-во МГУП, 2001. – 148 с.

12. ГОСТ 15.101.98. Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ. – Взамен

ГОСТ 15.101–80; введ. 01.07.2000. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 11 с.

13. Nedosekin A. Fuzzy Financial management: monogr. / A. Nedosekin. – Moscow: AFA Library, 2003. – 184 с.

14. Демидов Б.А. Методический подход к оценке 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.

15. Секерин А. Б. Нечётко-множественная модель управления риском экономической деятельности / А.Б. Секерин, С.П. Строев, В.Д. Селютин // Управление риском. – 2008. – №2. – С. 28 – 35.

16. Курчеева Г.И. Анализ рисков малого предприятия с учётом состояния отрасли / Г.И. Курчеева, Л.Н. Стребкова // Управление риском. – 2007. – № 3. – С. 21-25.

Поступила в редакцию: 10.09.2010

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

## ОЦІНКА РИЗИКУ ПРОЕКТУ ПО СТВОРЕННЮ НОВОГО ЗРАЗКА АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ З ВИКОРИСТАТТЯМ ПРЕЦЕДЕНТНОГО ПІДХОДУ

*Л.М. Лутай*

Ставиться та вирішується задача практичного застосування розробленого методу визначення агрегованої оцінки підсумкового ризику науково-технічного проекту по створенню нового зразка авіаційної техніки з використанням прецедентного підходу. Для практичного застосування розробленого методу визначення оцінки підсумкового ризику розроблена інформаційна технологія, котра враховує складність і новизну проектів по створенню нових зразків літальних апаратів. Визначення оцінки підсумкового ризику проекту, за розробленим методом, здійснюється виходячи з новизни робіт проекту з використанням теорії нечітких множин.

**Ключові слова:** степінь новизни робіт, важливість фактору ризику, авіабудівний проект, фактори ризику, планування, практичне застосування методу.

## ESTIMATION OF RISK OF THE PROJECT ON CREATION OF THE NEW SAMPLE OF AVIATION TECHNICS WITH USE OF THE CASE APPROACH

*L.M. Lutay*

The problem of practical application of the developed 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 with use of the case approach is put and dares. The information technology which considers complexity and novelty of projects on creation of new samples of flying machines is developed for practical application of the developed method of definition of an estimation of total risk. Definition of an estimation of total risk of the project, on the developed method, is carried out proceeding from degree of novelty of works of the project with application of the theory of indistinct sets.

**Keywords:** degree of novelty of works, importance of a risk factor, the aviabuilding project, risk factors, planning, practical application of a method.

**Лутай Людмила Николаевна** – аспирант кафедры информационных управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: Lutay\_L\_N@mail.ru.