

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

УДК 005.342:004.42

*На правах рукописи*

**ХВОЙНИЦКИЙ  
Павел Олегович**

**МЕТОДЫ И МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В СИСТЕМАХ  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОЙ ПРОДУКЦИИ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание степени  
магистра экономических наук

по специальности 1-25 80 08 – Математические  
и инструментальные методы экономики

Минск 2019

Работа выполнена на кафедре экономической информатики белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, а также часть результатов получена в международной компании ЗАО "Кьюликс Системс", являющейся поставщиком услуг по разработке программного обеспечения, тестированию ПО и консалтингу в сфере информационных технологий.

Научный руководитель: **КОМЛИЧЕНКО Виталий Николаевич**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой экономической информатики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Рецензент: **ГУЛЯКИНА Наталья Анатольевна**, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Защита диссертации состоится «25» января 2019 г. года в 10<sup>00</sup> часов на заседании Государственной экзаменационной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, Минск, ул. Платонова 39, корп. 5, ауд. 806, тел. 293-89-92, e-mail: kafei@bsuir.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

## **ВВЕДЕНИЕ**

Реализуемые в сфере информационных технологий проекты (IT-проекты) включают в себя большое число используемых технологий, аппаратных средств и специалистов. В больших IT-проектах важной составляющей процессов разработки сложных объектов является учет и работа с рисками. Разработку программного продукта относят к сложной области деятельности человека и соответственно управление рисками является одним из самых сложных направлений данной деятельности.

Кроме того, управление рисками может усложниться при разработке больших информационных систем тем, что составляющие ее модули могут значительно различаться по всем ключевым аспектам: объему задач, применяемым технологиям, задействованным специалистам. Управлять рисками в таких проектах эффективнее по каждому разрабатываемому компоненту отдельно.

Таким образом актуальность проблемы заключается в сложности получения качественной программной продукции, а также ее соответствие установленным нормам качества. Большое влияние на получение качественной программной продукции влияют различные риски, которые возникают на различных этапах разработки. Сложность определения влияния рисков на проекты, трудности выявления, идентификации и анализа рисков, планирование процедур реагирования, мониторинга и управления допустимых значений, все это подчеркивает необходимость и важность управления ими. Существенную неопределенность в работу с рисками вносит зависимость от человеческого фактора, который невозможно точно предсказать.

Усугубляет проблему малое количество известных и хорошо зарекомендовавших себя методик по управлению рисками в системах качества обеспечения программной продукции. Несмотря на то, что часть рисков могут быть определены, нет возможности точно спрогнозировать момент их возникновения в процессе разработки программной продукции.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы исследования**

Актуальность проблемы заключается в сложности определения влияния рисков на проекты, трудности выявления, идентификации и анализа рисков, планирование процедур реагирования, мониторинга и управления в пределах допустимых значений. Существенную неопределённость в работу с рисками вносит зависимость от человеческого фактора, который невозможно точно предсказать. Усугубляет проблему малое количество известных и хорошо зарекомендовавших себя методик по управлению рисками в системах качества обеспечения программной продукции. Несмотря на то, что часть рисков могут быть определены, нет возможности точно спрогнозировать момент их возникновения в процессе разработки программной продукции.

В современном мире системы качества программной продукции получают

все большее распространение. Поэтому минимизация рисков и повышение качества в этой области крайне актуально.

Дополнительным фактором является так же то, что современные информационные технологии развиваются огромными темпами. Соответственно, методологии минимизации рисков также должны совершенствоваться и систематизироваться, что и является целью данной работы.

### **Степень разработанности проблемы**

Барри Бозма в своей работе – «*Software risk management: principles and practices*» описал возможные риски и методы управления ими по убыванию важности.

Том Аддисон перечислил наиболее часто встречающиеся риски в системах обеспечения качества программной продукции и обобщил накопленный действующими менеджерами проектов опыт в интересах будущего внедрения на производстве.

Для крупных IT-проектов, срок реализации которых составляет более года, Мерри Самнер определила наиболее важные и часто встречающиеся риски.

Существуют стандарты, непосредственно посвящённые управлению рисками. Наиболее важные международные стандарты в области управления рисками:

– ГОСТ Р ИСО 31000:2010 «Менеджмент риска. Принципы и руководство».

– ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска».

– ГОСТ Р 51897-2011 «Менеджмент риска. Термины и определения».

Данные стандарты описывают принципы эффективного менеджмента рисков, то есть инфраструктуры, обеспечивающие базу и организационные подготовительные мероприятия для проектирования, практической реализации, мониторинга, пересмотра и непрерывного совершенствования процессов управления рисками в организации, а также процессов, применимых ко всем типам рисков в любой организации.

Одним из недостатков исследований, представленных в современной технической литературе, является неточная идентификация рисков, их обобщённость, а также сложность автоматизации управления ими.

Предложенное исследование направлено на устранение этих недостатков на основе комбинирования современных методов идентификации рисков опираясь на основные процессы, а также реализацию программного решения представляющие оптимальные методы управления ими в случае возникновения.

### **Цель и задачи исследования**

Цель диссертации состоит в повышении качества программной продукции и результативности процессов разработки на основе методов и моделей управления рисками.

Для выполнения поставленной цели в работе были сформулированы следующие задачи:

1. Исследовать теоретические аспекты, эффективные методы разработки качественной программной продукции, проанализировать критерии качества и системы стандартов качества программной продукции.
2. Идентифицировать и ранжировать риски, исследовать методы, модели и процедуры управления рисками в проектной деятельности.
3. Разработать программное решение для автоматизации управления рисками в системах обеспечения качества программной продукции на основе выбранной архитектуры и методологии управления рисками.

### **Область исследования**

Содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) ОСВО 1-25 80 08-2012 специальности 1-25 80 08 «Математические и инструментальные методы экономики».

### **Теоретическая и методологическая основа исследования**

Основой исследования послужили работы зарубежных и отечественных ученых в области методов и моделей управления рисками в системах обеспечения качества программной продукции.

*Информационная база* исследования сформирована на основе опыта использования и эффективности различных методологий по управлению рисками в системах обеспечения качества программной продукции.

### **Научная новизна**

*Научная новизна* и значимость полученных результатов работы заключается в реализации программного решения для автоматизации управления рисками на основе собственного алгоритма, использующего предиктивные методы идентификации рисков.

*Теоретическая значимость* работы заключается в развитии существующих методов и алгоритмов управления рисками в системах обеспечения качества программной продукции, повышающих качество и эффективность ее производства.

*Практическая значимость* диссертации состоит в том, что программное решение автоматизации управления рисками унифицировано и пригодно к использованию в IT компаниях, а также с минимальными правками может быть применена в других отраслях, не относящихся к IT сфере.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Системы показателей качества программной продукции, анализ критериев качества, обзор существующих методологий и систем, а также выделение наиболее подходящих методов и моделей управления рисками в системах обеспечения качества программной продукции.

2. Методы, модели и процедуры управления рисками. Метод идентификации рисков, разработанный на основе комбинирования существующих современных методов.

3. Алгоритм автоматизации управления рисками в проектной деятельности, позволивший разработать программное решение для повышения качества программной продукции.

### **Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов**

Результаты исследований, вошедшие в диссертацию, а также реализованный инструментарий были использованы на одном из реальных проектов в закрытом акционерном обществе “Кьюликс Системс”. Результаты апробации показали, что проект, использовавший разработанную методологию управления рисками, был менее подвергнут опасным воздействиям, что положительно повлияло на качество программной продукции.

### **Публикации**

Изложенные в диссертации основные положения и выводы опубликованы в 2 печатных работах. Общий объем публикаций по теме диссертации составляет 12 страниц.

### **Структура и объем работы**

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав с краткими выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка и приложений.

**В первой главе** исследованы проблемы разработки качественной программной продукции. Рассмотрены методы и модели эффективной разработки качественной программной продукции, выявлены недостатки существующих систем качества, а также изучены критерии и системы показателей оценки качества программной продукции.

**Во второй главе** определены источники, факторы и последствия реализации рисков, выделены методы, модели, концепции управления рисками в системах обеспечения качества проектной деятельности.

**В третьей главе** разработана и описана системная архитектура программного решения, реализован алгоритм управления рисками с возможностью минимизации их воздействия на качество программной продукции на разных этапах разработки.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** описана важность работы с рисками в проектной деятельности. Обозначена сложность определения момента возникновения рисков и их минимизации воздействия на качество программной продукции, описано обоснование актуальности темы.

**В общей характеристике работы** показана актуальность проводимых исследований, степень разработанности проблемы, сформулированы цель и задачи диссертации, обозначена область исследований, научная (теоретическая и практическая) значимость исследований.

**В первой главе** рассмотрены критерии качества программной продукции, проведен анализ проблем разработки качественной программной продукции, а также рассмотрен ряд существующих методологий и моделей эффективной разработки качественной программной продукции.

В ходе рассмотрения и выделения ключевых аспектов качества было построено дерево характеристик качества программных продуктов, которое показано на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Дерево характеристик качества программных продуктов**

Для того чтобы обеспечить разработку качественной программной продукции, удовлетворяющей заданным характеристикам, создаются системы менеджмента качества – это система бизнес-процессов, построенных на основе процессной модели менеджмента и направленных на управление качеством продукта или услуги организации. Также для повышения конкурентоспособности организации в ее внедряются различные стандарты типичного цикла разработки программной продукции, такие как *IEEE*, *ISO* и *CMMI*. Цель этих стандартов – гарантировать, что конечный продукт будет соответствовать требованиям рынка и удовлетворять конечных пользователей.

Из рассмотренных методологий разработки программных продуктов, которые применяют в себе описанные стандарты, на текущий момент наиболее популярной методологией разработки программного обеспечения является *Agile*, в которой выделяются этапы разработки, показанные на рисунке 2.

На примере данной методологии были выявлены основные категории ИТ-рисков, влияющие на сам факт их возникновения. Риски могут возникать по причинам следующих факторов:

- человеческий (ошибки действий персонала, нерациональное использование сил персонала);
- технологический (сбои и отказы оборудования);
- программный (использование нелегального программного обеспечения),

- временной (недооценка масштабов работ),
- финансовый (прекращение финансирования одним из спонсоров).



Рисунок 2 – Этапы разработки Agile

Так как разработку программного продукта относят к сложной области деятельности человека, управление рисками является одним из самых сложных направлений данной деятельности. Соответственно, тем самым подтверждается актуальность исследования рисков в IT-проектах.

**Во второй главе** определены источники рисков и произведена их категоризация. Рассмотрен процесс идентификации рисков: выделены входы и выходы данного процесса.

Также были рассмотрены методы идентификации рисков и выделены наиболее применимые в сфере IT-проектов.

Идентификация рисков показана на рисунке 3.

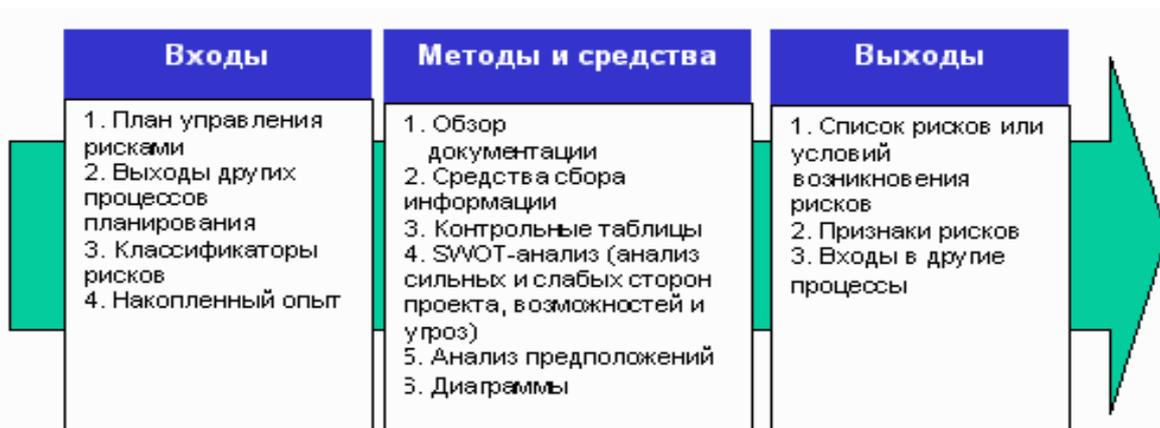


Рисунок 3 – Идентификация рисков

На основании существующих категорий проведен анализ и отбор рисков, которые имеют наибольший процент возникновения и оказывают наибольшее влияние на процессы разработки качественной программной продукции.

Имея список возможных рисков и проанализировав их причины возникновения при разработке качественной программной продукции были определены наиболее подходящие для проектной деятельности средства и методики управления рисками (таблица 1).

Таблица 1 – Риски и методики управления ими

Риски	Методика управления
1. Нехватка компетенции сотрудников	Наем высококвалифицированных сотрудников
2. Не реалистичные сроки и бюджет	Детализация оценки затрат и сроков, разработка повторно используемого ПО, уточнение требований
3. Несоответствие разработанной и требуемой функциональности	Анализ организации, анализ целей, опрос пользователей, прототипирование, оценка производительности, проверка качества
4. Несоответствие разработанного и требуемого пользовательского интерфейса	Прототипирование, разработка сценариев использования, участие пользователей
5. Неэффективное управление требованиями и качеством	Уточнение требований, прототипирование, анализ стоимости
6. Постоянный поток изменений требований	Установка ограничений для внесения изменений, итеративность разработки
7. Недостатки используемых внешних компонентов	Сравнительное тестирование, технический аудит, анализ совместимости
8. Проблемы в задачах, выполняемые внешними подрядчиками	Проверка контрагентов, подготовка макетов и прототипирование, мероприятие по оформлению команды
9. Недостаточная производительность	Моделирование, проведение сравнительного тестирования, прототипирование
10. Технологическое отставание	Технический анализ, анализ стоимости, прототипирование

В ходе работы было определено, что для более эффективного управления рисками необходимо определить влияние каждого из них на различных этапах разработки программной продукции. Для этого были проанализированы и предложены метрики для определения качественной и количественной оценки рис-

ков на основе вероятностей и последствий рисков, позволяющие наиболее эффективно определить влияние рисков на качество программной продукции.

Выяснив, что влияние рисков на качество разрабатываемой продукции достаточно велико, становится ясным тот факт, что в каждом проекте организация обязана проводить контроль рисков. А сложность современных методологий по управлению рисками подтвердила необходимость автоматизации процесса менеджмента рисков.

**В третьей главе** был выполнен анализ и обоснован выбор технологий и платформ реализации для программного решения по управлению рисками в системах качества обеспечения программной продукции.

Разработано архитектурное решение, построенное на основе модульной концепции. Модульная концепция является гибкой системой, что позволяет модифицировать конкретные модули без вмешательства в остальные, а также обеспечивает полностью независимую тестируемость. В разработанном решении были выделены основные модули и их взаимодействие, что представлено на рисунке 4.



**Рисунок 4 – Схема взаимодействия модулей реализованного инструмента**

Далее были разработаны алгоритмы для расчета рисков, которые присутствуют в течении всего процесса разработки и для рисков на конкретном этапе процесса разработки качественной программной продукции, используемые в модуле предварительной идентификации и модуле контроля текущих рисков.

Для того, чтобы рассчитать риски, которые присутствуют в течении всего процесса разработки, необходимо просуммировать произведения влияния каждого из них на определенный параметр и вероятности их возникновения:

$$R_C = \sum_i c_i \cdot r_i ,$$

где

$R_C$  – суммарный показатель рисков для всех этапов,

$c_i$  – вероятность наступления определенного риска,

$r_i$  – параметр рисков.

К подобным рискам можно отнести такие, как, например, выход оборудования из строя, политические риски, риски, связанные с изменением рынка и т.д.

Для того, чтобы рассчитать риски на текущем этапе, необходимо рассчитать сумму рисков для текущего этапа по тому же принципу, что и общие риски, и просуммировать их с необработанными рисками на предыдущем этапе, для чего вводится дополнительный коэффициент влияния:

$$R_i = \alpha \cdot R_{i-1} + \sum_j c_j \cdot r_j ,$$

где

$R_i$  – суммарный показатель рисков для  $i$ -го этапа,

$c_j$  – вероятность наступления определенного риска,

$r_j$  – параметр рисков,

$\alpha$  – коэффициент влияния рисков предыдущего этапа (определяется на этапе планирования).

Соответственно, определение суммарных рисков, которые влияют на разработку качественной продукции, определяются как сумма рисков, не относящихся к этапам разработки, и как сумма рисков для каждого из этапов:

$$R_{ALL} = R_C + \sum_i R_i .$$

При предварительном расчете рисков влияние рисков предыдущих этапов равно 0, то есть предполагается, что их поглощение будет выполнено на том этапе, где они возникли.

Полученное значение носит только рекомендательный характер, однако для эффективного управления проектом, которое позволит своевременно и качественно завершить поставленные задачи, лучше практически полностью покрыть заданные значения обновленным планом.

После начала реализации обновленного плана, в конце каждого этапа разработки продукта, происходит контроль рисков. В случае наступления риска, для упрощения подсчетов, его вероятность увеличивается до 1 (100%), в обратном случае вероятность риска уменьшается до 0, после чего производится пересчет показателей по описанной выше формуле.

Благодаря вычисленным результатам на каждой из итераций разработки программной продукции полученное значение рисков сравнивается с предельно допустимым. В случае если текущие риски превышают предельно допустимые, система рассчитывает какой из рисков являлся наиболее влиятельным на данном этапе, после чего предлагаются возможные пути минимизации рисков. Это значит, что-либо применяются планы по погашению наступившего риска, которые были определены на этапе планирования (отходные пути управления рисками), или предполагается уменьшение вероятности наступления связанных будущих

рисков. Вся рассчитанная информация отображается на экране с помощью модуля графического отображения данных в виде двумерных графиков, где по оси абсцисс откладывается время (этапы) разработки, а по оси ординат контролируемый параметр разрабатываемого проекта (его планируемое значение, предельно допустимое и текущее значение с учетом возникших рисков).

С помощью заданного алгоритма уже на этапе начала создания программного продукта можно предсказать и минимизировать возможные риски, а в процессе использования автоматизированной системы менеджмента рисков можно получить не только информацию о текущем состоянии проекта с учетом всех наступивших положительных или отрицательных рисков, но и рекомендации по улучшению качества проекта, что положительно влияет на качество получаемого продукта, тем самым увеличивая конкурентоспособность ИТ-организации.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

### **Основные научные результаты диссертации**

1. Исследованы теоретические аспекты и эффективные методологии и модели процессов разработки качественной программной продукции, определена система показателей и критерий качества программной продукции, рассмотрены системы менеджмента качества, проведена оценка влияния рисков на разработку качественной программной продукции.

2. Проведена категоризация рисков по нескольким группам, а также выявлены наиболее актуальные группы рисков для систем контроля качества программной продукции.

3. Рассмотрены и проанализированы современные методы идентификации рисков. Установлено, что существующие методы описывают лишь общие концепции по идентификации и управлению рисками, а формализованные методы являются слишком сложными и ресурсоемкими для реализации и внедрения в проектную деятельность, поэтому был разработан алгоритм комбинации и модификации трех наиболее распространенных методов: метод контрольных листов, метод Монте-Карло и метод идентификации основных причин. Комбинирование этих методов позволило облегчить и ускорить процесс поиска релевантных рисков, а добавление дополнительной зависимости возникающих рисков от определенных этапов разработки позволило увеличить точность вычисляемых рисков, тем самым снизить затраты на их покрытие.

4. Разработан инструментарий по управлению рисками на базе ОС Android. Благодаря практически непрерывной работе по управлению рисками средствами смартфона, достигается наилучший показатель своевременности реагирования на риски и принятия соответствующих решений. Также преимуществом данного программного решения является то, что идентификация рисков происходит в автоматическом режиме с учетом выбранных входных параметров, а реестр рисков пополняется не только с помощью ручного ввода данных контрольных листов, но и в процессе анализа проектного решения. Также использование ранее накопленных знаний по управлению рисками позволило реализовать возможность

подсказки решений для отходных путей. Все описанные преимущества позволили ускорить и облегчить процесс управления рисками в несколько раз.

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

Предложенная модель управления рисками и пример ее реализации унифицированы и пригодны к использованию в любой IT компании. Также на их основе с минимальными правками может быть разработана методика управления рисками для компаний в других отраслях, не относящихся к IT сфере.

## **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ**

### *Статьи в рецензируемых журналах*

1. Актуальность автоматизации управления рисками в IT / П.О. Хвойницкий, В.Н. Комличенко // Международный научный журнал Научные вести. – 2019. – № 1(6). – С. 160-165.
2. Влияние рисков на обеспечение качества программной продукции / Хвойницкий, В.Н. Комличенко // Научный журнал Globus. – 2019. – № 7(31). – С. 52-58

## РЭЗІЮМЭ

Хвайніцкі Павел Алегавіч

### Метады і мадэлі кіравання рызыкамі ў сістэмах якасці праграмнай прадукцыі

**Ключавыя словы:** мадэль, кіраванне рызыкамі, мінімізацыя рызык.

**Мэта працы:** павышэнне якасці праграмнай прадукцыі і выніковасці працэсаў распрацоўкі на аснове метадаў і мадэляў кіравання рызыкамі.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** даследаваныя метады і мадэлі кіравання рызыкамі ў сістэмах забеспячэння якасці праграмнай прадукцыі, выяўлены недахопы існуючых сістэм кіравання рызыкамі, вывучаны крытэры і сістэмы паказчыкаў ацэнкі якасці вынікаў праектавання; вызначаны крыніцы, фактары і наступствы рэалізацыі рызык, вылучаныя метады, мадэлі, канцэпцыі кіравання рызыкамі ў сістэмах забеспячэння якасці праектнай дзейнасці; распрацавана і апісана сістэмная архітэктурна праграма рашэння, рэалізаваны алгарытм кіравання рызыкамі з магчымасцю мінімізацыі іх уздзеяння на якасць праграмнай прадукцыі.

**Ступень выкарыстання:** вынікі знаходзяцца на стадыі тэставання перад наступным укараненнем у існуючую сістэму забеспячэння якасці праграмнай прадукцыі

**Вобласць ужывання:** сістэмы кіравання рызыкамі ІТ кампаній.

## РЕЗЮМЕ

Хвойницкий Павел Олегович

### Методы и модели управления рисками в системах качества программной продукции

**Ключевые слова:** модель, управление рисками, минимизация рисков.

**Цель работы:** повышение качества программной продукции и результативности процессов разработки на основе методов и моделей управления рисками.

**Полученные результаты и их новизна:** исследованы методы и модели управления рисками в системах обеспечения качества программной продукции, выявлены недостатки существующих систем управления рисками, изучены критерии и системы показателей оценки качества результатов проектирования; определены источники, факторы и последствия реализации рисков, выделены методы, модели, концепции управления рисками в системах обеспечения качества проектной деятельности; разработана и описана системная архитектура программного решения, реализован алгоритм управления рисками с возможностью минимизации их воздействия на качество программной продукции.

**Степень использования:** результаты находятся на стадии тестирования перед последующим внедрением в существующую систему обеспечения качества программной продукции

**Область применения:** системы управления рисками IT компаний.

## SUMMARY

**Khvoynitsky Pavel Olegovich**

### **Methods and models of risk management in software quality systems**

**Keywords:** model, risk management, risk minimization.

**The object of study:** improving the quality of software products and the effectiveness of development processes based on risk management methods and models.

**The results and novelty:** The methods and models of risk management in software quality assurance systems are investigated, the shortcomings of existing risk management systems are identified, and the criteria and indicators for assessing the quality of design results are studied; sources, factors and consequences of risk realization are defined, methods, models, risk management concepts in quality systems of project activities are highlighted; the system architecture of the software solution was developed and described; the risk management algorithm was implemented with the possibility of minimizing their impact on the quality of software.

**Usage degree:** the results are at the testing stage before subsequent introduction into the existing software quality assurance system.

**Sphere to apply:** IT company risk management systems.