

А. И. Таганов

**ОСНОВЫ  
ИДЕНТИФИКАЦИИ,  
АНАЛИЗА И МОНИТОРИНГА  
ПРОЕКТНЫХ РИСКОВ  
КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ  
ИЗДЕЛИЙ В УСЛОВИЯХ  
НЕЧЕТКОСТИ**

Москва  

---

Горячая линия - Телеком  
2012

УДК 681.3.07  
ББК 32.973.26  
Т13

Рецензент: кафедра САПР ВС РГРТУ (зав. кафедрой Заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор техн. наук, профессор *В. П. Корячко*)

**Таганов А. И.**

**Т13** Основы идентификации, анализа и мониторинга проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 224 с.: ил.

**ISBN 978-5-9912-0282-4.**

Рассмотрены методы и алгоритмы идентификации, анализа и мониторинга проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости, а также приведены методические аспекты построения баз знаний по проектным рискам программного проекта. Рассмотрена современная методика анализа и сокращения проектных рисков по характеристикам качества программных изделий. Приведена классификация задач поддержки принятия решений по проектным рискам в условиях нечеткости. Обоснованы к применению ряд формальных методов и алгоритмов для автоматизации процесса анализа проектных рисков качества программных изделий (ПИ), которые позволяют также оптимизировать и состав контролируемых проектных рисков по стадиям жизненного цикла программного проекта. Рассмотрен метод формализации и автоматизации процесса мониторинга проектных рисков качества ПИ, ориентированный на программное определение (идентификацию) по ходу проекта текущих рисков ситуаций с выбором рациональной альтернативы смягчения рисков. Изложена современная методика построения базы знаний по проектным рискам качества программного проекта. На формальном уровне рассмотрены модели и методы нечеткой лингвистической аппроксимации в интеллектуальной технологии сокращения проектных рисков качества, а также процедуры настройки нечетких баз знаний по проектным рискам. Приведено описание специальных инструментальных средств, предназначенных для поддержки процессов идентификации, анализа и мониторинга проектных рисков качества программных изделий.

Для специалистов, будет полезна аспирантам и студентам.

**ББК 32.973.26**

*Адрес издательства в Интернет [www.techbook.ru](http://www.techbook.ru)*

ISBN 978-5-9912-0282-4

© А. И. Таганов, 2012

© Издательство «Горячая линия – Телеком», 2012

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	8
Глава 1. АСПЕКТЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ, АНАЛИЗА И МОНИТОРИНГА ПРОЕКТНЫХ РИСКОВ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ ИЗДЕЛИЙ .....	9
1.1. Проблемы анализа и сокращения проектных рисков сложных программных изделий .....	9
1.2. Модели характеристик качества программных изделий.....	11
1.2.1. Эталонная модель качества программных изделий .....	11
1.2.2. Требования к качеству программных изделий .....	13
1.2.3. Модель внешнего и внутреннего качества.....	17
1.2.4. Модель эксплуатационного качества .....	22
1.3. Модели и регламенты управления проектными рисками программных изделий .....	23
1.3.1. Стандартизация управления рисками проекта программных изделий.....	24
1.3.2. Анализ моделей сокращения проектных рисков программных изделий.....	25
1.4. Концепция современной методики сокращения проектных рисков качества программных изделий .....	28
1.4.1. Подготовка исходных данных для сокращения проектных рисков качества .....	30
1.4.2. Идентификация проектных рисков качества .....	31
1.4.3. Оценивание опасности угроз рисков проекта.....	33
1.4.4. Сокращение проектных рисков качества .....	33
1.4.5. Контроль и мониторинг проектных рисков .....	35
1.5. Классификация задач поддержки принятия решений по проектным рискам качества.....	36
Глава 2. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОЕКТНЫХ РИСКОВ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ ИЗДЕЛИЙ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕТКОСТИ.....	40
2.1. Основные задачи процесса идентификации проектных рисков качества .....	40
2.1.1. Исходная информация для процесса идентификации проектных рисков .....	40
2.1.2. Инструменты и методы идентификации проектных рисков .....	41
2.1.3. Выходы процесса идентификации проектных рисков .....	42
2.2. Графический метод идентификации рисков событий проекта .....	43
2.2.1. Прямой структурно-символьный способ представления графических моделей проектных рисков .....	44

2.2.2. Лингвистический способ представления алфавита базовых графических моделей проектных рисков .....	45
2.2.3. Программный способ представления алфавита графических моделей проектных рисков .....	48
2.2.4. Программно-лингвистический способ представления алфавита графических моделей проектных рисков.....	50
2.3. Идентификация проектных рисков методами автоматической классификации .....	52
2.3.1. Теоретический анализ задачи кластеризации проектных рисков .....	52
2.3.2. Выбор метода решения задачи .....	54
2.3.3. Решение задачи методом нечетких с-средних .....	56
2.4. Идентификация рискованных ситуаций проекта методами нечеткого вывода .....	58
2.4.1. Теоретический анализ проблемы .....	58
2.4.2. Методы нечеткого вывода для системы идентификации и анализа проектных рисков.....	62
2.5. Идентификация и анализ проектных рисков с использованием нечетких сетей Петри .....	66
2.5.1. Анализ проблемы .....	66
2.5.2. Правила представления правил нечетких продукций на основе нечетких сетей Петри.....	67
2.5.3. Представление правил нечетких продукций в системе идентификации и анализа рисков проекта .....	68
<b>Глава 3. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРОЕКТНЫХ РИСКОВ КАЧЕСТВА В УСЛОВИЯХ НЕЧЕТКОСТИ .....</b>	<b>74</b>
3.1. Задачи и этапы анализа проектных рисков .....	74
3.1.1. Контекст процесса качественного анализа проектных рисков .....	74
3.1.2. Входы процесса качественного анализа проектных рисков .....	75
3.1.3. Методы выполнения качественного анализа проектных рисков .....	75
3.1.4. Выходы процесса качественного анализа проектных рисков .....	77
3.1.5. Контекст процесса количественного анализа проектных рисков .....	77
3.1.6. Входы процесса количественного анализа проектных рисков .....	78
3.1.7. Методы выполнения количественного анализа проектных рисков .....	78
3.1.8. Выходы процесса количественного анализа проектных рисков .....	79

3.2. Методы определения вектора влияния рисков на качество программного изделия .....	79
3.2.1. Контекст задачи определения вектора влияния последствий проектных рисков.....	79
3.3. Метод <i>D1</i> определения вектора влияния проектных рисков на критерий качества.....	81
3.3.1. Формализация подхода к решению задачи .....	81
3.3.2. Прямые методы решения задачи.....	82
3.3.3. Косвенные методы решения задачи.....	82
3.3.4. Решение задачи методом <i>D1</i> на примере .....	85
3.4. Метод <i>D2</i> определения вектора влияния проектных рисков на критерий качества.....	87
3.4.1. Формализация подхода к решению задачи .....	87
3.4.2. Решение задачи методом <i>D2</i> на примере .....	89
3.5. Метод <i>D3</i> определения вектора влияния проектных рисков на критерий качества .....	91
3.5.1. Формализация подхода к решению задачи .....	91
3.5.2. Решение задачи методом <i>D3</i> на примере .....	99
3.6. Методы <i>D4</i> и <i>D5</i> определения вектора влияния проектных рисков на критерий качества.....	104
3.6.1. Формализация подхода к решению задачи .....	104
3.6.2. Метод <i>D4</i> формализации решения задачи при однозначной связности проектных рисков .....	106
3.6.3. Метод <i>D5</i> формализации решения задачи при субъективной связности рисков проекта.....	108
3.6.4. Решение задачи методом <i>D4</i> на примере .....	112
3.7. Выбор оптимальной совокупности контролируемых проектных рисков .....	115
3.7.1. Контекст и постановка задачи.....	115
3.7.2. Решение задачи при отсутствии ресурсных ограничений проекта.....	115
3.7.3. Решение задачи при наличии ресурсных ограничений.....	116
3.7.4. Пример решения задачи выбора оптимальной совокупности контролируемых проектных рисков.....	118
<b>Глава 4. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ПРОЕКТНЫХ РИСКОВ КАЧЕСТВА В УСЛОВИЯХ НЕЧЕТКОСТИ .....</b>	<b>120</b>
4.1. Контекст процесса планирования реагирования на проектные риски .....	120
4.1.1. Входы процесса планирования реагирования на проектные риски .....	120
4.1.2. Стратегии процесса планирования реагирования на проектные риски .....	121
4.1.3. Выходы процесса планирования реагирования на проектные риски .....	123

4.2. Контекст процесса мониторинга и смягчения проектных рисков .....	124
4.2.1. Входы процесса мониторинга и смягчения проектных рисков .....	124
4.2.2. Методы выполнения процесса мониторинга проектных рисков .....	125
4.2.3. Выходы процесса мониторинга и смягчения проектных рисков .....	125
4.3. Задачи процессов планирования и мониторинга проектных рисков.....	126
4.4. Метод решения задачи идентификации ситуаций возникновения рисковых событий .....	128
4.4.1. Контекст формализации задачи .....	128
4.4.2. Нечеткая ситуация как способ формализации состояния проекта.....	128
4.4.3. Нечеткое включение ситуаций как способ определения возникновения рисковых событий.....	129
4.4.4. Нечеткое равенство ситуаций как способ определения возникновения рисковых событий.....	137
4.4.5. Решение задачи мониторинга на примере.....	141
4.5. Методы решения задачи выбора оптимальной альтернативы реагирования на проектные риски.....	143
4.5.1. Контекст методов решения задачи .....	143
4.5.2. Метод решения задачи в случае использования мнения одного эксперта.....	144
4.5.3. Решение задачи на практическом примере .....	145
4.5.4. Решение задачи для случая группы экспертов .....	146
4.5.5. Решение задачи на практическом примере .....	147
4.5.6. Решение задачи для случая группы экспертов с нечетким отношением предпочтения .....	149
4.5.7. Решение задачи на практическом примере .....	150
<b>Глава 5. МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ БАЗЫ ЗНАНИЙ ПО ПРОЕКТНЫМ РИСКАМ КАЧЕСТВА .....</b>	<b>152</b>
5.1. Методика нечеткой лингвистической аппроксимации в интеллектуальной технологии идентификации и анализа проектных рисков качества.....	152
5.1.1. Лингвистические правила и принципы в принятии решений по проектным рискам .....	152
5.1.2. Формализация исходной информации по проектным рискам.....	154
5.1.3. Идентификация проектных рисков с дискретным выходом.....	160
5.1.4. Идентификация проектного риска с непрерывным выходом.....	163

5.1.5. Применение композиционного правила вывода по проектным рискам .....	165
5.1.6. Идентификация иерархических рисков проекта .....	170
5.2. Методика настройки нечетких баз знаний по проектным рискам .....	177
5.2.1. Задачи настройки нечетких баз знаний по проектным рискам качества .....	178
5.2.2. Настройка параметрических функций принадлежности .....	182
<b>Глава 6. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ, МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ, АНАЛИЗА И МОНИТОРИНГА ПРОЕКТНЫХ РИСКОВ КАЧЕСТВА .....</b>	<b>188</b>
6.1. Состав программного комплекса «Риск-ППИ» .....	188
6.2. Интерфейс программного комплекса «Риск-ППИ» .....	192
6.2.1. Архитектура программного комплекса .....	192
6.2.2. Структура базы данных рисков информации .....	193
6.2.3. Интерфейс программного комплекса «Риск-ППИ» .....	195
6.3. Вспомогательные модули .....	212
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>215</b>
Термины .....	216
Сокращения .....	217
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>218</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Важным направлением развития современных процессно-ориентированных технологий проектирования и управления проектированием программных изделий (ПИ) является расширение их функциональных возможностей в части повышения качества ПИ и снижения проектных рисков качества программных проектов. При этом решение проблемы снижения проектных рисков качества ПИ связано, прежде всего, с необходимостью формализации и автоматизации процессов идентификации, анализа, планирования и мониторинга проектных рисков качества ПИ в условиях нечеткости проектных данных.

Проектные риски сложных программных изделий являются объективным явлением, связанным со многими видами неопределенности и нечеткости, имеющими место на различных этапах выполнения программного проекта (ПП) и оказывающими влияние на процессы принятия проектных и управленческих решений. Строгое регламентирование самих процессов проектирования и процессов управления проектированием, а также использование в проектировании интегрированных CASE-технологий, основанных на автоматизированных принципах создания программных изделий, способствует снижению энтропии программных проектов, и соответственно уменьшает проектные риски.

Решение обозначенной проблемы по формализации процессов управления проектными рисками качества ПИ невозможно без применения новых информационных технологий, составной частью которых являются интеллектуальные методы и средства обработки проектной информации. К последним методам следует отнести методы теории нечетких множеств, позволяющие на модельном уровне рассмотреть трудно решаемые задачи принятия решений, связанные с идентификацией, анализом и мониторингом проектных рисков в условиях нечеткости и тем самым повысить уровень автоматизации процессов управления проектными рисками качества ПИ в реальных условиях.

Задачи принятия решений по проектным рискам в условиях неопределенности и нечеткости относятся к слабоструктурированным или неструктурированным задачам, которые связаны с идентификацией, анализом и мониторингом проектных рисков качества программных изделий. В монографии рассмотрены методы и алгоритмы решения этих задач в условиях нечеткости и приведены методические аспекты построения баз знаний по проектным рискам программного проекта. Приводится также описание специального инструментария, позволяющего автоматизировать многие задачи поддержки принятия решений по проектным рискам качества программных изделий.