



# **ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ / COMPUTER SCIENCE, COMPUTER ENGINEERING AND MANAGEMENT**

УДК 004.413.4

DOI: 10.15507/0236-2910.027.201702.250-263

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ ПРОГРАММНЫХ ПРОЕКТОВ**

**О. А. Гущина***ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет  
им. Н. П. Огарева» (г. Саранск, Россия)**motuzoa@mail.ru*

*Введение.* В статье выявляются основные риски программного проекта; исследуются применение различных видов интеллектуальных систем в процессе управления рисками программных проектов; рассматриваются основополагающие методы, используемые для процессов оценивания и прогнозирования в области программной инженерии; выявляются используемые в настоящее время пустые экспертные системы, программные комплексы анализа и управления рисками программных проектов.

*Материалы и методы.* В статье раскрываются особенности управления рисками в области программной инженерии с привлечением интеллектуальных систем. Интеллектуальные методы, положенные в основу систем искусственного интеллекта, позволяют частично и/или полностью решать задачу управления с экспертной точностью без привлечения людей-экспертов.

*Результаты исследования.* Выявлены основные риски программного проекта (налоговые, юридические, финансовые, торговые, IT-риски, риски персонала, риски, связанные конкурентами, поставщиками, маркетингом, спросом и рынком). Исследованы современные, применяемые для управления рисками программных проектов системы искусственного интеллекта, в частности экспертные системы и программные средства оценивания результатов процесса. Выявлены наиболее востребованные пустые экспертные системы (Clips, G2 и Leonardo) и программные продукты анализа больших баз данных (Orange, Weka Rattle GUI, Apache Mahout, ScaViS, RapidMiner, Databionic ESOM Tools, ELKI, KNIME, Pandas и UIMA). Рассмотрены кластерный, корреляционный, регрессионный, факторный и дисперсионный анализы как методы, на основы которых выполняется оценивание и прогнозирование процессов программной инженерии.

*Обсуждение и заключения.* Результаты, полученные в ходе проведенного исследования, показывают целесообразность применения различных интеллектуальных систем в процессе управления рисками обозначенных в статье программных проектов. Проведенный анализ методов оценивания рисков, а также тенденции их применения в современных системах интеллектуального анализа могут служить базой для создания единой системы управления рисками программных проектов средней и высокой сложности с заранее заданной структурой проекта.



**Ключевые слова:** риск, управление программными проектами, система искусственного интеллекта, экспертная система

**Для цитирования:** Гушина О. А. Применение интеллектуальных систем при управлении рисками программных проектов // Вестник Мордовского университета. 2017. Т. 27, № 2. С. 250–263. DOI: 10.15507/0236-2910.027.201702.250-263

## THE USE OF INTELLIGENT SYSTEMS FOR RISK MANAGEMENT IN SOFTWARE PROJECTS

**O. A. Gushchina**

*National Research Mordovia State University (Saransk, Russia)*

*motuzoa@mail.ru*

*Introduction.* The article identifies the main risks of a software project, examines the use of different types of intelligent systems in the risk management process for software projects, discusses the basic methods used for process estimation and forecasting in the field of software engineering, identifies currently used empty expert systems, software systems for analysis and risk management of software projects.

*Materials and Methods.* The author describes the peculiarities of risk management in the field of software engineering with involvement of intelligent systems. The intelligent techniques allow solving the control task with expert precision without the involvement of human experts.

*Results.* The result of this work: identification of the key risks of a software project (tax, legal, financial and commercial risks, IT risks, personnel risks, risks related to competitors, suppliers, marketing and demand and market); investigation of the current, applied to risk management of software system projects, artificial intelligence, particularly expert systems and software tools for evaluation of the process results; identification of the most popular empty expert systems (Clips, G2 and Leonardo) and software products of the analysis of large databases (Orange, Weka, Rattle GUI, Apache Mahout, SCAViS, RapidMiner, Databionic ESOM Tools, ELKI, KNIME, Pandas and UIMA); consideration of the cluster, correlation, regression, factor and dispersion analysis methods for the estimation and prediction of the processes of software engineering.

*Discussion and Conclusions.* The results show the feasibility of the application of various intelligent systems in the risk management process. The analysis of methods of evaluating risks and the tendency of their application in the modern systems of intellectual analysis can serve as a start point for creating a unified system of risk management for software projects of medium and high complexity with a predetermined structure of the project.

**Keywords:** risks, software project management, artificial intelligence systems, expert systems

**For citation:** Gushchina O. A. The use of intelligent systems for risk management in software projects. *Vestnik Mordovskogo universiteta* = Mordovia University Bulletin. 2017; 2(27):250-263. DOI: 10.15507/0236-2910.027.201702.250-263

### Введение

Год от года происходит экспоненциальный рост сложности выпускаемых программных продуктов. Соответственно возрастает организационная сложность современных программных проектов, что приводит к увеличению

количества рисков малых, средних и больших IT-проектов. В целях повышения успешности программного проекта необходимо улучшать управление рисками программного проекта как основной процесс, интегрирующий процессы внутренней и/или внешней среды.

Сложность процесса управления рисками IT-проекта приводит к увеличению и/или усложнению деятельности лиц, связанных с этим процессом. Эта проблема может быть решена несколькими способами:

– увеличением численности привлекаемого персонала;

– повышением компетентности персонала в области управления рисками и увеличением их прав при непосредственном влиянии на рискованные ситуации;

– разработкой и совершенствованием методов оценивания, методологий выработки управленческих решений и методов прогнозирования, реализуемых в виде прикладных программных средств.

Последний подход имеет целый ряд преимуществ. Во-первых, он стабилен и в меньшей степени зависит от уровня компетентности лиц, принимающих решения. Во-вторых, качество работы при нем не может со временем ухудшаться. В-третьих, он опосредованно зависит от сложности проекта (что заключается во времени выполнения оценивания и/или качестве выработки управленческих решений и/или качестве сформированного прогноза).

Целью данного исследования является выявление актуальных систем искусственного интеллекта, применяемых для улучшения процесса принятия

решений при управлении рисками программных проектов, методов, на которых они строятся, а также непосредственных задач, допускающих получение решения программными средствами.

Актуальность выбранной тематики обусловлена потребностью интеллектуальной поддержки процессов управления рисками для мелких, средних и крупных программных проектов.

Результаты исследования востребованы в программной инженерии при управлении жизненным циклом IT-проекта.

### Обзор литературы

Базисом теории управления рисками программных проектов служит риск-менеджмент. Анализ научной литературы<sup>1-5</sup> по данной тематике позволил составить перечень актуальных рисков IT-проектов. Необходимо отметить, что в каждом источнике выделяются определенные риски (наиболее значимые для авторов в момент издания).

Анализ данных, приведенных в [1–3], помог выявить стержневые разновидности систем искусственного интеллекта, применяемых для решения творческих задач, в т. ч. анализа<sup>6</sup> и прогнозирования.

Анализ математического аппарата показал наибольшую востребованность кластерного, корреляционного, регрессионного, факторного и дисперсионного анализов<sup>6-8</sup> [4–5].

<sup>1</sup> Балабанов И. Т. Риск-менеджмент. М. : Финансы и статистика, 1996. 192 с. URL: <http://padaread.com/?book=9017>

<sup>2</sup> Де Марко Т., Листерта Г. Вальсируя с медведями: управление рисками в проектах по разработке программного обеспечения. М. : Компания р. m. Office, 2005. 196 с. URL: <http://www.libros.am/book/read/id/106831/slug/valsiruya-s-medvedyami>

<sup>3</sup> Коновальчук Е. В., Новиков Д. А. Модели и методы оперативного управления проектами. М. : ИТУ РАН, 2004. 63 с. URL: <http://www.studfiles.ru/preview/1098750/>

<sup>4</sup> Липаев В. В. Программная инженерия: методологические основы : учеб. М. : ТЕИС, 2006. 608 с. URL: <http://rutracker.org/forum/viewtopic.php?t=1329147>

<sup>5</sup> Липаев В. В. Процессы и стандарты жизненного цикла сложных программных средств : справочник. СПб. : Синтег, 2006. 276 с. URL: <http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUbooks123108>

<sup>6</sup> 50 лучших бесплатных программ для интеллектуального анализа данных программного обеспечения. URL: <http://www.predictiveanalyticstoday.com/top-free-data-mining-software>

<sup>7</sup> Калашников В. В. Сложные системы и методы их анализа. М. : Знание, 1980. 64 с. URL: <http://padabum.com/d.php?id=36181>

<sup>8</sup> Таганов А. И., Гильман Д. В. Методологические основы анализа и аттестации уровней зрелости процессов программных проектов в условиях нечеткости. М. : Телеком, 2014. 168 с. URL: [http://spisok-literaturi.ru/books/metodologicheskie-osnovyi-analiza-i-attestatsii-urovney-zrelosti-protssossov-programmnyih-proektov-v-usloviyah-nechetkosti\\_27596780.html](http://spisok-literaturi.ru/books/metodologicheskie-osnovyi-analiza-i-attestatsii-urovney-zrelosti-protssossov-programmnyih-proektov-v-usloviyah-nechetkosti_27596780.html)



Различные авторы для процесса управления рекомендуют методики, отличающиеся по процессу применения, объекту применения и другим характеристикам. Например, А. Л. Гусев рассматривает каскадное управление [3], В. И. Кордович – субъект-ориентированное [6], В. А. Кунин – превентивное [7], Р. Томсетт<sup>9</sup> – радикальное, М. М. Гончаров – комплексное [8].

В [1–2; 4–5; 8–9] описаны принципы построения интеллектуальных систем поддержки принятия решений по управлению рисками, особенности их математического аппарата, принципов структурирования информации, реализации машины логического вывода. При этом в [8] описание выполняется для узкой проблемной области.

Особое место при управлении имеет задача прогнозирования. В работах<sup>10–13</sup> рассматриваются различные аспекты методик прогнозирования и их применения, в т. ч. при прогнозировании развития рискованных ситуаций<sup>13</sup>.

Применение на практике методики управления рисками описаны в работах<sup>2–3; 8</sup> [10–11].

Практическое применение программных средств управления рисками IT-проектов приведено в работах<sup>6; 8</sup> [1–2].

### Материалы и методы

В представленном исследовании показываются особенности управления рисками IT-проектов с использованием прикладных систем искусственного интеллекта. Положенные в их

основу интеллектуальные методы позволяют решать неоднозначные задачи в процессе управления. Данные методы с успехом применяются в областях с нечеткой, неточной, неполной и/или многозначной информацией, а также при решении задач, не имеющих однозначности в решении.

### Результаты исследования

С каждым годом программные средства становятся все сложнее, повышается продуктивность и качество программных продуктов. Это, в свою очередь, приводит к повышению наукоемкости и трудоемкости программных проектов. Соответственно, усложняются технологии производства программных средств. Все это приводит к росту рисков программных проектов. В целях повышения успешности проекта необходимо управление данными рисками. В данном случае будем рассматривать только негативные риски, приводящие к сбоям.

Управление рисками включает в себя 5 этапов:

- 1) идентификация рисков;
- 2) оценивание рисков:
  - 2.1) качественный анализ рисков;
  - 2.2) количественный анализ рисков;
- 3) прогнозирование тенденций развития рискованных ситуаций;
- 4) планирование (разработка стратегий управления рисками);
- 5) контроль рисков.

Каждый из них содержит подпроцессы, возникающие в проекте минимум

<sup>9</sup> Томсетт Р. Радикальное управление IT-проектами. М. : Лори, 2005. 294 с. URL: <http://www.labirint.ru/books/299608>

<sup>10</sup> Научно-методические рекомендации по вопросам диагностики социальных рисков и прогнозирования вызовов, угроз и социальных последствий. Российский государственный социальный университет. М., 2010. 38 с. URL: <http://mirznanii.com/a/279279/metodicheskie-rekomendatsii-po-voprosam-diagnostiki-sotsialnykh-riskov-i-prognozirovaniya-vyzovov-ug>

<sup>11</sup> Владимирова Л. П. Прогнозирование и планирование в условиях рынка : учеб. пособие. М. : Дашков и Ко, 2001. 279 с. URL: <http://6J-7x3fcd6zzmysW501QhSP-dnXuWqUvzAJsdXJxWN0Zdg2mN4nwx1Jf-owp2mUXpCB3VtXm6-MSSM16ecGXkbU6M-y3>

<sup>12</sup> Новикова Н. В., Поздеева О. Г. Прогнозирование национальной экономики : учеб.-метод. пособие. Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2007. 70 с. URL: [http://www.studmed.ru/view/novikova-nv-pozdeeva-og-prognozirovanie-natsionalnoy-ekonomiki\\_d7b82ccc4af.html](http://www.studmed.ru/view/novikova-nv-pozdeeva-og-prognozirovanie-natsionalnoy-ekonomiki_d7b82ccc4af.html)

<sup>13</sup> Слуцкий Л. Н. Курс МБА по прогнозированию в бизнесе. М. : Альпина Бизнес Букс, 2006. 280 с. URL: <http://www.ozon.ru/context/detail/id/135845727>

один раз. Причем большинство из них носят итерационный характер и могут реализовываться на нескольких этапах жизненного цикла программного проекта. Следует отметить, что набор процессов и входящих в него подпроцессов, а также их функционал уникальны для каждого конкретного программного проекта

При общем рассмотрении рисков программных проектов (на стадии идентификации рисков) выделяются 10 основных групп рисков:

- 1) налоговые риски;
- 2) риски персонала:
  - 2.1) риски оценивания персонала;
  - 2.2) риски разработки и внедрения комплексной системы работы с персоналом;
  - 2.3) системная работа с персоналом по внедрению и сопровождению изменений в проекте;
  - 2.4) подбор и обучение персонала;
  - 2.5) риски, связанные со здоровьем персонала;
- 3) IT-риски:
  - 3.1) технологические риски;
  - 3.2) инструментальные риски;
  - 3.3) риски, связанные с системными требованиями;
  - 3.4) риски оценивания параметров проекта;
- 4) риски, связанные с конкурентами;
- 5) риски, связанные с поставщиками:
  - 5.1) риски, вызванные перебоями и задержками поставок;
  - 5.2) риски, вызванные банкротством поставщика;
  - 5.3) риски, вызванные увеличением расходов;
  - 5.4) риски, вызванные нехваткой сырья и оборудования для производства и/или, товаров для продажи;
  - 5.5) риски, вызванные низким качеством выпускаемой продукции;
  - 5.6) риски, вызванные низким качеством сырья и/или оборудования;
  - 5.7) риски, вызванные затруднениями у поставщика;
  - 5.8) риски, вызванные отсутствием конкуренции;

5.9) риски, вызванные дополнительными расходами;

5.10) риски, вызванные снижением прибыли;

6) риски, связанные со спросом и рынком;

7) юридические риски;

8) финансовые риски;

9) торговые риски;

10) риски, связанные с маркетингом.

Кроме вышеперечисленных, на программный проект оказывают влияние инвестиционные риски; риски, связанные с покупательной способностью денег; политические риски; имущественные риски и т. д. Вероятность наступления этих рисков событий мала по сравнению с основными. Поэтому их оценивание либо не проводится, либо проводится как дополнительное исследование, подтверждающее или усиливающее влияние более вероятных рисков.

Однако необходимо отметить, что встречаются ситуации, при которых неосновной риск (или синергетическая совокупность неосновных рисков) начинает оказывать существенное влияние на программный проект. В этом случае необходимо перевести соответствующий риск в категорию основных и оценивать новую, расширенную, рисковую ситуацию.

В случае введения дополнительных рисков в состав основных необходимо перераспределить степени влияния каждого риска в новой совокупности рисковых ситуаций, пересмотреть вероятности их наступления и определить пессимистический, оптимистический и наиболее вероятный ущерб каждого риска.

В зависимости от потребностей лица, принимающего решение, вероятности могут оцениваться в процентах или соответствующем им уровне вероятности наступления события (низкий, средний, высокий). Ущерб также может оцениваться в процентном отношении к общей стоимости проекта



или соответствующей степени ущерба (незначительная, средняя, терпимая, катастрофическая).

Экспертное заключение строится исходя из значений вероятностей наступления рискового события в целом и каждого отдельного риска с указанием величины ущерба и очага возникновения риска.

В процессе постоянного мониторинга рискованных ситуаций выявляется тенденция изменения каждого риска и рискованной ситуации в целом. Это позволяет лицу, принимающему решение, оценивать текущее состояние дел и разрабатывать действия в соответствии с методикой, используемой для сложившейся ситуации в данном проекте.

Руководство управлением рисками осуществляется лицом, принимающим решение, в ведение которого входят области возникновения, дислокации и влияния рискованной ситуации (объединенной в область рискованной ситуации). Каждому сочетанию уровня риска, области рискованной ситуации и степени риска соответствует определенный сотрудник, осуществляющий руководство управлением данной рискованной ситуацией. Им может быть руководитель проекта, менеджер-архитектор комплекса программ и др.

Методы прогнозирования позволяют на основе анализа динамики конкретных рисков или рискованной ситуации в целом строить вероятностные прогнозы дальнейшего развития этих ситуаций. Для формирования качественного прогноза рисков программных проектов наилучшими являются эвристический (интуитивный) метод, экстраполяционные методы (метод скользящей средней, метод экспоненциального сглаживания, метод наименьших квадратов и др.), метод прогнозирования по аналогии, методы информационно-го моделирования.

Для средних и больших программных проектов анализ и прогнозирование тенденций развития рискованных ситуаций

сопряжено со сложностями, связанными с интеллектуальной обработкой больших объемов информации. Для каждого конкретного программного проекта решаются следующие задачи:

1) задача формирования структурированных потоков полной достоверной информации по каждому риску в большие базы данных;

2) задача разработки методов и инструментария обработки больших баз данных;

3) задача анализа больших баз данных каждого риска и рискованной ситуации в целом;

4) задача разработки динамических баз данных результатов проведенных анализов;

5) задача составления прогноза на основе данных динамических баз данных.

При оценивании рисков важен как количественный, так и качественный анализ рискованной ситуации.

Количественный анализ позволяет определить основные показатели определенных рисков (уровень риска, степень риска, величина ущерба, вероятность наступления рискованной ситуации и др.). Для количественного анализа рискованных ситуаций часто используются методы, основанные на кластерном, корреляционном, регрессионном, факторном или дисперсионном анализе. Методы, основанные на кластерном анализе, чаще всего используются при выявлении рискованных ситуаций. Методы, в основу которых положен регрессионный анализ, применяются для выявления области рискованной ситуации. Методы факторного анализа используются для выявления области возникновения риска и формирования стратегии устранения или минимизации риска. Методы корреляционного анализа применяются практически на всех этапах управления рисками. Дисперсионный анализ – один из самых часто используемых методов при выявлении, качественном анализе и мониторинге рискованной ситуации.



Качественный анализ позволяет выявить существующие опасности, определить конкретные риски, их источники и последствия. Качественный анализ основывается на экспертной оценке, опирающейся на логико-графические методы анализа.

Метод экспертной оценки лучше всего программно реализуется интеллектуальными системами, использующими технологии экспертных систем. Данные технологии позволяют не столько оценивать численную информацию, сколько анализировать текстовую и графическую информацию, определяющую рисковую ситуацию. Для экспертных систем характерно использование продукций (правил):

ЕСЛИ <условие>  
ТО <действие>

При необходимости в правила вводятся дополнительные параметры, определяющие различные вероятности и модальности алетической, деонтической, эпистимической, временной логики, а также логики Лукасевича.

Современное развитие вычислительной техники позволяет быстро находить решения при качественном анализе рисков с использованием динамических экспертных систем, база знаний которых включает значительное количество (> 500) правил вывода. Машины логического вывода большинства таких систем работают с  $n$ -слойной структурой распределения данных и/или знаний. Для повышения эффективности в последнее время данные машины начинают поддерживать возможность распараллеленной обработки информации. При оценивании рисков можно использовать структурно более простую статическую экспертную систему, позволяющую, в данном случае, убыстрить процесс формирования экспертного заключения.

Экспертные системы либо дают жизнь пустым оболочкам экспертных

систем (пустым экспертными системами), либо разрабатываются на базе существующих оболочек. Наиболее распространенными, доступными, качественными оболочками систем, обрабатывающих однослойную структуру знаний и поддерживающих прямой и обратный вывод (в большинстве случаев), являются последние версии Clips, G2, Leonardo.

Необходимо также отметить, что экспертные системы для качественного анализа и поддержки принятия управленческих решений крайне редко применяются в целях комплексного управления рисками. Это связано со значительной величиной проблемной области (учитывающей технологические, экономические, юридические и другие аспекты), ее сложностью и неоднозначностью, а также необходимостью работы с большими базами данных. Каждая из перечисленных причин приводит к усложнению экспертной системы управления рисками на один или несколько порядков относительно проблемных областей, общепринятых для экспертной поддержки.

При оценивании каждого вида риска программного проекта используются специально разработанные методы, также как для управления определенным видом риска – адаптированные именно для него стратегии. Например, основными стратегиями для управления IT-рисками являются снижение, уклонение и принятие, что обусловлено уровнем риска в каждом конкретном случае. В свою очередь, выбор стратегии управления определенным риском оказывает прямое или косвенное влияние на внутренние и внешние условия проекта, и, следовательно, на текущий и последующие этапы жизненного цикла проекта.

Еще раз подчеркнем необходимость постоянного итерационного комплексного управления рисками как весомой части управления программным проектом на протяжении каждо-



го его этапа. Величина доли каждого отдельного риска в рамках суммарного риска проекта определяется в зависимости от внутренних и внешних условий программного проекта. К внешним условиям относятся обстоятельства, не зависящие от структуры проекта (современные тенденции дизайна пользовательского интерфейса и др.). Внутренние условия прямо или косвенно зависят от структуры проекта (требования заказчика, требования пользователей и др.). Изменение внешних и/или внутренних условий приводит к возникновению или изменению рисков ситуаций в течение всего проекта.

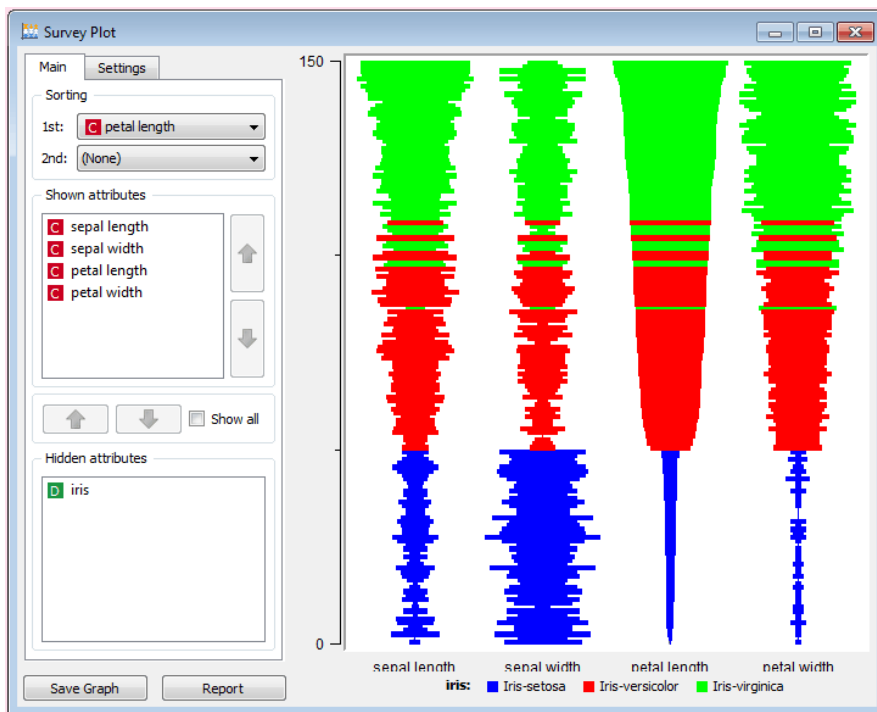
В каждой группе рисков присутствуют риски, вызванные как внешними, так и внутренними причинами. Ярким примером являются риски персонала:

с одной стороны, они могут быть вызваны недостаточной компетентностью специалистов, устраивающихся на работу (внешний фактор); с другой (или одновременно) – низкой информированностью сотрудников об изменениях в проекте (внутренний фактор).

При управлении рисками программных проектов важную роль играет интеллектуальный анализ данных. В современной мировой практике самыми популярными программными средствами такого анализа являются:

1) Orange – инструмент визуализации и анализа данных с открытым исходным кодом (рис. 1);

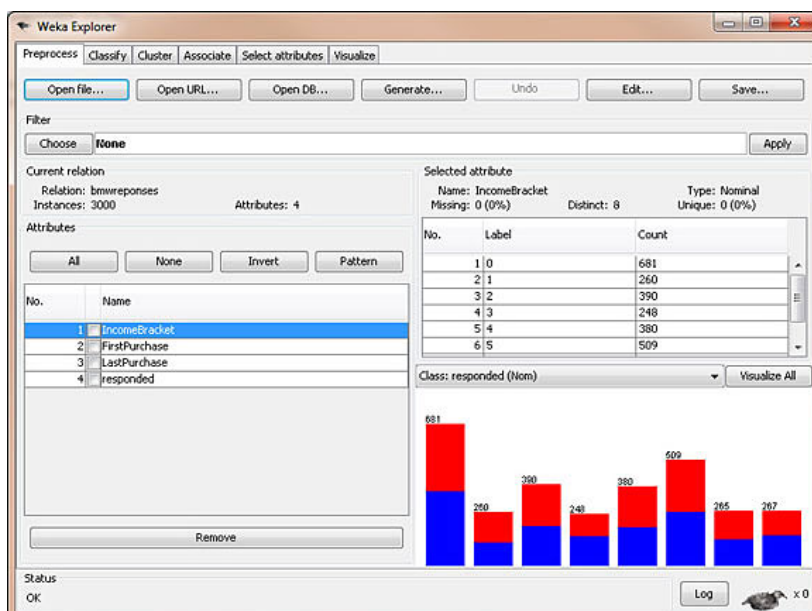
2) Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis) – набор программных приложений машинного обучения для интеллектуального анализа данных задач (рис. 2)



Р и с. 1. Интерфейс ПС Orange<sup>6</sup>

F i g. 1. PS Orange interface<sup>6</sup>

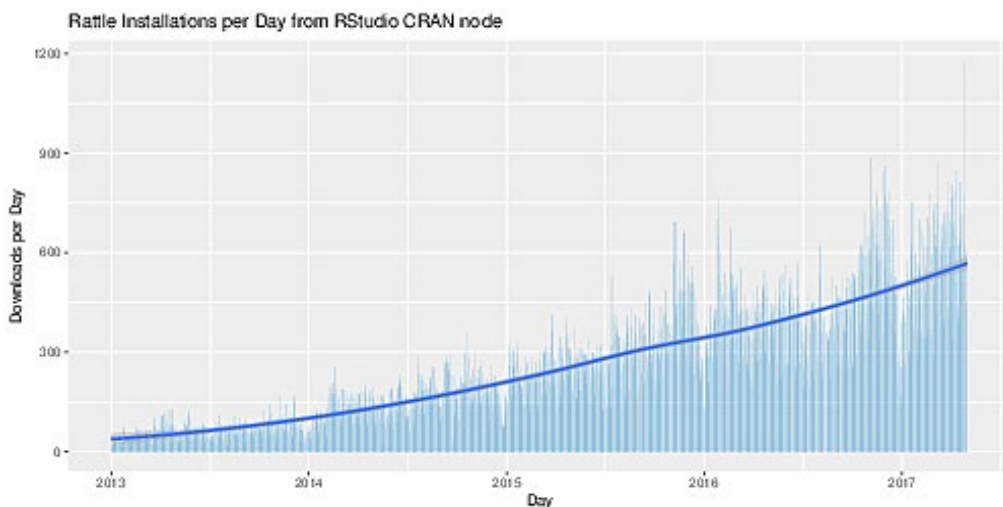


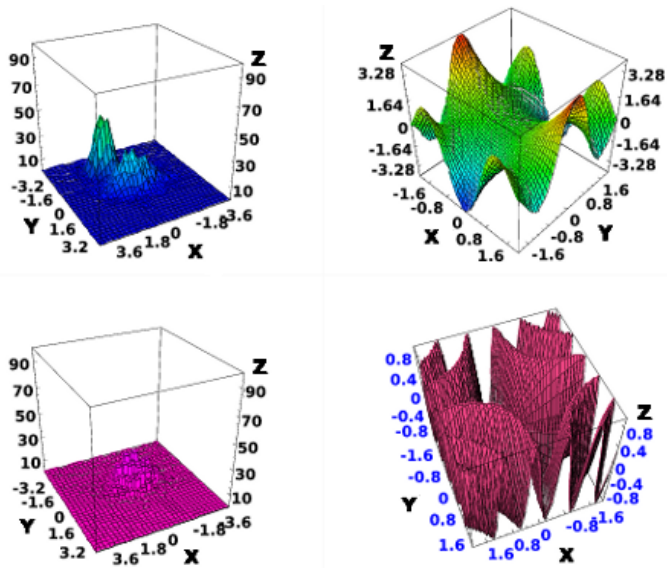
Р и с. 2. Интерфейс ПК Weka<sup>6</sup>F i g. 2. PS Weka interface<sup>6</sup>

3) Rattle GUI – средство, обеспечивающее визуализированный интеллектуальный анализ данных (рис. 3);

4) Apache Mahout – проект, позволяющий выполнять кластеризацию и категоризацию анализируемых данных;

5) SCAViS – кросс-платформа Java, предназначенная для интеллектуального анализа данных, проведения статистических тестов и регрессионного анализа данных (рис. 4);

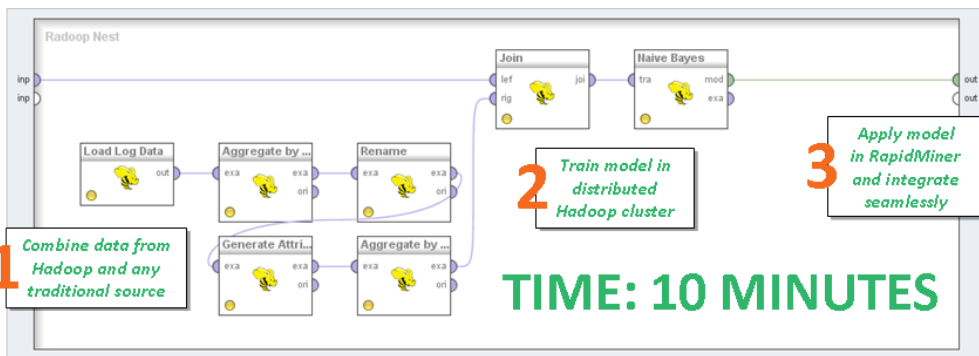
Р и с. 3. Интерфейс ПК Rattle GUI<sup>6</sup>F i g. 3. PS Rattle GUI interface<sup>6</sup>



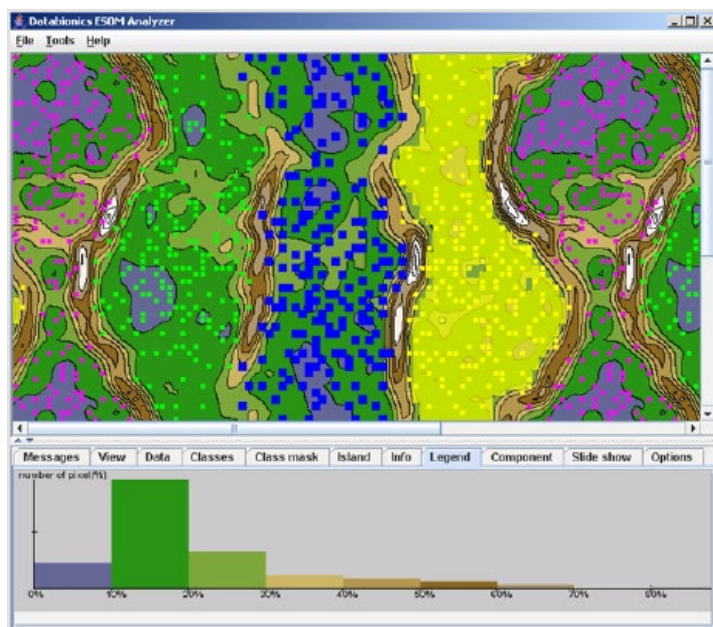
Р и с. 4. Интерфейс ПК SCAViS<sup>6</sup>  
 F i g. 4. PS SCAViS interface<sup>6</sup>

6) RapidMiner – средство, предоставляющее интегрированную среду для машинного обучения, интеллектуального анализа данных, анализа текста, прогнозирования и бизнес-аналитики (рис. 5);

7) Databionic ESOM Tools – набор программных средств для кластеризации, визуализации и классификации данных с самоорганизующимися картами (рис. 6);



Р и с. 5. Интерфейс ПК RapidMiner<sup>6</sup>  
 F i g. 5. PS RapidMiner interface<sup>6</sup>



Р и с. 6. Интерфейс PC Databionics ESOM Tools<sup>6</sup>

F i g. 6. PS Databionics ESOM Tools interface<sup>6</sup>

8) ELKI – проект для углубленного кластерного анализа данных выбираемым методом с возможностью управления этими данными;

9) KNIME (Konstanz Information Miner) – программное средство для интеллектуального анализа данных с возможностью управления данными, позволяющее выполнять прогнозирование (рис. 7);

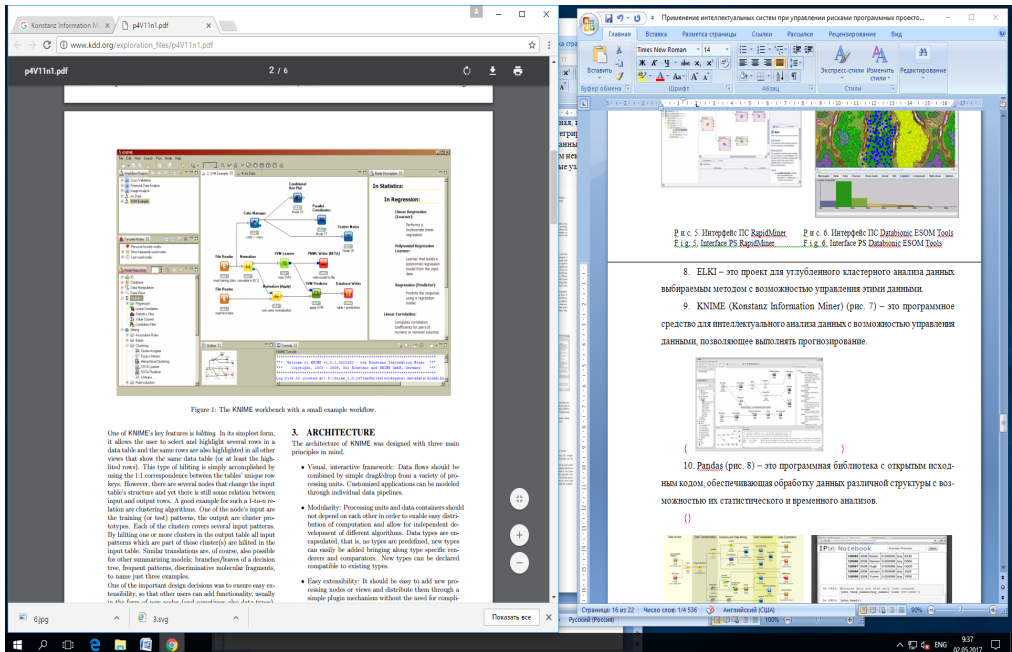
10) Pandas – программная библиотека с открытым исходным кодом, обеспечивающая обработку данных различной структуры с возможностью их статистического и временного анализов (рис. 8);

11) UIMA (Unstructured Information Management Architecture) – для анализа неструктурированных данных.

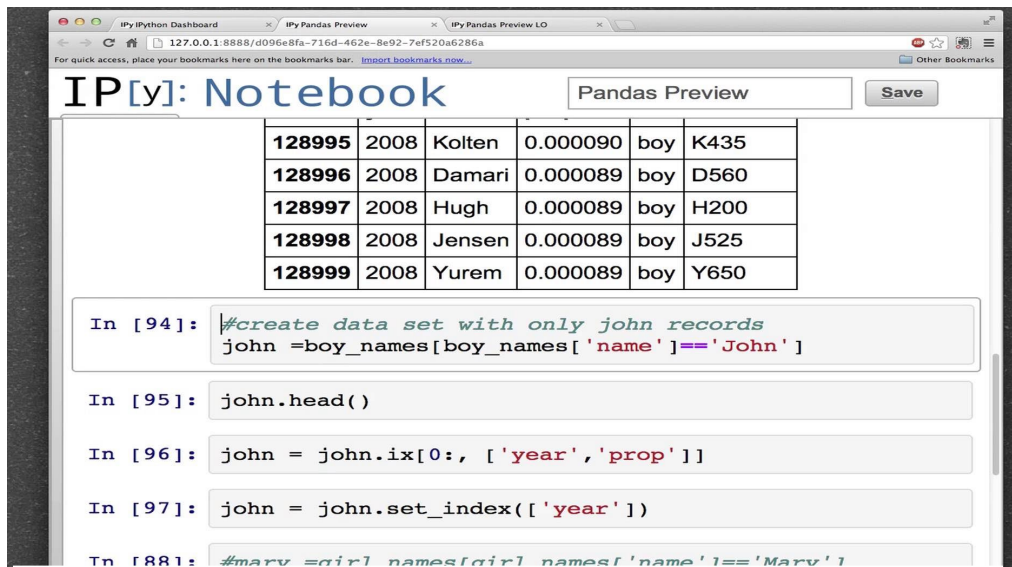
#### Обсуждение и заключения

В результате проведенного в статье исследования были выявлены основные риски программного проекта (налоговые, юридические, финансовые и торговые, IT-риски, риски персонала, риски, связанные конкурентами,

поставщиками, маркетингом, спросом и рынком). Также был проведен анализ основных видов интеллектуальных систем, применяемых для решения творческих (неоднозначных) задач, к которым относятся задачи, решаемые при управлении рисками программных проектов. Описаны пространственные в данной проблемной области системы интеллектуального интеллекта: экспертные системы и прикладные программные средства оценивания рисков. Выявлены наиболее используемые в настоящее время пустые экспертные системы (Clips, G2 и Leonardo) и системы анализа больших баз данных (Orange, Weka Rattle GUI, Apache Mahout, SCAViS, RapidMiner, Databionics ESOM Tools, ELKI, KNIME, Pandas и UIMA). Рассмотрены базисные методы, позволяющие реализовать оценивание и прогнозирование результатов управления рисками (в частности, кластерный, корреляционный, регрессионный, факторный и дисперсионный анализы).



Р и с. 7. Интерфейс ПК KNIME<sup>6</sup>  
F i g. 7. PS KNIME interface<sup>6</sup>



Р и с. 8. Интерфейс ПК Pandas<sup>6</sup>  
F i g. 8. PS Pandas interface<sup>6</sup>

Актуальность заявленной темы подтверждается большим интересом разработчиков программных проектов к автоматизации процесса управления рисками, разнообразием подходов и основанных на них программных продуктов, применяемых при оценивании рисков IT-проектов,

а также отсутствием стандартизированной методологии.

Полученная информация может послужить отправной точкой для создания единой системы управления рисками программных проектов произвольной сложности с заранее заданной структурой.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Глушенко С. А. Анализ функциональной полноты программных систем управления рисками // Вестник РГЭУ (РИНХ). 2012. № 2 (38). С. 53–62. URL: <http://old.rsue.ru/vestnik/archive.aspx>
2. Шевцова Ю. В. Байесовские технологии в управлении операционными рисками // Электросвязь. 2010. № 10. С. 58–61. URL: <https://www.rucont.ru/efd/255278>
3. Гусев А. Л. Сложные правила остановки непрерывного контроля // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 3. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9605>
4. Яковенко Д. О., Целищев М. А. Диверсификация и ее связь с мерами риска // Информатика и ее применение. 2011. Т. 5, вып. 3. С. 21–26. URL: <http://www.studfiles.ru/preview/4269507>
5. Таганов А. И. Методика анализа и сокращения рисков проектов сложных программных систем по характеристикам качества // Вестник РГПТУ. 2010. Вып. 31, № 1. С. 77–82. URL: <http://vestnik.rsreu.ru/ru/archive/2010/1-vypusk-31>
6. Кордович В. И. Техника агрегирования рисков методом Монте-Карло // Известия СПбГАУ. 2013. № 33. С. 142–147. URL: [http://spbgau.ru/izvestiya/numbers/Zhurnal\\_33](http://spbgau.ru/izvestiya/numbers/Zhurnal_33)
7. Кунин В. А. Стержневые задачи превентивного управления рисками промышленного предприятия // Мат-лы VII Междунар. науч.-практ. конф. «Социально-экономическая роль денег в обществе». СПб. : Изд-во СПбАУЭ, 2011. С. 130–134. URL: <http://www.spbume.ru/file/pages/79/kunin2011.pdf>
8. Гончаров М. М. Гибридная нечеткая модель управления рисками систем обработки информации // Научное образование. 2014. № 1. С. 123–129. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=21457341>
9. Тарасов А. Д. Управление рисками и безопасностью // Труды ИСА РАН. 2014. Т. 64, № 2. С. 27–41. URL: [http://www.isa.ru/proceedings/index.php?option=com\\_content&view=article&id=830](http://www.isa.ru/proceedings/index.php?option=com_content&view=article&id=830)
10. Зинкевич В., Штатов Д. Информационные риски: анализ и количественная оценка: начало // Бухгалтерия и банки. 2007. № 1. С. 50–55. URL: <http://base.garant.ru/5334264>
11. Зинкевич В., Штатов Д. Информационные риски: анализ и количественная оценка: окончание // Бухгалтерия и банки. 2007. № 2. С. 48–53. URL: <https://www.lawmix.ru/bux/73392>

*Поступила 15.03.2017; принята к публикации 24.04.2017; опубликована онлайн 14.06.2017*

*Об авторе:*

**Гущина Оксана Александровна**, доцент кафедры систем автоматизированного проектирования, факультет математики и информационных технологий, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва» (430005, Россия, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68), кандидат технических наук, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2978-9028>**, [motuzoa@mail.ru](mailto:motuzoa@mail.ru)

*Автор прочитала и одобрила окончательный вариант рукописи.*



## REFERENCES

1. Glushenko S. A. [Analysis of the functional completeness of software risk management systems]. *Vestnik RGEU (RINKh) = Rostov State University of Economics Bulletin*. 2012; 2(38):53-62. Available at: <http://old.rsue.ru/vestnik/archive.aspx> (In Russ.)
2. Shevtsova Yu. V. [Bayesian technologies in operational risk management]. *Elektrosvyaz = Telecommunications*. 2010; 10:58-61. Available at: <https://www.rucont.ru/efd/255278> (In Russ.)
3. Gusev A. L. Complex rules stop continuous monitoring. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education*. 2013; 3. Available at: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9605> (In Russ.)
4. Yakovenko D. O., Tselishchev M. A. [Diversification and its relationship to risk measures]. *Informatika i yeye primeneniye = Informatics and its Application*. 2011; 3(5):21-26. Available at: <http://www.studfiles.ru/preview/4269507> (In Russ.)
5. Taganov A. I. [Methodology for analyzing and reducing the risks of projects of complex software systems in terms of quality characteristics]. *Vestnik RGRTU = Ryazan State Radio Engineering University Bulletin*. 2010; 1(31):77-82. Available at: <http://vestnik.rsreu.ru/ru/archive/2010/1-vypusk-31> (In Russ.)
6. Kordovich V. I. [Monte Carlo risk aggregation technique]. *Izvestiya SPbGAU = St. Petersburg State Agrarian University Bulletin*. 2013; 33:142-147. Available at: [http://spbgau.ru/izvestiya/numbers/Zhurnal\\_33](http://spbgau.ru/izvestiya/numbers/Zhurnal_33) (In Russ.)
7. Kunin V. A. [The core tasks of preventive risk management of industrial entrepreneurship]. In: *Mat-ly VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. "Sotsialno-ekonomicheskaya rol deneg v obshchestve"* = Socio-Economic Role of Money in Society International Conference: Proceedings. St. Petersburg: SPbAUE; 2011; 130-134. Available at: <http://www.spbume.ru/file/pages/79/kunin2011.pdf> (In Russ.)
8. Goncharov M. M. Hybrid fuzzy model of managing the risks of information processing systems. *Nauchnoye obrazovaniye = Scientific Education*. 2014; 1:123-129. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=21457341> (In Russ.)
9. Tarasov A. D. Fuzzy information processing mathematical methods development and research in a problem of potentially-dangerous objects protection estimate. *Trudy ISA RAN = Proceedings of Institute of Systems Analysis of RAS*. 2014; 2(64):27-41. Available at: [http://www.isa.ru/proceedings/index.php?option=com\\_content&view=article&id=830](http://www.isa.ru/proceedings/index.php?option=com_content&view=article&id=830) (In Russ.)
10. Zinkevich V., Shtatov D. [Information risks: Analysis and quantification: Beginning]. *Bukhgalteriya i banki = Accounting and Banks*. 2007; 1:50-55. Available at: <http://base.garant.ru/5334264> (In Russ.)
11. Zinkevich V., Shtatov D. [Information risks: Analysis and quantification: Ending]. *Bukhgalteriya i banki = Accounting and banks*. 2007; 2:48-53. Available at: <https://www.lawmix.ru/bux/73392> (In Russ.)

*Submitted 15.03.2017; revised 24.04.2017; published online 14.06.2017*

*About the author:*

**Oksana A. Gushchina**, Associate Professor of the Department of Computer Aided Design Systems, Faculty of Mathematics and Information Technology, National Research Mordovia State University (68 Bolshevistskaya St., Saransk 430005, Russia), Ph.D. (Engineering), **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2978-9028>**, [motuzoa@mail.ru](mailto:motuzoa@mail.ru)

*The author have read and approved the final version of the manuscript.*