

УДК 004.891.2

Алгоритмическое обеспечение поддержки принятия решений по управлению рисками программных проектов*

Ю.П. ЕХЛАКОВ¹, Н.В. ПЕРМЯКОВА²

¹ 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, Томский государственный университет систем управления и радио-электроники, д.т.н., профессор, e-mail: upe@tusur.ru

² 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, Томский государственный университет систем управления и радио-электроники, аспирант, e-mail: pnv@tutma.tusur.ru

В статье рассматривается алгоритмическое обеспечение информационной системы поддержки принятия решения по управлению рисками программных проектов (ИСППР). Выделены задачи, решение которых должна обеспечить система: выделение и описание множества рисков и рискообразующих факторов, оказывающих критическое влияние на результаты программного проекта; качественное и количественное описание рискообразующих факторов; комплексная оценка проявления итогового риска проекта и выбор одной из возможных стратегий управления. Определены четыре категории рисков, возникающих при реализации программных проектов, предложена схема содержательного описания рисков и рискообразующих факторов и шкала их оценивания. Для комплексной оценки проявления итогового риска проекта и выбора одной из возможных стратегий управления использован алгоритм нечеткого вывода Мамдани. Для реализации алгоритма сформирована база правил нечеткой системы, определены функции принадлежности входных переменных. Приведены результаты расчетов по оценке рисков программы продвижения web-ориентированной геоинформационной технологии формирования и мониторинга электронного генерального плана предприятия. В статье дается интерпретация полученных результатов и предлагается сценарий по реагированию на них. Полученные результаты в практическом плане могут быть полезны менеджерам программных проектов малых ИТ-компаний.

Ключевые слова: оценка рисков, управление рисками программных проектов, рискообразующий фактор, качественное описание риска, количественное описание риска, категории рисков, метод нечеткой логики, алгоритм Мамдани

ВВЕДЕНИЕ

Разработка программного продукта (ПП) как рыночного товара имеет ряд следующих особенностей: программный продукт нематериален, его нельзя увидеть в процессе конструирования и, следовательно, оперативно повлиять на его реализацию; жизненный цикл ПП в существующих стандартах описан в общем виде и прямо не ориентирован на специфику конкретного продукта; программные продукты как результаты творческого труда не поддаются точному оцениванию, как по времени создания, так и по требуемому бюджету; потенциальные потребители не могут четко сформулировать требования к программным продуктам и не имеют четкого представления о технологии его использования в практической деятельности. В связи с этим только 35 % проектов завершились в срок, не превысили запланированный бюджет и реализовали все требуемые функции и возможности; 46 % проектов завершились с опозданием, расходы превысили запланированный бюджет, требуемые функции не были реа-

* Статья получена 24 февраля 2014 г.

лизированы в полном объеме; 19 % проектов были полностью неуспешны и не доведены до завершения [1]. Все это позволяет отнести деятельность по управлению процессами разработки ПП к высокорискованному бизнесу. Поэтому для коллектива разработчиков, планирующего выйти на рынок, вопросы принятия решений по выбору одной из возможных стратегий управления рисками (*принятие, уклонение, передача, снижение*) на всех этапах жизненного цикла программного проекта (*инициализации, разработки, продвижения, внедрения*) являются ключевыми.

В настоящее время на рынке существует достаточное количество профессиональных программных продуктов как по управлению проектами (с включением модуля управления рисками): Microsoft Project, Suretrak Primavera Systems, Spider Project Lite, Primavera Project Planner, Primavera Project Planner Enterprise, Open Plan Professional, Spider Project Professional, Scitor Project Scheduler, так и специализированных пакетов по управлению рисками «Анализ безопасности», «Управление рисками», «Уязвимость». Вместе с тем коммерческая стоимость этих программных комплексов практически недоступна малым ИТ-компаниям, доля услуг которых на рынке разработки тиражного ПП составляет порядка 26 %. Очевидно, что этим компаниям целесообразно разрабатывать собственные информационные системы поддержки принятия решения (ИСППР) по управлению рисками, учитывающие как специфику создаваемых ПП, так и истории неудач компаний при разработке и продвижении ПП. С учетом проведенного анализа и требований стандарта РМВОК [2–4] ИСППР должны обеспечить решение следующих задач по управлению рисками ИТ-компаний:

- 1) выделение и описание множества рисков и рискообразующих факторов, оказывающих критическое влияние на результаты программного проекта;
- 2) качественное и количественное описание рискообразующих факторов;
- 3) комплексная оценка проявления итогового риска проекта и выбор одной из возможных стратегий управления.

В данной статье описывается алгоритмическое обеспечение ИСППР, основанное на алгоритме нечеткого вывода Мамдани. Основными этапами алгоритма являются: выбор множества входных и выходных лингвистических переменных, формирование базы правил системы нечеткого вывода, фаззификация входных параметров, агрегирование, активизация подусловий в нечетких правилах продукций, аккумуляция, дефаззификация [5].

1. ВЫДЕЛЕНИЕ И ОПИСАНИЕ МНОЖЕСТВА РИСКОВ И РИСКООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ

Под *риском* проекта понимается событие или условие, которое может произойти либо не произойти в будущем и оказать негативное влияние на цели проекта как совокупности желаемых результатов, достигнутых командой проекта при его успешной реализации. При определении количественных оценок *желаемого результата программного проекта* можно воспользоваться правилом «железного треугольника» [2, 3]: в проекте должен быть реализован заданный функционал, необходимо выполнить его в нормативный срок и не превышать плановый бюджет. Учитывая явную логическую взаимосвязь между целями проекта и возможными рисками, можно предположить, что при разработке программного проекта могут возникнуть четыре типа (категории) рисков: *срыв плановых сроков программного проекта; превышение бюджета программного проекта; критические отклонения по выполнению функциональных требований к ПП; критическое отклонение по показателям качества ПП.*

Появление каждого из рисков возможно при наличии причин (процессов или явлений), способствующих его возникновению и поясняющих, почему наступление риска неизбежно. Такие явления принято называть *рискообразующими факторами* [1].

В [5] на основе обобщения литературы приведено множество рискообразующих факторов, свойственных программным проектам, без их относительного распределения по этапам ЖЦ ПП. Очевидно, что приведенный перечень рискообразующих факторов не претендует на абсолютную корректность и полноту. Вместе с тем эти сведения будут полезны менеджерам проектов при первичном отборе факторов, влияющих на результаты конкретного проекта.

Содержательное описание каждого фактора проводится по схеме: «условия возникновения → последствия проявления → влияние на результат» (табл. 1).

Таблица 1

Описание рискообразующих факторов

Факторы	Условие	Последствия	Воздействие на цели
1. Изменение нормативного регулирования бизнес-процессов у потенциальных потребителей	Принятие законов по регулированию бизнес-процессов в области применения ПП	Необходимость доработок функционала ПП	Увеличение бюджета проекта
2. Появление новых аналогичных продуктов	Выход на рынок новых аналогичных продуктов	Усиление конкуренции	Сокращение объемов продаж
3. Отсутствие у команды проекта необходимого опыта по продвижению ПП	Ошибки при реализации проекта	Необходимость доработок проекта	Срыв сроков разработки. Увеличение бюджета проекта Сокращение объемов продаж
4. Ошибки выбора каналов и инструментов коммуникаций	Снижение необходимого уровня информирования целевой аудитории	Несоответствие плановых и фактических показателей результативности программы продвижения	Сокращение объемов продаж

**2. КАЧЕСТВЕННОЕ И КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПИСАНИЕ
РИСКООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ**

Для проведения количественной оценки и анализа влияния фактора на результаты программного проекта необходимо определить вероятность проявления фактора и уровень негативных последствий от него (ущерба, убытков, потерь). Учитывая высокую степень неопределенности, описание рискообразующих факторов целесообразно проводить в качественных шкалах, а для их количественной интерпретации использовать интервальные оценки (табл. 2). Оценки вероятности и воздействий в виде процентов отклонения от целевых показателей проекта должны быть проведены по каждому из целевых результатов.

Таблица 2

Количественное оценивание рискообразующих факторов

Показатели	Шкалы				
Вероятность наступления фактора	Маловероятно	Возможно	Вероятно	Очень вероятно	
	< 0,3	0,2–0,6	0,4–0,8	> 0,7	
Возможные потери в объемах продаж, увеличение бюджета проекта	Незначительные	Умеренные	Критичные	Катастрофические	
	Потери менее 15 %	Потери от 10 до 40 %	Потери от 35 % и менее 70 %	Потери более 65 %	
Степень воздействия фактора	Низкая	Ниже среднего	Средняя	Умеренно высокая	Высокая
	0–3	1–5	3–7	5–9	7–10

3. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПРОЯВЛЕНИЯ ИТОГОВОГО РИСКА ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА И ВЫБОР ОДНОЙ ИЗ ВОЗМОЖНЫХ СТРАТЕГИЙ УПРАВЛЕНИЯ

Отсутствие точных статистических оценок первичных рискообразующих факторов, наличие факторов, оценка которых существует только в качественной, либо в интервальной категории, привлечение для оценки факторов экспертов объективно требуют использование для решения данной задачи математического аппарата теории нечеткой логики [7]. Примеры применения нечеткой логики в задачах принятия решений рассмотрены в [8, 9]. Рассмотрим нечеткую систему поддержки принятия решений по выбору стратегии управления рисками на примере реализации программы продвижения на рынок web-ориентированной геоинформационной технологии формирования и мониторинга электронного генерального плана инженерной инфраструктуры [10]. В качестве целевых сегментов рынка выбраны предприятия металлургии и нефтехимии, где разработчики уже имели опыт внедрения подобных ПП. Стоимость ПП определяется исходя из рыночного окружения и не может превышать стоимости аналогичных программных продуктов, представленных на рынке. Согласно маркетинговой цели программы продвижения заданы объемы продаж и бюджет программы. Требуется оценить риски реализации программы продвижения программных продуктов в выделенных сегментах рынка и выбрать одну из возможных стратегий по управлению рисками.

ЭТАП 1. ИДЕНТИФИКАЦИЯ РИСКООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ

В качестве входных лингвистических переменных модели экспертами из множества рискообразующих факторов, приведенных в [6], были выбраны и описаны следующие первичные факторы, влияющие на процессы продвижения ПП: изменение нормативного регулирования бизнес-процессов у потенциальных потребителей (x_1), колебания курса валют (x_2), появление на рынке новых аналогичных продуктов (x_3), пиратское распространение копий ПП (x_4), несоответствие функциональных характеристик ПП потребностям потребителей (x_5), недостаточные навыки владения исполнителями информационными технологиями продвижения (x_6), ошибочный выбор целевого сегмента (x_7), ошибки в расчетах трудоемкости и финансовых затрат на разработку и продвижение (x_8), ошибки при выборе потребительских предпочтений (x_9), ошибки выбора каналов и инструментов коммуникаций (x_{10}), недостаточная проработка коммуникационных сообщений (x_{11}). Фрагмент описания рискообразующих факторов представлен в табл. 1.

ЭТАП 2. КАЧЕСТВЕННАЯ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РИСКООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ

В соответствии с табл. 2 при задании лингвистических переменных, характеризующих факторы риска, использовались следующие терм-множества:

– для характеристики вероятности наступления – $T1 = \{\text{Маловероятно (1), Возможно (2), Вероятно (3), Очень вероятно (4)}\}$;

– для характеристики силы воздействия фактора на итоговый риск – $T2 = \{\text{Незначительная (1), Умеренная (2), Критическая (3), Катастрофическая (4)}\}$.

В табл. 3 представлены экспертные оценки вероятности наступления первичных факторов и силы их воздействия на итоговый риск.

Таблица 3

Оценка первичных рискообразующих факторов

Фактор	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
Вероятность наступления	1	3	1	1	1	3
Сила воздействия фактора	2	3	3	3	2	3
Фактор	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	
Вероятность наступления	1	3	2	2	3	
Сила воздействия фактора	4	2	1	2	2	

ЭТАП 3. ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА РИСКА ПРОГРАММЫ ПРОДВИЖЕНИЯ
И ВЫБОР СТРАТЕГИИ РЕАГИРОВАНИЯ

Для определения степени воздействия факторов на итоговый риск продвижения продукта при задании лингвистической переменной «Степень воздействия фактора на итоговый риск» будем использовать терм-множество $T3 = \{\text{Низкая}(1), \text{Ниже среднего}(2), \text{Средняя}(3), \text{Умеренно высокая}(4), \text{Высокая}(5)\}$.

В табл. 4 представлена матрица соответствий возможности проявления первичного фактора и силы его воздействия на итоговый риск.

Таблица 4

Матрица нечетких правил

Сила воздействия фактора	Катастрофическая	Средняя	Умеренно высокая	Умеренно высокая	Высокая
	Критичная	Ниже среднего	Средняя	Средняя	Высокая
	Умеренная	Ниже среднего	Ниже среднего	Средняя	Умеренно высокая
	Незначительная	Низкая	Низкая	Ниже среднего	Средняя
Степень влияния фактора на итоговый риск		Маловероятная	Возможная	Вероятная	Очень вероятная
		Возможность реализации фактора			

Интерпретация последствий наступления первичных факторов и возможные убытки (снижение объема продаж и увеличение бюджета программы), выполненная на основании табл. 1 и оценок экспертов, представлена в табл. 5. Здесь и далее представление неполных данных не снижает наглядности приведенного примера. Авторы статьи по требованию могут представить все расчетные данные.

Таблица 5

Последствия наступления факторов риска

Фактор	Степень влияния фактора риска	Снижение объема продаж, %	Увеличение бюджета, %
		Незначительное	Незначительное
x_1	Низкая	Незначительное	Незначительное
	Средняя	Незначительное	Незначительное
	Высокая	Умеренное	Незначительное
x_{11}	Низкая	Незначительное	Незначительное
	Средняя	Незначительное	Незначительное
	Высокая	Умеренное	Незначительное

Для описания выходных переменных «Снижение объема продаж» и «Увеличение бюджета программы» будем использовать терм-множество $T4 = \{\text{Незначительное (1), Умеренное (2), Критичное (3), Катастрофическое (4)}\}$.

В табл. 6 отражена предложенная экспертами зависимость способов реагирования на риск от степени влияния риска на объем продаж и бюджет программы.

Таблица 6

Выбор способа реагирования на риск					
Снижение объема продаж	Увеличение бюджета				
		1	2	3	4
	1	Принятие	Принятие	Снижение	Уклонение
	2	Снижение	Снижение	Уклонение	Уклонение
	3	Снижение	Уклонение	Уклонение	Передача
	4	Уклонение	Уклонение	Передача	Передача

Для оценки степени влияния рискообразующих факторов на итоговый риск возможного снижения объема продаж и увеличения бюджета программы на основании данных табл. 4 и 5 сформированы две базы правил нечеткого вывода в виде:

ЕСЛИ посылка a_i [и/или посылка a_j], **ТО** заключение b_k .

Фрагменты базы правил представлены в табл. 7.

Таблица 7

Нечеткие правила модели (фрагмент)

Посылка	Заключение
«возможность реализации фактора x_i » <i>маловероятна</i> и «сила воздействия фактора x_i » <i>критичная</i>	степень влияния фактора на итоговый риск – <i>ниже среднего</i>
«возможность реализации фактора x_i » <i>очень вероятна</i> и «сила воздействия фактора x_i » <i>катастрофическая</i>	степень влияния фактора на итоговый риск – <i>высокая</i>
«степень влияния x_1 » <i>низкая</i>	увеличение бюджета программы <i>незначительное</i>
«степень влияния x_3 » <i>высокая</i>	снижение объема продаж <i>критичное</i> .

На этапе *фазификации* были получены функции принадлежности для входных и выходных переменных нечеткой модели. Для описания терм-множеств $T1$, $T2$, $T4$ использовались – Z-гармонический сплайн, Гауссова функция, S-гармонический сплайн (рис. 1). Для терм-множества $T3$ использовались треугольные функции (рис. 1).

На этапе *агрегации* для всех правил модели (табл. 7) были вычислены истинностные значения предпосылок. В данном примере это минимум из всех возможных значений соответствующих функций принадлежности (*min-конъюнкция*). Для получения значения выходной нечеткой переменной в алгоритме использовался минимизирующий логический вывод (*min-активизация*).

На этапе *аккумуляции* по проведенным на предыдущем шаге вычислениям получены нечеткие множества для выходных переменных – «степень воздействия рискообразующих факторов на итоговый риск» (рис. 2), «снижение объема продаж», «увеличение бюджета программы» (рис. 3).

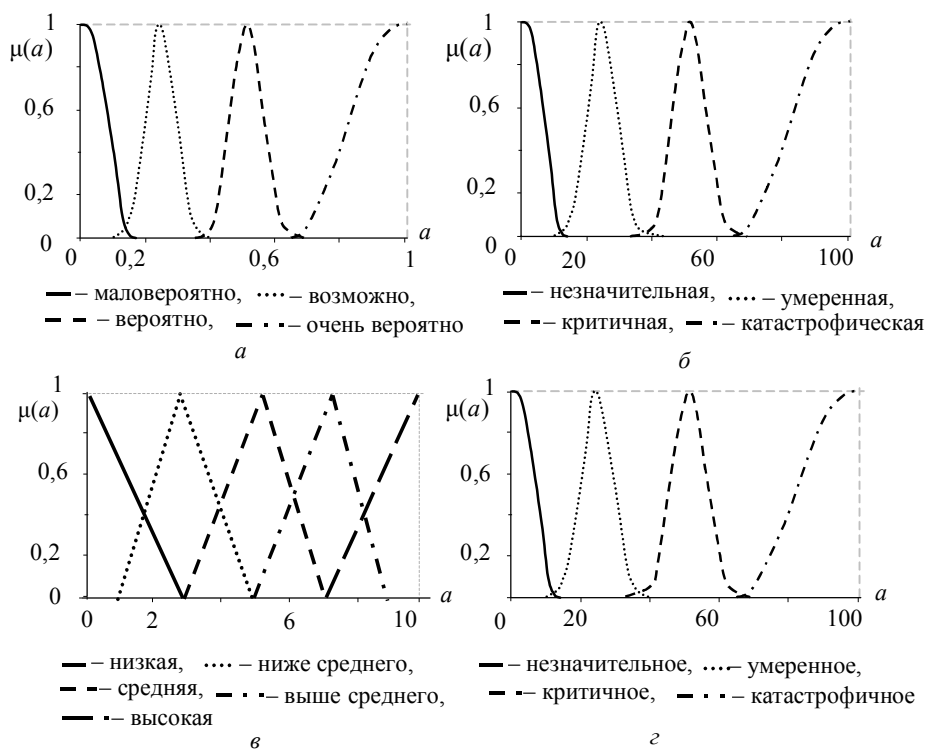


Рис. 1. Функции принадлежности терм-множеств модели:

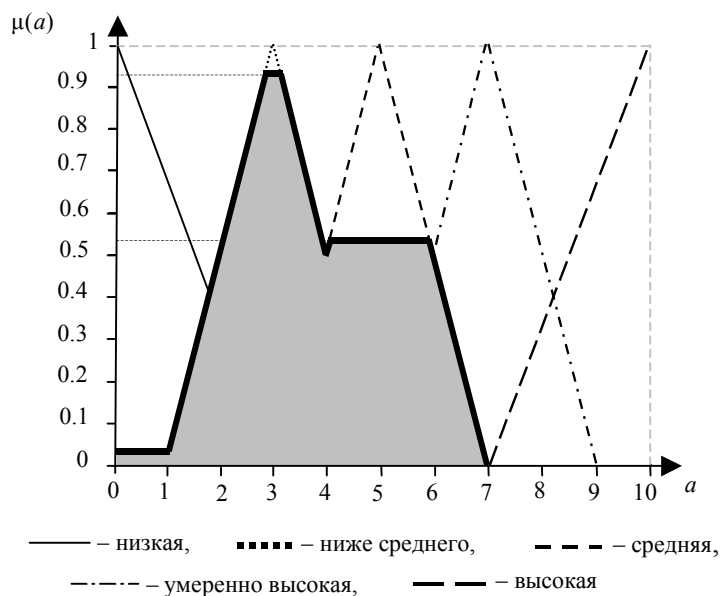
 $a - T1, б - T2, в - T3, г - T4$ 

Рис. 2. Функция принадлежности нечеткой переменной «Степень воздействия рискообразующих факторов на итоговый риск»

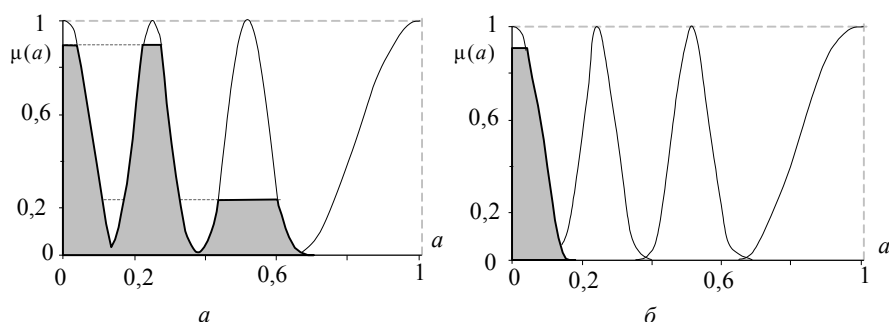


Рис. 3. Функции принадлежности выходных переменных:

a – снижение объема продаж; b – увеличение бюджета

Выполнение этапа *дефаззификации* предполагает использование метода центра тяжести для получения численных оценок выходных переменных [5]. Для перехода от качественных категорий описания и оценки к количественным значениям будем использовать 10-балльную шкалу.

Результаты расчетов показали, что:

- степень воздействия рискообразующих факторов на итоговый риск программы продвижения близка к средней и равна 3.817. Пренебрегать зависимостью такой силы воздействия не следует, и в дальнейшем рекомендуется исследовать степень влияния выделенных факторов на отдельные мероприятия программы;

- снижение объема продаж может быть оценено как («умеренное») и равно 0.246. Следует ожидать, что при наступлении риска объем продаж может уменьшиться на 25 %;

- увеличение бюджета программы может быть оценено как («незначительное») и равно 0.045. Бюджет программы продвижения может потребовать увеличения всего на 5 %.

В целом по результатам расчетов, следуя рекомендациям экспертов по управлению рисками (табл. 6), можно порекомендовать руководителям программного проекта принять стратегию снижения риска.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты в практическом плане полезны руководителям малых ИТ-компаний, а также маркетологам при решении задач продвижения на промышленные рынки новых товаров. Использование математического аппарата нечеткой логики позволяет экспертам работать с переменными, описания которых существуют только в интервальном виде (в качественных категориях) без перехода к средним значениям или к рангам. Построенная модель не чувствительна к количеству входных данных – при увеличении/уменьшении количества рискообразующих факторов соответственно увеличивается/уменьшается количество правил вывода, логика модели при этом не меняется. Полученные результаты положены в основу разработки специализированной информационной системы поддержки принятия решения по управлению рисками программных проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Авдошин С.М., Песоцкая Е.Ю. Информатизация бизнеса. Управление рисками. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 176 с.
- [2] Де Марко Т., Листер Т. Вальсируя с медведями: управление рисками в проектах по разработке программного обеспечения. – М.: p.m.Office, 2005. – 196 с.
- [3] Липаев В.В. Анализ и сокращение рисков проектов сложных программных средств. – М.: СИНТЕГ, 2003. – 224 с.
- [4] SWEBOK: Руководство к своду знаний по программной инженерии [Электронный ресурс]. – [2004]. – URL: http://swobok.sorlik.ru/software_engineering.html#_3 (дата обращения: 20.01.2014).

- [5] Алгоритм Мамдани в системах нечеткого вывода [Электронный ресурс] – URL: <http://habrahabr.ru/post/113020/> (дата обращения: 01.12.2013).
- [6] Ехлаков Ю.П. Классификация и описание рискообразующих факторов при создании программных продуктов / Ю.П. Ехлаков // Докл. ТУСУРа. – 2013. – № 3 (29). – С. 142–147. – URL: <http://www.tusur.ru/filearchive/reports-magazine/2013-29-3/124.pdf>.
- [7] Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее роль в принятии приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 168 с.
- [8] Борисов А.Н., Алексеев А.В., Меркурьева Г.В. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
- [9] Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. – М.: Телеком, 2006. – 383 с.
- [10] Ехлаков Ю.П., Гриценко Ю.Б., Жуковский О.И. Автоматизация технологий формирования и мониторинга электронного генерального плана инженерной инфраструктуры // Докл. ТУСУРа. – 2013. – № 1 (27). – С. 100–106. – URL: <http://www.tusur.ru/filearchive/reports-magazine/2013-27-1/100.pdf>.

Ехлаков Юрий Поликарпович, доктор технических наук, профессор кафедры автоматизации обработки информации Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. Основное направление научных исследований – информационные технологии поддержки принятия решений в организационно-экономических и производственных системах. Имеет более 90 публикаций. E-mail: upe@tusur.ru

Пермякова Наталья Викторовна, аспирант кафедры автоматизации обработки информации. Основное направление научных исследований – нечеткие системы принятия решений. Имеет публикации в виде 2-х учебных пособий по курсам «Информатика» и «Программирование». E-mail: pnv@muma.tusur.ru

*Algorithmic support of making decisions on software project risk management**

Iu.P. EKHLAKOV¹, N.V. PERMYAKOVA²

¹ Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 40, Lenina Prospect, Tomsk, 634050, Russian Federation, D.Sc.(Eng.), professor, e-mail: upe@tusur.ru

² Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 40, Lenina Prospect, Tomsk, 634050, Russian Federation, post-graduate student, e-mail: pnv@muma.tusur.ru

The article discusses an algorithmic support of the information decision-making system for risk management of software projects. The problems to be solved by the system, namely, the selection and description of risks and risk-forming factors that have a critical impact on the results of a software project, a qualitative and quantitative description of the risk-forming factors; a comprehensive assessment of the final risk of the project and the choice of one possible management strategies have been revealed. Four categories of risks arising in the implementation of software projects have been defined. A scheme of conceptual description of risks and risk-forming factors as well as their evaluation scale are proposed. Mamdani's fuzzy inference algorithm is used to carry out an integrated assessment of final manifestations of the project risk and to choose one of the possible management strategies. To implement the algorithm a set of fuzzy system rules is generated. Membership functions of input variables are defined. The paper presents the results of calculations of the risk associated with promoting a web-oriented geoinformation technology for making and monitoring an general electronic enterprise plan. The authors give their interpretation of the results obtained and propose some recommendations on responding to risks. The results can be used by project managers of small IT-companies.

Keywords: risk assessment, risk management of software projects, risk-contributing factor, a qualitative description of risk, risk quantification, risk categories, the method of fuzzy logic, Mamdani's algorithm

REFERENCES

- [1] Avdoshin C.M., Pesotskaia E.Iu. *Informatizatsiia biznesa. Upravlenie riskami*. [Informatization business. Risk management]. Moscow, DMK Press Publ., 2011. 176 p.
- [2] Demarco T., Lister T. *Waltzing with Bears: Managing Risk on Software Projects*. Dorset House Publ., 2003. 208 p. (Russ ed.: De Marko T., Lister T. *Val'siruja s medvedjami: upravlenie riskami v proektah po razrabotke programmnoo obe-spechenija*. Moscow, p.m.Office Publ., 2005. 196 p.).
- [3] Lipaev V.V. *Analiz i sokrashhenie riskov proektov slozhnykh programmykh sredstv*. [Analysis and risk reduction projects of the complex software]. Moscow, SINTEG Publ., 2003. 224 p.
- [4] *SWEBOK: Rukovodstvo k svodu znanii po programmnoi inzhenerii* [Guide to the body of knowledge on software engineering / SWEBOK]. Available at: URL: http://swebok.sorlik.ru/software_engineering.html#_3 (Accessed 20 January 2014).

* Manuscript received February 24, 2014.

- [5] *Algoritm Mamdani v sistemakh nechetkogo vyvoda* [Mamdani's algorithm of fuzzy inference systems]. Available at: <http://habrahabr.ru/post/113020/> (Accessed on December 1, 2013).
- [6] Ekhlakov Iu. P. Klassifikatsiia i opisanie riskoobrazuiushchikh faktorov pri sozdanii programmnykh produktov [Classification and description of forming factors in creating software] *Doklady TUSURa* [Proc. of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics], 2013. no 3 (29), pp. 142-147.
- [7] Zade L. *Poniatie lingvisticheskoi peremnoi i ee rol' v priniatii priblizhen-nykh reshenii* [Concept of linguistic variable and its application to the adoption of approximate solutions]. Moscow, Mir Publ., 1976. 168 p.
- [8] Borisov A.N., Alekseev A.V., Merkur'eva G.V. Obrabotka nechetkoj informacii v sistemah prinjatija reshenij. [Handling fuzzy information in decision-making systems]. Moscow, Radio i svjaz' Publ., 1989. 304 p.
- [9] Rutkovskaja D., Pilin'skij M., Rutkovskij L. Nejronnye seti, geneticheskie algoritmy i nechetkie sistemy [Neural networks, genetic algorithms and fuzzy systems.] Moscow, Telekom Publ., 2006. 383 p.
- [10] Ekhlakov Iu.P., Gritsenko Iu.B., Zhukovskii O.I. Avtomatizatsiia tekhnologii formirovaniia i monitoringa elektron-nogo general'nogo plana inzhenernoi infrastruktury [Automation of the technology formation and monitoring electronic master plan of the engineering infrastructure]. *Doklady TUSURa* [Proceedings of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics], 2013. no. 1, pp. 100-106.