

УДК 681.3

А.И. Таганов**МЕТОДИКА АНАЛИЗА И СОКРАЩЕНИЯ РИСКОВ
ПРОЕКТОВ СЛОЖНЫХ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ
ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ КАЧЕСТВА**

Рассматриваются вопросы построения инженерной методики анализа и сокращения рисков проектов программных систем по характеристикам качества, а также вопросы формализации процедур принятия решений по рискам в условиях нечеткости.

Ключевые слова: *риск проекта, методика, анализ рисков, сокращение рисков.*

Введение. Практика инженерии программных систем (ПС) свидетельствует, что программные проекты являются достаточно сложными объектами в техническом и организационном выполнении. В жизненном цикле проектов сложных ПС присутствуют многочисленные факторы неопределенности и связанные с этим риски, приводящие на практике к «провалам» проектов или их неполному завершению по запланированным параметрам качества. Указанное обстоятельство характеризуется объективным явлением - наличием рисков в проекте сложных ПС, и для повышения результативности проектов необходимо рисками управлять.

В таблице приведены характеристики и результаты сравнения известных и широко используемых в инженерной практике методов управления рисками проектов сложных ПС [1-3]:

- метод PMBOK (Project management body of knowledge) – Институт управления проектами (Project Management Institute) США;

- метод PJM (Project Management Method) - Корпорация Oracle;

- метод SEI (Software Engineering Institute) - Институт программной инженерии США;

- метод Riskit (The Riskit Method for Software Risk Management) - Университет Мэриленда (США);

- метод SPMN (Software Program Managers Network) - Сеть управления программами создания программного обеспечения США;

- метод MSF (Microsoft Solutions Framework) - Корпорация Microsoft.

Из таблицы следует, что Riskit и SEI являются наиболее развитыми методами поддержки проектных и управленческих решений по временным, техническим и ресурсным рискам программных проектов. При этом все указанные методы не поддерживают рисков характеристик качества программных проектов. Из анализа также следует, что поддержка

нечеткой рискованной информации формальными методами не обеспечивается полностью ни одним из существующих методов.

Характеристика методов управления рисками программных проектов

Наименование характеристики	PMBOK	SEI	Riskit	PJM	SPMN	MSF
Поддержка формальных моделей	+/-	+/-	+	-	-	+/-
Поддержка средств автоматизации	-	+	+	-	-	+
Поддержка временных рисков	+	+	+	+	+	+
Поддержка ресурсных рисков	+	+	+	+	+	+
Поддержка технических рисков	+/-	+	+/-	-	+/-	+/-
Поддержка рисков качества	-	-	-	-	-	-
Поддержка процесса идентификации рисков	+	+	+	+/-	+	+/-
Поддержка процесса анализа рисков	+	+	+	+/-	-	+/-
Поддержка процесса планирования и мониторинга рисков	+	+	+	+/-	-	+/-
Наличие информационной базы по рискам	-	+	+	+	+	-
Поддержка формальных методов в условиях нечеткости	-	+/-	+/-	-	-	-
обозначения: + - полностью; +/- частично; - отсутствие поддержки						

Характеристики качества ПС [1-3] и риски объектов и процессов ПС обычно тесно связаны, на них влияют подобные факторы, которые с разных сторон отражаются в свойствах систем или комплексов программ. Показатели качества преимущественно отражают положительный эффект от применения ПС, и основная задача разработчиков проекта состоит в обеспечении высоких значений качества.

Поэтому актуальной задачей и целью проводимых исследований является разработка и развитие формальных моделей, методов и алгоритмов в составе современной методики анализа и сокращения рисков качества проектов сложных ПС в условиях нечеткости проектных данных.

1. Этапы методики анализа и сокращения рисков проектов программных систем по характеристикам качества. Проведенные системные исследования современных моделей и методов управления рисками программных проектов (PMBOK, PJM, SEI, Riskit, MSF и др. [1-4,8-11]) определили следующую синтезированную последовательность выполнения этапов предлагаемой и далее формализуемой методики анализа и сокращения рисков качества проектов сложных программных систем.

1-й этап. Подготовка исходных данных для анализа и сокращения рисков качества проекта ПС включает:

- описание системы, внешней среды и программной системы;
- определение целей, назначения и функций проекта ПС;
- разработку предварительных требований к функциональной пригодности и характеристикам качества проекта ПС;
- формирование группы экспертов (менеджеров по рискам) для анализа угроз и управления рисками качества.

2-й этап. Выделение, идентификация, анализ угроз и рисков качества проекта ПС:

- выделение источников и угроз нарушения требований по характеристикам качества и ограничений ресурсов, определение критериев работоспособности проекта ПС;
- отбор и идентификация основных угроз и рисков качества проекта ПС;
- анализ причин, выделение категорий угроз и возможных последствий появления рисков функциональной пригодности проекта ПС;
- анализ причин, выделение категорий угроз и возможных последствий проявления рисков качества проекта ПС;
- анализ причин, выделение категорий угроз и возможных последствий рисков ограничения доступных ресурсов проекта ПС.

3-й этап. Оценивание опасности угроз и рисков качества и выбор контрмер для их сокращения включают:

- оценивание возможных последствий, уровней потенциальных опасностей угроз и приоритетов категории рисков качества проекта ПС;
- выделение и упорядочение группы наиболее опасных, высокоприоритетных рисков качества проекта ПС;
- планирование методов и ресурсов реализации контрмер для сокращения опасных, приоритетных рисков качества проекта ПС;
- распределение ресурсов на контрмеры для сбалансированного сокращения интегрального риска качества проекта ПС;
- распределение ответственности специалистов за реализацию сокращения опасных рисков качества проекта ПС.

4-й этап. Сокращение или ликвидация опасных рисков качества проекта ПС включают:

- реализацию контрмер для сокращения интегрального риска качества и составление отчетов о состоянии проекта;
- корректировку требований к функциональной пригодности, характеристикам качества и ограничениям ресурсов проекта ПС;
- регистрацию результатов сокращения интегрального риска качества на очередном этапе проекта ПС.

5-й этап. Контроль, регистрация, мониторинг и утверждение допустимого интегрального риска качества проекта ПС включают:

- контроль, отслеживание и мониторинг реализации сокращения интегрального риска качества по этапам проекта ПС;
- мониторинг состояния проекта и интегрального риска качества по этапам жизненного цикла ПС;
- документирование и утверждение допустимого интегрального риска качества по этапам жизненного цикла проекта ПС;
- оформление итоговых данных по результатам сокращения рисков качества проекта ПС.

2. Разработка формальных методов анализа и сокращения рисков проектов программных систем по характеристикам качества. Формальные модели, методы и алгоритмы поддержки этапов методики анализа и сокращения рисков качества проектов ПС разработаны и представлены здесь для случаев, когда по этапам жизненного цикла (ЖЦ) проекта имеет место лингвистическая неопределенность, связанная с использованием профессионального языка для описания проектных решений. Эта неопределенность вызвана необходимостью разработчикам ПС оперировать конечным числом лексем (слов)

и ограниченным числом лексических структур (выражений) для описания разнообразных ситуаций, возникающих при разработке проектных решений. В связи с этим для разработки моделей, методов и алгоритмов анализа и сокращения рисков качества программных проектов предложены и исследованы новые подходы [3,4,8-11,15-17], основанные на использовании моделей и методов теории нечетких множеств и прикладных методов, обеспечивающих идентификацию и разрешение лингвистической неопределенности по этапам ЖЦ программного проекта.

2.1. Выполнение этапа подготовки исходных данных для анализа и управления рисками. Идентификация, предварительный анализ причин и последствий рисков проекта реализуются на практике известными методами системного анализа предметной области проекта, системного моделирования и анализа требований к проекту с использованием метода мозгового штурма, метода Дельфи, построения дерева решений и других методов [1-4,8].

2.2. Выполнение этапа анализа рисков. Для поддержки формальными методами этапа выделения, идентификации и анализа рисков качества проекта ПС разработаны ряд алгоритмов [8,9], которые основаны на нечетких методах обработки экспертной рискованной информации и ориентированы на решение двух задач:

- задачи 1, связанной с определением вектора условных степеней влияния идентифицированных рисков проекта на обобщенный (интегральный) критерий качества проекта ПС;

- задачи 2, связанной с определением оптимального состава рисков качества проекта для выполнения следующего этапа мониторинга и сокращения рисков проекта.

Первая задача фактически связана с формализацией и согласованием субъективных мнений менеджеров проекта по результатам идентификации рисков, по результатам анализа рисков и по согласованной оценке возможной степени влияния последствий (угроз) рисков на обобщенный критерий качества проекта ПС.

Область определения такой задачи здесь представлена кортежем [3,4]:

$$\langle R(t), H(t), f_s, P_s, G(t), W(R(t)), D \rangle, \quad (1)$$

где $R(t)$ - множество идентифицированных рисков проекта на момент времени t ; $H(t)$ - модель характеристик качества ПС, которая также может изменяться по этапам проекта; f_s - отображение $R(t)$ в $H(t)$, определяющее оценки влияния последствий $R(t)$ на характеристики качества; P_s - структура предпочтений специалистов (экспертов) по рискам; $G(t)$ - граф связности рисков качества проекта ПС; $W(R(t))$ - искомый вектор степеней влияния последствий $R(t)$ на обобщен-

ный критерий качества проекта ПС; D - набор разработанных алгоритмов, позволяющий в зависимости от вида рискованной информации определить адекватный вектор $W(R(t))$.

Для решения задачи в постановке (1) разработаны и исследованы следующие оригинальные алгоритмы из набора D [3,8,9]:

- алгоритм $D1$ позволяет определять (по стадиям ЖЦ проекта ПС) вектор $W(R(t))$ на основе следующих исходных данных: модель $H(t)$ задана множеством независимых характеристик качества проекта ПС; $R(t)$ содержит множество независимых рисков; f_s и P_s представлены экспертным способом на основе количественных оценок;

- алгоритм $D2$ отличается от $D1$ тем, что экспертные оценки специалистов по рискам заданы вербальным способом;

- алгоритм $D3$ отличается от $D1$ и $D2$ тем, что модель $H(t)$ представлена деревом характеристик качества проекта ПС [4];

- алгоритм $D4$ позволяет на основе данных, полученных при использовании одного из $D1, D2, D3$, учитывать дополнительную однозначную связность рисков $R(t)$ по стадиям жизненного цикла проекта ПС;

- алгоритм $D5$ в отличие от $D4$ дополнительно учитывает субъективную связность рисков $R(t)$ по стадиям жизненного цикла проекта ПС.

В основу оригинального построения алгоритмов $D1, D2, D3, D4, D5$ положены прикладные методы теории нечетких множеств, метод анализа иерархий и многокритериальные модели принятия решений в условиях неопределенности [3-7,8,9,13].

Вторая задача, связанная с определением оптимального состава $W^*(R(t)) \in W(R(t))$ рисков качества проекта ПС или выделением и упорядочением группы наиболее опасных и высокоприоритетных рисков качества проекта ПС, имеет следующую область определения [4,9]:

$$\langle R(t), W(R(t)), Pr(t), U \rangle, \quad (2)$$

где $W(R(t))$ - заданный вектор степеней влияния последствий потенциальных рисков событий на обобщенный критерий качества проекта ПС; $Pr(t)$ - структура предпочтений экспертов по ресурсам проекта, которая ставит в соответствие каждому рисковому событию из $R(t)$ требуемые ресурсы на управление каждым риском; U - набор разработанных алгоритмов, позволяющий выбрать оптимизированный состав контролируемых рисков проекта $W^*(R(t))$ с учетом заданной стратегии выбора.

В работах [3,4,9] исследованы два подхода к решению задачи (2), т.е. к определению $W^*(R(t))$:

- подход 1 связан с разработкой алгоритма

U1 для решения задачи в постановке (2) в условиях нечеткости и отсутствия жестких ресурсных ограничений на управление рисками качества проекта ПС;

- подход 2 отражает разработку алгоритма U2, отличающегося от U1 наличием заданных предпочтений экспертов по ресурсам проекта.

Построение разработанных алгоритмов U1 и U2 основывается на использовании положений теории нечетких множеств и методов многокритериального выбора альтернатив в условиях неопределенности [5-7,9].

Определенный оптимизированный состав контролируемых рисков качества проекта ПС $W^*(R(t))$ передается далее на следующий этап процесса анализа и сокращения рисков проекта.

2.3. Выполнение этапа сокращения рисков проекта. Этап процесса сокращения рисков проекта связан с решением двух задач:

1) идентификации по ходу проекта рисков ситуаций проекта;

2) определения для каждого выявленного риска адекватной альтернативы реагирования и сокращения риска.

Область определения первой задачи задана кортежем вида [3,4]:

$$\langle S, w(t), f, h, Ps(t), Z \rangle, \quad (3)$$

где $S = \{s_1, s_2, \dots, s_N\}$ - набор эталонных рисков ситуаций проекта, представленных в библиотеке; $w(t)$ - текущая рисковая ситуация проекта; f - отображение $w(t)$ в S , характеризующее степень их соответствия; h - порог достоверности нечеткого соответствия эталонной и текущей ситуации проекта; $Ps(t)$ - структура предпочтений экспертов по рискам; Z - набор разработанных алгоритмов, позволяющий определять соответствие текущей ситуации проекта $w(t)$ (с некоторым порогом достоверности нечеткого соответствия h) ситуациям из набора эталонных ситуаций S . Решение задачи в постановке (3) представлено в [11] и основывается на использовании и развитии расплывчатых ситуационных моделей принятия решений [8,14].

Задача определения оптимальной альтернативы реагирования на идентифицированное рисковое событие представлена кортежем [3,4]:

$$\langle A(R_i), R_i, G, P_a, V \rangle, \quad (4)$$

где $A(R_i) = \{A_1(R_i), \dots, A_p(R_i)\}$ - множество альтернатив реагирования на идентифицированное рисковое событие R_i ; G - отображение $A(R_i)$ на R_i ; P_a - структура предпочтений экспертов по рискам; V - набор разработанных алгоритмов, позволяющий определить оптимальную (рациональную) альтернативу реагиро-

вания A_i на идентифицированное рисковое событие R_i согласно P_a .

В зависимости от числа привлекаемых экспертов по рискам и способа задания отношения предпочтения мнений каждого из них в работе [10] исследованы следующие подходы к разработке алгоритмов V :

- подход 1 связан с разработкой алгоритма $V1$, который позволяет определять оптимальную альтернативу реагирования на R_i в случае привлечения одного специалиста по рискам;

- подход 2 связан с разработкой алгоритма $V2$, который в отличие от $V1$ применяется в случае привлечения группы менеджеров по рискам с весовыми коэффициентами важности мнений каждого из них;

- подход 3 связан с разработкой алгоритма $V3$, который в отличие от $V1$ применяется в случае привлечения группы менеджеров по рискам при заданном отношении предпочтения важности мнений каждого из них.

Структура и отличительные характеристики разработанных алгоритмов $V1$, $V2$ и $V3$ представлены в [10,15] и основываются на положениях и формализмах теории нечетких множеств и методах математической теории принятия решений.

Таким образом, разработанные формальные модели, методы и алгоритмы решения трудноформализуемых задач в постановках (1)-(4) обеспечивают (см. таблицу) поддержку основных этапов предложенной методики анализа и сокращения рисков качества проектов сложных программных систем в условиях нечеткости проектных данных.

2.4. Реализация инструментальных средств поддержки этапов анализа и сокращения рисков качества проектов программных систем. Рассмотренные выше формальные модели, методы и алгоритмы послужили основой для разработки специальных инструментальных средств «Риск ППИ» [15], обеспечивающих автоинтерактивный режим поддержки этапов анализа и сокращения рисков качества программных проектов. Экспериментальные исследования и опытная эксплуатация программного комплекса «Риск ППИ» на реальных программных проектах показали корректность разработанных теоретических результатов и получение положительного эффекта в инженерной практике. При этом показатели результативности и эффективности комплекса «Риск ППИ» свидетельствуют о следующем:

1) наблюдается повышение результативности работы менеджеров по рискам за счет автоматизированной переработки рискованной инфор-

мации в удобную форму (для принятия необходимых проектных решений) посредством использования базы данных по рискам и соответствующего программного интерфейса, ориентированных на сопровождение пользователей по решаемым задачам в соответствии с методикой анализа и сокращения рисков качества программного проекта;

2) имеет место интенсификация и улучшение условий труда менеджеров, повышение ответственности и оперативности в принимаемых проектных решениях, снижение субъективности решений по рискам качества;

3) происходит увеличение объема перерабатываемой (анализируемой) рискованной информации в программных проектах в среднем в 1.5 - 2 раза, при этом наблюдается сокращение числа пропущенных рисков качества проектов в среднем от 20 до 40 процентов [15].

Заключение. Таким образом, на основе проведенного системного исследования разработана формализованная методика анализа и сокращения рисков проектов сложных программных систем по характеристикам качества в условиях нечеткости проектных данных. Методика позволяет на практике расширить функциональные границы известных методов управления рисками программных проектов в направлении дополнительного возможного управления рисками качества в условиях лингвистической неопределенности.

Разработанные в составе указанной методики нечеткие модели, методы и алгоритмы [3,4,9-11,15] позволяют на формализованном уровне решать ряд важных проектных и управленческих задач:

1) по нечеткой идентификации рискованных событий программного проекта по характеристикам качества и определению вектора степеней влияния потенциальных рискованных событий на критерии качества проекта;

2) нечеткому анализу рисков качества проекта в условиях лингвистической неопределенности (нечеткости) проектных решений с учетом многоуровневого представления модели характеристик качества по стадиям жизненного цикла проекта ПС;

3) нечеткому планированию оптимизированного состава рисков проекта для этапа мониторинга с учетом однозначной и субъективной связности потенциальных рисков качества по стадиям ЖЦ программного проекта;

4) мониторингу и сокращению рисков качества проекта на основе принципов нечеткого ситуационного управления и методов нечеткого отношения предпочтения.

Развитие разработанных формальных моделей, методов и алгоритмов анализа и сокращения рисков качества программных проектов в условиях нечеткости сопряжено с дальнейшим исследованием перспектив эффективного применения нечеткой логики [16], нечетких сетей Петри [17], гибридных и бионических методов (нечетких нейронных сетей, генетических алгоритмов) и др. [4,12,13].

Библиографический список

1. Фатрелл Р.Т., Шафер Д.Ф., Шафер Л.И. Управление программными проектами: достижение оптимального качества при минимальных затратах: пер. с англ. - М.: Вильямс, 2003. 1136 с.

2. Лунаев В.В. Анализ и сокращение рисков проектов сложных программных средств. - М.: СИНТЕГ, 2005. - 224 с.

3. Корячко В.П., Таганов А.И. Программный метод управления рисками качества проекта информационной системы // Научно-технический журнал «Известия Белорусской инженерной академии». Выпуск 1(17)/4, 2004. - С. 168-179.

4. Формальные методы поддержки процесса управления рисками качества проекта: учеб. пособие / А.И. Таганов, Р.А. Таганов; под ред. В.П. Корячко. Рязань: РГРТА, 2003. - 76 с.

5. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. - М.: Мир, 1976. - 165 с.

6. Борисов А.Н., Алексеев А.В., Меркурьева Г.В. и др. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. - М.: Радио и связь, 1989. - 304 с.

7. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. - М.: Наука, 1981. - 270 с.

8. Таганов А.И., Таганов Р.А. Методологические основы методов идентификации рискованных событий проекта // Научно-технический журнал «Вестник РГРТА». Рязань: РГРТА, 2003. Вып. 12. - С. 70-77.

9. Таганов А.И. Применение нечетких множеств для формализации процессов анализа и идентификации важности рисков программного проекта // Научно-технический журнал «Системы управления и информационные технологии». - Москва-Воронеж. Выпуск №4(30), 2007. - С. 46-51.

10. Таганов А.И., Таганов Р.А. Метод определения оптимальной альтернативы реагирования на этапе мониторинга рисков проекта // Научно-технический журнал «Вестник РГРТА». - Рязань: РГРТА, 2003. Вып. 11. - С. 115-118.

11. Таганов А.И., Таганов Р.А. Применение нечетких ситуационных моделей для идентификации рисков программного проекта // Научно-технический журнал «Системы управления и информационные технологии». - Москва-Воронеж. № 4.2(30), 2007. - С. 297- 303.

12. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. - 719 с.

13. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений.

- СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 416 с.

14. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. - М: Наука, 1990. - 272 с.

15. Таганов А.И., Таганов Р.А. Разработка инструментальных средств поддержки процессов управления рисками качества программного проекта // Научно-технический журнал «Вестник РГРТА». - Рязань: РГРТА, 2003. Вып. 13. С.52-57.

16. Везенов В.И., Таганов А.И., Таганов Р.А. Применение процедуры нечеткого вывода для

анализа рисков программного проекта // Научно-технический журнал «Системы управления и информационные технологии». - Москва-Воронеж. № (24), 2006. - С. 34-39.

17. Таганов А.И. Представление правил нечетких продукций в нечеткой системе анализа и сокращения рисков проекта на основе нечетких сетей Петри // Научно-технический журнал «Системы управления и информационные технологии». - Москва-Воронеж. № 4(38), 2009. - С. 46-51.