

На правах рукописи

Туманов Александр Юрьевич

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ
ОЦЕНКИ РИСКА ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА**

Специальность: 05.13.06 – Автоматизация и управление
технологическими процессами и производствами (сфера
услуг)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Санкт-Петербург – 2006

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» (ГОУ «СПбГПУ»)

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Нурулин Юрий Рифкатович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Маслов Владимир Иванович
кандидат технических наук
Третьяков Владимир Александрович

Ведущая организация: Научно-производственная фирма «Электронные системы управления и приборы»

Защита состоится «25» апреля 2006г. в __ часов на заседании диссертационного совета Д212.229.21 при ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» по адресу: 195251, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул. 29, главное здание, ауд. ____

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет».

Автореферат разослан «__» _____ 2006г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор технических наук, профессор

Редько С.Г.

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Риск инновационного проекта имеет в своей основе неопределенность будущего развития событий, отсутствие полноценной базы анализа и статистики по всем параметрам в силу природы и уникальности самого проекта. Важным элементом теории инноваций и одной из особенностей, отличающих инновационное проектирование от инвестиционного, является понятие жизненного цикла инновационного проекта. Жизненный цикл инновационного проекта принято делить на этапы, которые различаются по составу работ, продолжительности, величине вложенных средств, трудоемкости и материалоемкости, компетентности и квалификации временного коллектива, применяемым технологиям управления и др. Поэтому важно определить, чему равна, как изменяется величина риска и каковы причины, приводящие к наступлению неблагоприятных последствий на протяжении жизненного цикла инновационного проекта. Для этого необходимо учесть максимально возможное количество причин (факторов) и источников риска проекта и определить, как характеристики факторов связаны с показателями риска этапа и проекта в целом. При разработке показателей риска для социо-технической системы, которой является инновационный проект, важно учитывать следующие аспекты: случайность рассматриваемых процессов; искаженность информации о возможных событиях и процессах; принятие решения в условиях частичной неопределенности, многофакторность.

Разработкой общей теории риска в разное время занимались Дж. Уильямс, Е. Альтман и др. В работах У. Шарпа, Ст. Росса, Дж.Фон Неймана., Дж. Сигала и др. изложены основополагающие принципы качественной и количественной оценки риска инвестиционного проектирования в условиях неопределённости. Среди отечественных исследователей следует выделить работы А.П. Альгина, В.Д. Шапиро, А.А. Первозванского, Е.М. Четыркина, В.В. Ковалева, А.О. Недосекина, И.П. Агафоновой и др.

В настоящее время в рамках инноватики как науки сформировалась концепция риска, определяющая основные принципы качественной оценки риска инновационных проектов. В работах последних лет представлены научные разработки по различным аспектам разработки и совершенствования методик учета и оценки рисков в инвестиционном проектировании, однако методики количественной оценки риска инновационного проекта и средства автоматизации, включающие модели и инструменты для их практического применения, разработаны недостаточно полно и не вполне учитывают тенденции и взаимосвязи категорий “источники риска – факторы риска – вероятности риска – компенсационная доходность – показатели риска”. В результате этого они не обеспечивают научно обоснованного решения актуальных задач реализации инновационных проектов (количественный анализ риска в условиях частичной неопределенности, учёт факторов риска и вероятностей их проявления на

разных этапах жизненного цикла, автоматизация оценки риска) и снижают достоверность показателей инновационного проекта.

К числу недостаточно проработанных также следует отнести проблему формирования точной и максимально полной информации о влиянии социо-фактора риска, что является одной из особенностей инновационного проекта (формирование «команды» для реализации проекта, ее потенциал, достаточность квалификации и опыта участников, компетентность, реализуемость проекта силами авторского коллектива, мотивации и др.). Исследования, акцентирующие внимание на аспектах инновационного проекта, связывающих воедино формализованное описание предметной области, условий, допущений, инвестирования, факторов риска, вероятностей их проявления с компенсационной доходностью и показателями риска актуальны, т.к. помогут более объективно оценить риск инновационного проекта.

Таким образом, для инновационного проектирования, имеющего ряд особенностей и принципиальных отличий от инвестиционного, требуется создание методики и средств автоматизации количественной оценки риска инновационного проекта. В связи с вышеизложенным, создание автоматизированной системы количественной оценки риска инновационного проекта является актуальной и практически востребованной задачей.

Цель исследования.

Целью исследования является создание автоматизированной системы количественной оценки риска инновационного проекта и ускорение процесса принятия управленческих решений в инновационном проектировании в условиях частичной неопределенности. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- анализ существующих методик оценки риска инновационного проекта;
- формирование и классификация существенных факторов риска инновационного проекта на всех этапах его жизненного цикла;
- разработка методики количественной оценки риска, адаптированной для инновационных проектов;
- разработка автоматизированной системы количественной оценки риска инновационного проекта.

Методологическая основа диссертационного исследования. Методологической основой диссертационного исследования является теория инноваций, теория риска, неоклассическая теория финансов, теория инвестиций, теория автоматизированных систем управления и их информационного обеспечения, теория вероятностей и математическая статистика, теория нечетких множеств.

Информационная база исследования. В работе использовались статистические материалы Госкомстата РФ, информационные сборники, бизнес-планы инновационных

проектов. С целью изучения отечественного опыта инновационного проектирования были использованы результаты реализованных инновационных проектов.

Научная новизна. Научная новизна работы заключается в новом решении задачи автоматизированной количественной оценки риска инновационного проекта, адаптированной для инновационного проектирования, что имеет существенное значение для управления проектами и позволяет учитывать социо-фактор риска и жизненный цикл инновационного проекта, применить двухуровневую структуру вероятностей факторов риска и корректировать апостериорные вероятности проявления факторов риска в зависимости от условий проекта, формализовать взаимосвязь между факторами риска, компенсационной доходностью и показателями оценки риска инновационного проекта.

Научные результаты. В процессе исследования получены следующие основные результаты, выносимые на защиту:

1. Предложена классификация факторов риска инновационного проекта, позволяющая выявить существенные факторы риска и их источники.

2. Разработана стохастическая математическая модель количественной оценки риска инновационного проекта, что позволило выявить важные взаимосвязи факторов и показателей риска и формализовать их.

3. Разработана методика количественной оценки риска инновационного проекта, позволяющая учитывать взаимосвязи категорий “источники риска – факторы риска – вероятности риска – компенсационная доходность – показатели риска” и этапы жизненного цикла, что обеспечивает повышение достоверности оценки риска.

4. Разработана автоматизированная система количественной оценки риска инновационного проекта, включающая экспертную систему для определения апостериорных вероятностей проявления факторов риска на различных этапах жизненного цикла инновационного проекта на основе базы знаний факторов риска инновационного проекта, что дало возможность ускорить процесс принятия решений и повысить достоверность количественной оценки риска инновационного проекта.

Достоверность результатов. Обоснованность и достоверность результатов и выводов, полученных в диссертационном исследовании, подтверждается совпадением результатов моделирования и анализа показателей оценки риска инновационных проектов.

Практическая значимость. На основе предложенной в работе методики количественной оценки риска и автоматизированной системы был разработан программный комплекс «Оценка риска инновационного проекта», который был использован при оценке коммерческой эффективности ряда инновационных проектов в научно-производственной фирме «Электронные системы управления и приборы». Применение результатов работы позволило повысить научную обоснованность, достоверность принимаемых инвестиционных

решений. Появилась возможность дать количественную оценку риска инновационного проекта в стоимостном выражении и в относительных показателях. Была произведена детализация расчета риска инновационного проекта в зависимости от этапа его жизненного цикла. Сократилось время и трудоемкость рутинных операций по определению факторов риска инновационного проекта и их вероятностей. Финансовый эффект от внедрения автоматизированной системы оценки риска инновационного проекта выразился в оптимизации размера резервных фондов и страховых отчислений, необходимость которых обусловлена наличием рисков и неопределённостью условий реализации проекта.

Результаты исследований используются в учебных курсах студентов Института инноватики (ИИ) СПбГПУ и слушателей системы повышения квалификации и переподготовки кадров «Программа подготовки управленческих кадров для народного хозяйства Российской Федерации».

Основные положения и результаты диссертации могут быть использованы как инвесторами для оценки риска вложения средств, так и менеджерами при разработке и реализации инновационных проектов.

Апробация работы Основные положения работы докладывались в 2003-2005гг. на научных конференциях, в том числе, Международной научно-практической конференции «Социально-экономические преобразования в условиях трансформации общества», Всероссийской научно-технической конференции «Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике», научных семинарах ИИ СПбГПУ.

По теме диссертации опубликовано 8 научных работ.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, глоссария, заключения, списка использованной литературы, приложений. Объём диссертации составляет 197 страниц машинописного текста и включает 27 рисунков, 9 таблиц, 5 приложений. Список литературы включает в себя 146 наименований.

Во **введении** дается обоснование актуальности проблемы и темы диссертации, характеризуется степень ее разработанности, определяются объект, предмет, формулируется цель и задачи исследований, представлена формула диссертационного исследования, показывается научная новизна и практическая значимость диссертационной работы, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** рассмотрены вопросы теории риска и проведен анализ традиционных методик оценки риска.

Процесс оценки риска требует изучения и учета многих технических, экономических, финансовых и правовых факторов риска инновационного проекта, которые регулируются уровнем неопределенности. Задача количественной оценки риска состоит в определении характеристик потерь при проявлении многих, но не связанных между собой, факторов риска

инновационного проекта. Наиболее перспективным в этом случае представляется создание математической модели оценки риска с использованием современных статистических методов с элементами нечеткой логики, которая позволит учитывать влияние факторов риска в условиях частичной неопределенности.

В работе был проведен анализ способов получения информации о *субъективных вероятностях* случайного события, который показал, что применение различных подходов к выбору математических моделей оценки риска инновационного проекта регулируется уровнем неопределенности. По мере достижения неопределенностью пороговых критических значений, когда количественные данные по субъективным вероятностям отсутствуют или преобладают только качественные оценки, применение субъективно-вероятностных методов ограничивается. В то же время нечетко-множественный подход позволяет учитывать высокий уровень неопределенности.

При проведении идентификации факторов риска инновационного проекта было выяснено, что первый шаг решения задачи количественной оценки риска состоит в выявлении совокупности факторов, которые могут существенно повлиять на реализацию инновационного проекта. Факторами риска проекта могут выступать внутренние и внешние, по отношению к проекту, причины наступления неблагоприятных событий. На основании анализа различных классификаций риска и факторов риска установлено, что, несмотря на индивидуальный и уникальный характер каждого инновационного проекта существует некоторый ограниченный набор факторов риска (10-15), которые необходимо распределить по классам, в соответствии с выбранными признаками классификации. Такая классификация необходима для формализации оценки риска инновационного проекта и позволит перейти в дальнейшем к количественной оценке риска инновационного проекта.

Проведенный анализ существующих методик оценки риска проектов показал, что представленные в настоящее время методики количественной оценки рисков не могут адекватно оценить риск инновационного проекта по следующим причинам:

- инновационный проект является социо-технической системой, в которой оценку рисков можно представить многоуровневой многофакторной моделью, факторами которой являются корневые причины возникновения рисков. Все представленные в настоящее время методы количественной оценки рисков не учитывают многообразия всех этих факторов, не дают возможности спрогнозировать потери при реализации факторов риска в различной комбинации и последовательности;

- представленные методы не учитывают того, что инновационное проектирование имеет ряд особенностей (социофактор риска, учет жизненного цикла инновационного проекта), которые позволяют говорить о неравномерности величины риска на различных этапах инновационного проекта;

- представленные математические модели существующих методов не учитывают важнейшие взаимосвязи параметров и показателей оценки риска инновационного проекта (источники - факторы риска - вероятности - компенсационная доходность - эффективность).

Исходя из вышеизложенного, инновационное проектирование требует проведения исследования по созданию методики количественной оценки риска инновационного проекта в полной мере учитывающих ключевые особенности инновационного проекта. Этому исследованию посвящена следующая глава диссертации.

Во **второй главе** рассматриваются вопросы исследования и обоснования классификации факторов риска, математической модели и методики количественной оценки риска инновационного проекта, учитывающих ключевые особенности инновационного проектирования.

Предложенная классификация факторов риска инновационного проекта имеет трехуровневую структуру и включает в себя существенные факторы, вторичные факторы и источники риска. На рис.1. представлен фрагмент классификации факторов риска инновационного проекта.



Рис.1. Фрагмент классификации факторов риска инновационного проекта

В работе предложена математическая модель количественной оценки риска инновационного проекта, которая предусматривает возможность включения неограниченного количества факторов единичного риска. Математическая модель, применяемая для оценки риска инновационного проекта – стохастическая с элементами нечеткой логики, допускающая наличие случайных воздействий на исследуемые показатели и использующая аппарат теории вероятностей и математической статистики. В ходе описания модели вначале определяются экзогенные и эндогенные переменные. Экзогенными переменными являются те переменные, которые задаются для модели извне. В нашем случае это r_0 - безрисковая доходность, K_{inf} - коэффициент инфляции.

Введем обозначения для эндогенных переменных – тех переменных, которые определяются в ходе расчетов по модели. Это $P(C) = P(C1) \dots P(C5)$ - апостериорные вероятности возникновения факторов риска инновационного проекта с учетом условных вероятностей, R_s - поправка на внешний риск, R_m - поправка на внутренний риск, NPV - чистый приведенный доход без учета риска, NPV_r - чистый приведенный доход с учетом риска, $RISK = NPV - NPV_r$ - абсолютный показатель риска, $Rr = \frac{RISK}{NPV_r}$ - относительный показатель рисковости инновационного проекта.

В ходе формализации условий задачи количественной оценки риска была определена зависимость компенсационной доходности от вероятностей проявления факторов риска, которая показывает, как совокупность факторов риска проекта влияет на компенсационную доходность, а, следовательно, и на эффективность проекта. Известно, что компенсационная доходность на каждом этапе жизненного цикла проекта K_r может быть представлена в следующем виде:

$$K_r = r_0 + K_{inf} + R_s + R_m, \quad (1)$$

где

r_0 - безрисковая доходность, %

K_{inf} - коэффициент инфляции, %

R_s - поправка, учитывающая воздействие внешних факторов риска, %

R_m - поправка, учитывающая воздействие внутренних факторов риска, %

По каждому ключевому фактору риска оценивается поправка на риск. Формула поправки, учитывающей воздействие внутренних факторов риска R_m :

$$R_m = \sum_{k=1}^n r_{ink},$$

где $r_{инк}$ - поправка к-го внутреннего фактора риска инновационного проекта.

Формула поправки на внешний риск R_s :

$$R_s = \sum_{k=1}^n r_{sk} ,$$

где r_{sk} - поправка к-го внешнего фактора риска инновационного проекта.

Учитывая, что связь переменных P и R , на которую накладываются воздействия случайных факторов является статистической, производим выбор формулы взаимосвязи. В ходе спецификации была выбрана линейная формула.

В ходе исследования взаимосвязи вероятностей проявления факторов риска и компенсационной доходности инновационного проекта были получены уравнение регрессии и количественные значения параметров. Пусть величины R и P связаны некоторой функциональной зависимостью вида $R = \varphi(P)$, причем функция φ нам неизвестна и ее требуется определить. Обозначая результат j -го измерения через r_j , имеем

$$r_j = \varphi(P_j \times J_j) + \delta_j ,$$

где δ_j - случайная ошибка.

В ходе решения задачи, носящей название *сглаживание зависимостей*, получим линейную функцию:

$$R = \frac{m_{rpj}^*}{S_{pj}^2} P \times J + \bar{r} - \frac{m_{rpj}^*}{S_{rpj}^2} \bar{p} ,$$

где $\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_j$, $\bar{p} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n p_j$,

$$m_{r,pj}^* = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (r_j - \bar{r})(p_j j_j - \bar{p}j), \quad S_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (p_j j_j - \bar{p}j)^2 .$$

Если подставить найденное значение поправки на риск в уравнение (1), то получим полную формулу зависимости компенсационной доходности от вероятностей проявления k факторов риска инновационного проекта

$$K_R = r_0 + K_{mf} + \sum_{k=1}^n \left(\frac{m_{rpj}^*}{S_{pj}^2} P \times J + \bar{r} - \frac{m_{rpj}^*}{S_{rpj}^2} \bar{p} \right).$$

Предложенная в работе методика количественной оценки риска инновационного проекта базируется на многофакторной математической модели количественной оценки риска инновационного проекта в рамках субъективно - вероятностного подхода.

В основу методики легли несколько основных допущений:

- компенсационная доходность непостоянна на протяжении проекта;

- инвестиционные затраты на реализацию проекта в действительности не являются одномоментными (финансирование следующего этапа после завершения предыдущего), и можно разделить проект в соответствии с его жизненным циклом на отдельные этапы не только в организационном плане, но и в финансовом;

- некоторые данные, используемые в оценке риска инновационного проекта, неизбежно основываются на субъективных оценках, а не на устойчивых статистических наблюдениях;

- многоуровневая детализация при определении этапов проекта, факторов риска и их источников сказывается на достоверности оценки риска в сторону ее повышения;

- факторы риска инновационного проекта являются статистически независимыми совместными событиями;

- риск инновационного проекта это единичный риск, относящийся только к одному проекту, и вложения в проект являются, единственными активами участников.

Предлагаемая в работе методика количественной оценки инновационного проекта включает в себя следующие основные операции:

1. Выбор способа определения априорных вероятностей для математической модели оценки риска

Выбор способа определения априорных вероятностей необходим вследствие того, что уровень частичной неопределенности может существенно различаться. В случае превышения уровня неопределенности пороговых значений, когда преобладают качественные оценки, возможно применение нечетко-множественного способа определения априорных вероятностей. Схема выбора способа определения априорных вероятностей для математической модели оценки риска инновационного в зависимости от уровня неопределенности представлена на рис.2.

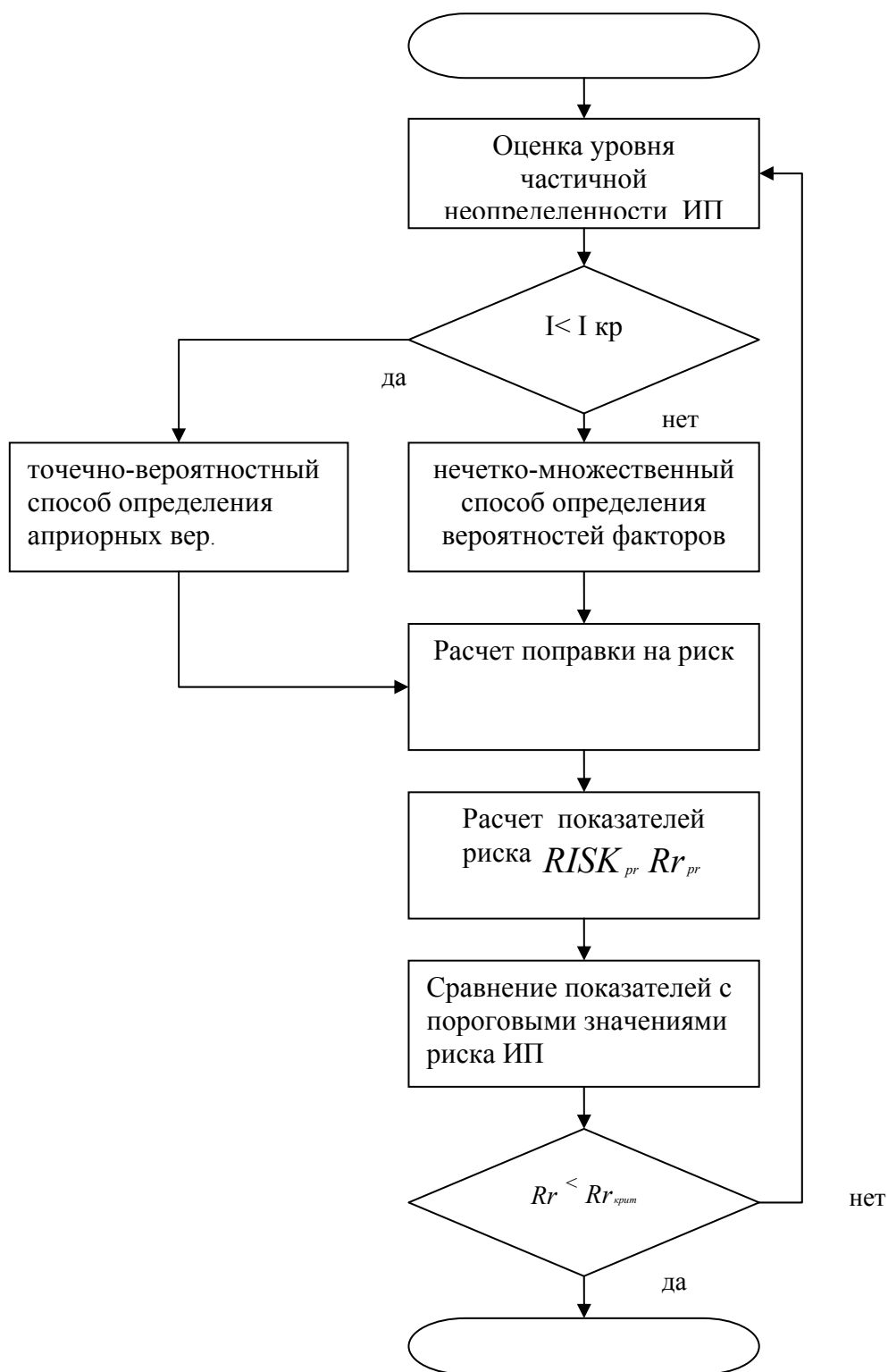


Рис. 2. Схема выбора способа определения априорных вероятностей для математической модели оценки риска инновационного проекта в зависимости от уровня неопределенности

2. Выявление существенных факторов риска производится на основе разработанного примерного *классификатора* факторов риска инновационного проекта. Если менеджеры проекта считают необходимым идентифицировать дополнительные факторы

риска, вследствие уникальности своего проекта, то эта работа может быть выполнена путем построения ряда *причинно-следственных диаграмм*.

3. Получение из базы знаний данных о величинах субъективных априорных вероятностей проявления факторов риска (субъективные *априорные* вероятности проявления факторов риска без дополнительных условий, субъективные априорные условные вероятности). На рис.3. и в таблице 2. приведен пример экспертной оценки априорных точечных вероятностей факторов риска инновационного проекта.

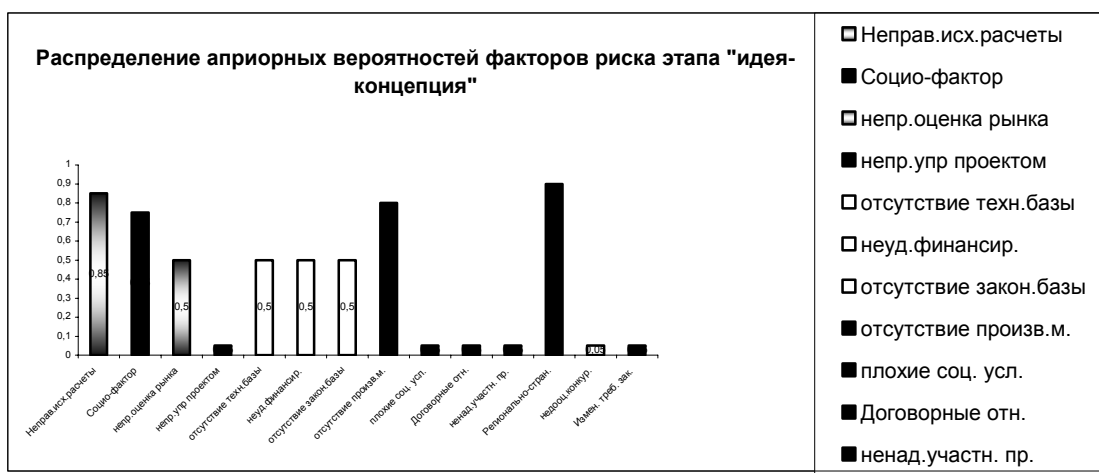


Рис. 3. Диаграмма вероятностей факторов риска проекта на этапе «идея → концепция»

Таблица 2. Факторы риска и динамика изменения точечных априорных вероятностей факторов риска в зависимости от этапа жизненного цикла проекта.

Фактор\ № этапа	1	2	3	4	5	6
1. Неправильные исходные теор. расчеты и оценки (C1)	0,85	0,8	0,7	0,6	0,1	0,05
2. Социо-фактор (C2)	0,75	0,86	0,91	0,85	0,82	0,69
3. Неправильная оценка рынка (C3)	0,05	0,8	0,1	0,1	0,1	0,8
4. Неудовлетворительное управление п. (C4)	0,05	0,05	0,9	0,9	0,8	0,1
5. Отсутствие необходимой технологической базы (C5)	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,05
6. Неудовлетворительное финансирование (C6)	0,9	0,8	0,8	0,7	0,3	0,1
7. Изменения в законодательстве (C7)	0,8	0,8	0,7	0,05	0,05	0,05
8. Отсутствие необх. произв. Мощностей (C8)	0,8	0,8	0,7	0,05	0,05	0,05
9. Трудности с обеспечением соц. условий (C9)	0,05	0,05	0,8	0,8	0,5	0,05
10. Ошибки в договорных отношениях (C10)	0,05	0,9	0,7	0,6	0,6	0,9
11. Ненадежность участников проекта (C11)	0,05	0,9	0,5	0,5	0,5	0,8
12. Регионально-страновой фактор (C12)	0,9	0,85	0,7	0,5	0,2	0,05
13. Недооценка конкурентов (C13)	0,05	0,5	0,1	0,1	0,1	0,3
14. Изменения требования заказчика (C14)	0,05	0,05	0,5	0,7	0,8	0,9

4. Определение *апостериорных* вероятностей возникновения риска инновационного проекта по каждому фактору риска с использованием экспертной системы

(ЭС), включающую базу знаний, в результате чего происходит корректировка вероятностей факторов риска с учетом условий проекта. Блок-схема определения апостериорных вероятностей в ЭС приведена на рис.4.

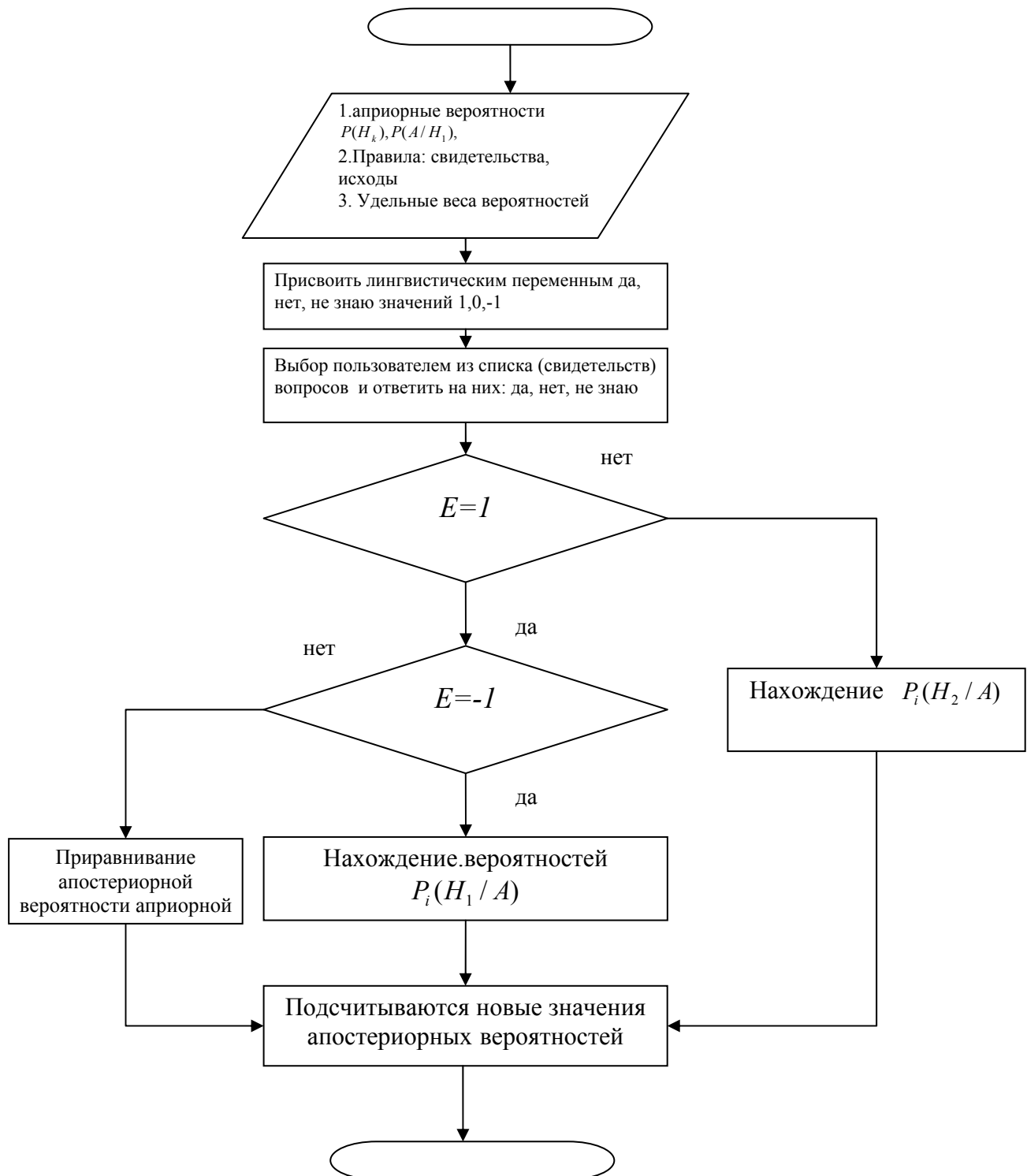


Рис.4. Блок-схема определения апостериорных вероятностей

База знаний включает в себя три блока. Первый блок содержит описание базы знаний, имя автора и комментарий. Второй блок представляет собой свидетельства E – вопросы

уточняющего характера, характеризующие источники риска. Третий блок включает в себя правила логического вывода:

Исход № 0, P [, i, P_y, P_n];

Исход № 1, P [, i, P_y, P_n];

Исход № 2, P [, i, P_y, P_n];

...

Исход № M, P [, i, P_y, P_n].

В начале описания правила вывода задаётся исход, представляющий собой определенный фактор риска инновационного проекта, вероятность которого меняется в соответствии с данным правилом, затем априорная вероятность данного исхода $P = P(H_k)$, т.е. вероятность исхода в случае отсутствия дополнительной информации. Далее расположены несколько повторяющихся полей, каждое из которых состоит из трёх элементов. Первый элемент i – это номер соответствующего вопроса (свидетельства). Следующие два элемента $P_y = P(A / H_1)$ и $P_n = P(A / H_2)$ – соответственно условные вероятности получения ответа «Да» на этот вопрос, если возможный исход верен и неверен. Или, если сформулировать по-другому: факторы риска инновационного проекта (исходы) проявляются, приводя к неблагоприятным последствиям с вероятностью $P = P(H_k)$. Предлагается система вопросов (свидетельств), при ответе, на которые пользователи отвечают «Да» для проявляющихся факторов риска с условной вероятностью $P_y = P(A / H_1)$, а для факторов риска которые не приводят к неблагоприятным последствиям с условной вероятностью $P_n = P(A / H_2)$. Значения $P(A / H_1)$ и $P(A / H_2)$, подставленные в формулу Байеса, позволяют вычислить апостериорные вероятности исхода, т.е. *вероятности, скорректированные в соответствии с ответом «да» или «нет» на данный вопрос (свидетельство) E:*

$$P(H_1 / A) = \frac{P(H_1) * P(A / H_1)}{(P(H_1) * P(A / H_1) + P(A / H_2) * (1 - P(H_1)))},$$

$$P(H_2 / A) = \frac{P(H_2) * P(A / H_2)}{(P(H_2) * P(A / H_2) + P(A / H_1) * (1 - P(H_2)))}.$$

Форма вывода результатов консультации в ЭС для определения апостериорных вероятностей факторов риска представлены на рис. 5.

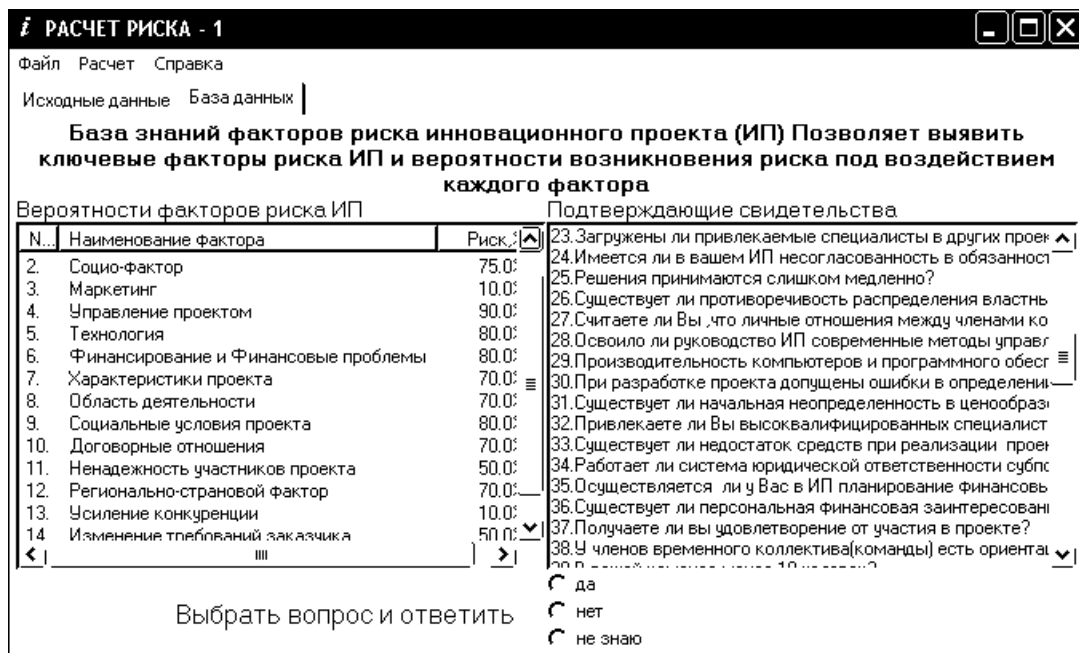


Рис.5. Форма вывода результатов консультации в ЭС для определения апостериорных вероятностей факторов риска инновационного проекта

5. Получение из базы знаний *удельных весов* факторов риска по величине потерь от их воздействия и предварительный расчет риска по каждому фактору с получением характеристик в процентном отношении наступления неблагоприятного события. Удельные веса факторов риска определяются путем исследования матрицы приоритизации (ранжирование возможностей выбора). Пример нахождения удельных весов факторов риска проекта путем составления матрицы приоритизации представлены в таблице 3.

Таблица 3. Матрицы приоритизации удельных весов факторов риска

Факторы риска	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Вес	
1. (C1)		0,2	1	0,2	1	1	10	5	5	0,2	5	1	5	0,2	34,7	0,07
2. (C2)	5		10	5	5	10	10	10	5	10	10	5	10	5	100	0,2
3. (C3)	1	0,1		1	1	0,2	5	5	5	1	5	1	5	1	31,3	0,06
4. (C4)	5	0,2	1		1	0,2	5	5	5	1	5	1	5	1	35,4	0,07
5. (C5)	1	0,2	1	1		1	0,2	5	5	5	10	0,2	5	0,2	34,8	0,07
6. (C6)	1	0,1	5	5	1		1	1	5	1	10	0,2	5	1	36,3	0,08
7. (C7)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	1		1	1	0,2	5	5	1	0,1	15,1	0,03
8. (C8)	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	1	1		1	0,2	1	0,2	1	0,1	6,4	0,01
9. (C9)	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1		0,1	1	0,2	1	0,1	5,5	0,01
10. (C10)	5	0,2	1	1	5	1	5	5	10		5	1	5	1	46,2	0,09
11. (C11)	1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	1	1	0,2		0,1	1	0,2	5,5	0,01
12. (C12)	1	0,2	1	1	5	5	10	5	5	1	10		5	1	50,2	0,1
13. (C13)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	0,2	1	0,2		0,1	5,7	0,01
14. (C14)	5	0,2	5	5	5	5	10	10	10	1	5	5	10		76,2	0,16
ИТОГО: сумма															483,3	

6. Ранжирование и определение ключевых факторов риска инновационного проекта

Ранжирование факторов риска происходит путем сравнения величин произведений апостериорных вероятностей факторов риска и их удельных весов с пороговыми значениями. При этом выбираются значения превышающие их. Все факторы риска, удовлетворяющие этому условию, являются *ключевыми* факторами риска. Среди ключевых факторов риска также проводится ранжирование. Во главе списка располагается ключевой фактор риска с максимальными величинами P^*J , а замыкает его фактор с минимальным P^*J .

Представление результатов ранжирования факторов риска инновационного проекта возможно в виде графического представления величин отражаемых значимость факторов риска в форме диаграммы из вертикальных столбцов. Такое представление позволяет визуализировать информацию для дальнейшей оценки и внесения изменений и улучшений.

7. Расчет поправок, учитывающая воздействие внешних и внутренних факторов риска инновационного проекта по формулам $R_s = \sum_{k=1}^n r_{sk}$ и $R_{in} = \sum_{k=1}^n r_{ink}$

8. Расчет компенсационной доходности по формуле

$$K_r = r_0 + K_{inf} + \sum_{k=1}^n \left(\frac{m_{rpj}^*}{S_{pj}^2} P \times J + \bar{r} - \frac{m_{rpj}^*}{S_{rpj}^2} \bar{p} \right)$$

9. Расчет чистого приведенного дохода без учета риска NPV

10. Расчет чистого приведенного дохода с учетом риска NPV_R

11. Нахождение абсолютной показателя риска, величины риска в стоимостном выражении, $RISK = NPV - NPVr$

12. Расчет относительного показателя *рисковость* Rr этапа инновационного проекта, $Rr = \frac{RISK}{NPV_R}$,

Результаты расчета этапных рисков заносятся в отчет в виде таблицы 4.

Таблица 4. Результаты расчетов показателей риска

Этапы инновационного проекта	Компенсационная доходность K , %	Чистый приведенный доход без учета риска NPV , руб.	Чистый приведенный доход с учетом риска NPV_R , руб.	Риск $RISK$, руб.	Рисковость Rr , %
к-тый этап	K_k	NPV_k	NPV_{Rk}	$RISK_k$	Rr_k
(n-1) этап	K_{n-1}	NPV_{n-1}	NPV_{Rn-1}	$RISK_{n-1}$	Rr_{n-1}
n-ный этап	K_n	NPV_n	NPV_{Rn}	$RISK_n$	Rr_n
Проект в целом	K_{pr}	NPV	NPV_{Rpr}	$RISK_{pr}$	Rr_{pr}

Также результаты оценки риска могут быть представлены в виде графиков (рискограмм), которые показывают зависимости априорных и апостериорных вероятностей ключевого фактора риска от времени (динамика тренда). Пример рискограммы социо-фактора риска показан на рис.6.

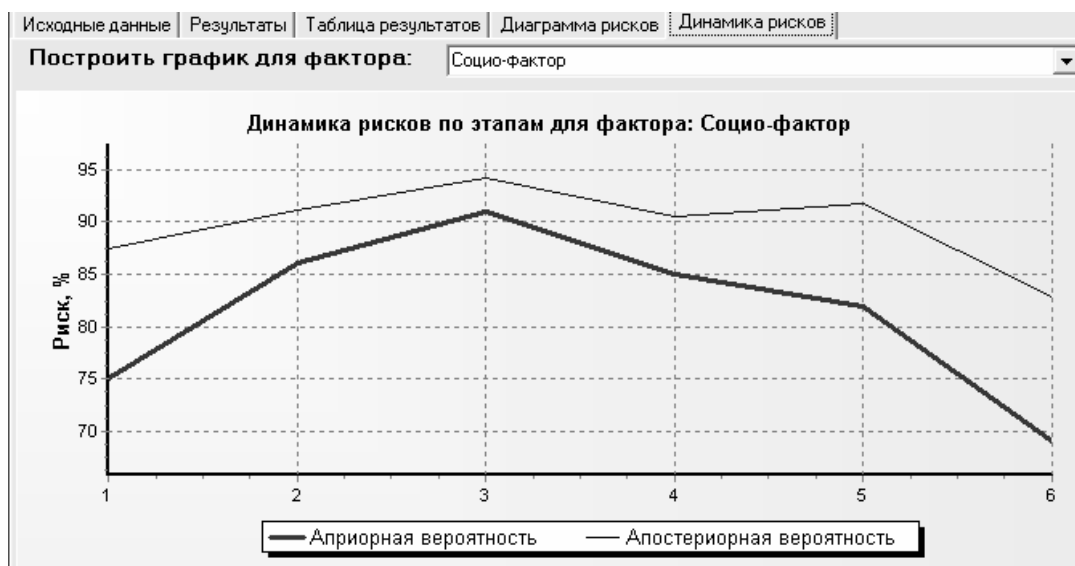


Рис.6. Рискограмма социо-фактора риска инновационного проекта

13. Интерпретация полученных результатов

Интерпретация полученных результатов может происходить путем сравнения с табулированными пороговыми значениями показателей риска для относительных показателей. Например, если величина рисковости Rr_{pr} превышает некоторую предельную величину, по шкале уровня рисковости, приведенной в таблице 5., то это является основанием для отклонения или приостановления реализации проекта до устранения неблагоприятного влияния, выявленных факторов риска инновационного проекта. Показатель $RISK$, как абсолютный показатель риска, измеряемый в денежном выражении, показывает сумму потерь от воздействия совокупности ключевых факторов риска. Также он может интерпретироваться менеджерами проекта как размер резервных фондов и страховых отчислений, необходимость которых обусловлена наличием рисков и частичной неопределённостью условий реализации проекта.

Таблица 5. Таблица пороговых величин показателей риска инновационного проекта

Вероятности факторов риска P (в дол. ед.)	Поправка на риск R , (%)	Рисковость Rr , (в дол. ед.)	Лингвистическое представление риска инновационного проекта
0-0,15	0	0	Допустимый уровень
0,15-0,3	0 – 50	0-0,64	Переходный уровень
0,3-0,9	50-240	0,64-0,95	Критический уровень
0,9-1	>240	>0,95	Неприемлемый уровень

Обобщенно можно представить процедуры количественной оценки риска этапа инновационного проекта в виде граф-модели, которая приведена на рис.7.

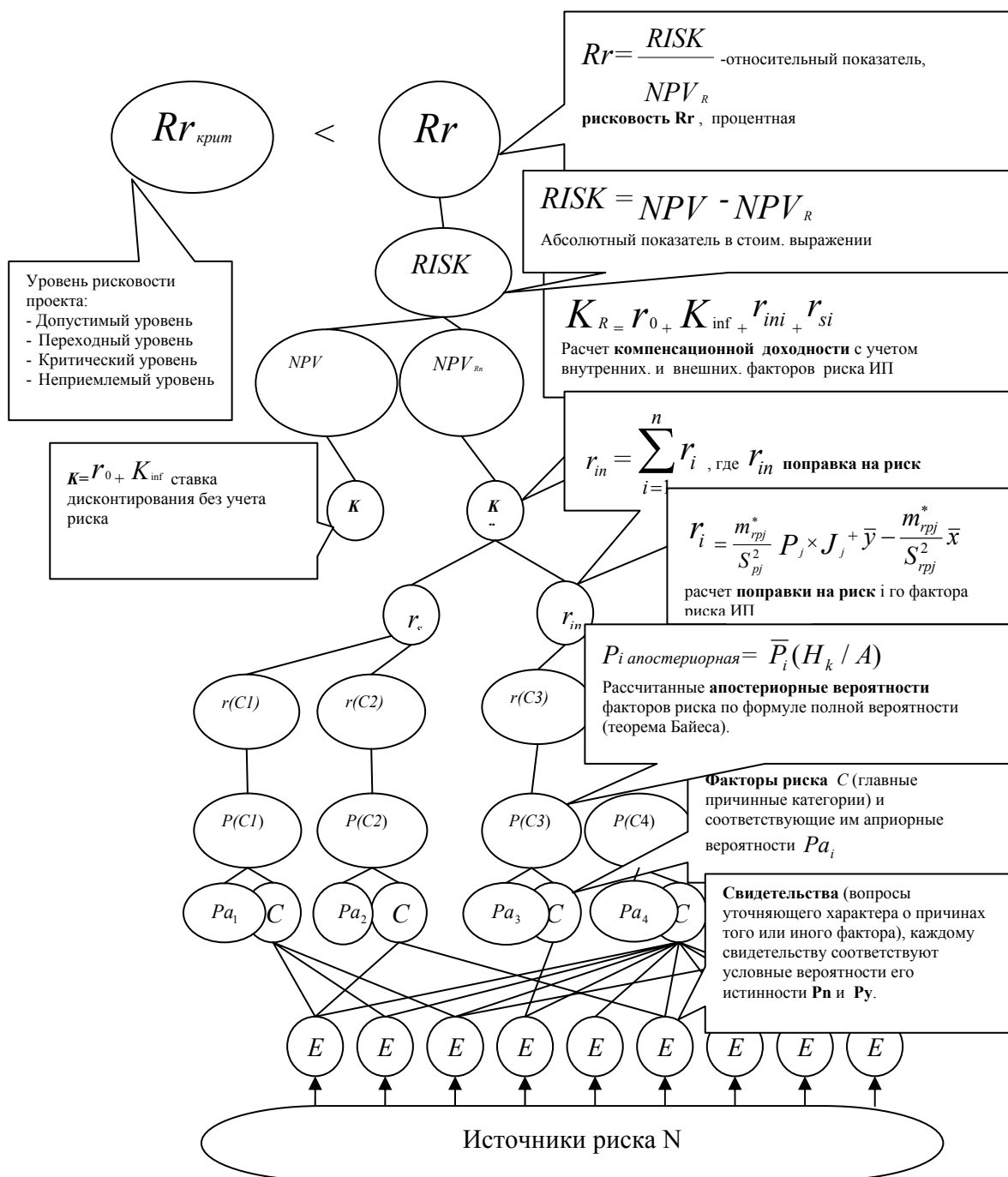


Рис.7. Граф-модель количественной оценки риска этапа инновационного проекта

В работе также было проведено исследование социо-фактора риска инновационного проекта, которое показало, что вероятность социо-фактора риска, имеющего сложную многоуровневую структуру, непостоянна на разных этапах жизненного цикла инновационного проекта.

Необходимым развитием разработанной выше методики количественной оценки риска инновационного проекта и обязательным условием ее применения в качестве инструмента

анализа и моделирования является ее автоматизация, поэтому в **третья глава** посвящена разработке автоматизированной системы оценки риска инновационного проекта (АСОРИП).

В настоящее время существует несколько сотен систем, так или иначе, реализующих функции оценки риска. Некоторые из них представляют собой информационные системы поддержки управления проектами, в которых присутствует модуль оценки риска, другие являются приложениями и дополнениями систем календарного планирования, либо самостоятельными программными продуктами по оценке риска.

Наиболее известными в России стали системы оценки риска, такие как: @Risk Professional for Project; Dekker TRAKKER; Enterprise project; ER Project 1000; Intelligent Planner; Mesa/Vista Risk Manager; Risk Track; Open Plan, Risk Watch, CRAMM, COBRA, АванГард, ТРИФ, КОНДОР+, Project expert и др. Эти программные продукты базируются на различных подходах к оценке риска и решению различных задач. Несмотря на многочисленность, представленных для анализа программных средств, применение их для оценки риска инновационного проекта ограничивается невозможностью адекватного детализированного описания в них предметной области проекта и неразработанностью достоверных методик оценки риска инновационного проекта. Имеющиеся программные средства дают оценку риска, не учитывающую основные особенности инновационного проекта. На основании сравнительного анализа этих программных продуктов установлено, что все представленные системы оценки риска не учитывают:

- изменение риска на различных этапах жизненного цикла инновационного проекта;
- влияние социо-фактора риска проекта;
- зависимость «факторы риска - компенсационная доходность - показатели риска».

В работе представлена автоматизированная система оценки риска инновационного проекта, которая реализована в виде программного комплекса «Оценка риска инновационного проекта». Программный комплекс АСОРИП содержит несколько взаимосвязанных модулей. В первый модуль включен тест руководителя инновационного проекта, в котором выясняется подготовленность тестируемого к участию и руководству инновационным проектом. Во втором модуле производится расчет апостериорных вероятностей факторов риска, связанных с инновационным проектом. Расчет производится на основе ответов на вопросы экспертной системы. Вероятности факторов риска пересчитываются согласно весовым коэффициентам факторов. Рассчитываются поправки, учитывающие воздействие внешних факторов риска и воздействие внутренних факторов риска. В третьем модуле производится расчет абсолютных и относительных показателей риска этапа проекта, и дается оценка эффективности проекта с учетом риска.

Алгоритм работы автоматизированной системы оценки риска инновационного проекта представлен на рис.8.

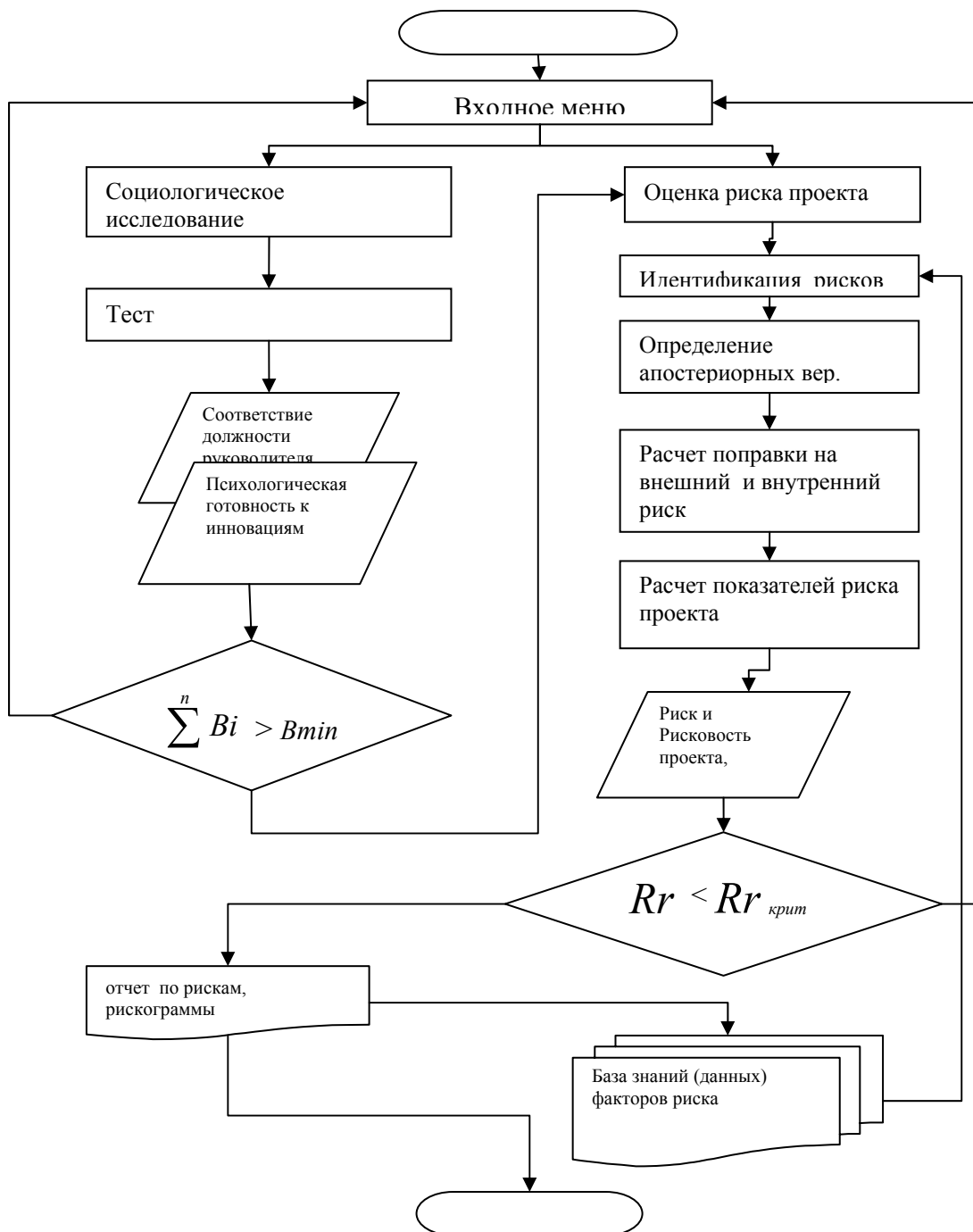


Рис. 8. Схема алгоритма работы автоматизированной системы оценки риска

Программный комплекс создан на базе программной платформы «Delphi 6». Проведенная оценка эффективности АСОРИП показала, что автоматизированная система оценки риска инновационного проекта обеспечивает:

- оптимизацию размера резервных фондов и страховых отчислений, необходимость которых обусловлена наличием рисков и неопределённостью условий реализации проекта;
- увеличение возможности раннего предупреждения (устранения) риска – исключение источника риска в результате целенаправленных действий субъекта риска на основе результатов АСОРИП;

- снижение риска – снижение вероятности реализации фактора риска в результате действия субъектов риска на основе выходных данных АСОРИП, что обусловлено получением новых знаний и снижением уровня частичной неопределенности;
- возможность анализа неограниченного количества сценариев реализации проекта с учетом условий проекта;
- уменьшение времени и трудозатрат рутинных операций идентификации факторов риска инновационного проекта.

В **заключении** диссертации сформулированы основные результаты диссертационного исследования:

1. Предложена классификация факторов риска инновационного проекта, позволяющая выявить существенные факторы риска и их источники.

2. Разработана математическая модель количественной оценки риска инновационного проекта, что позволило выявить важные взаимосвязи факторов и показателей риска и формализовать их.

3. Разработана методика количественной оценки риска инновационного проекта, позволяющая более достоверно оценить риск, учитывая взаимосвязи категорий “источники риска – факторы риска – вероятности риска – компенсационная доходность – показатели риска” и этапы жизненного цикла.

4. Разработана автоматизированная система количественной оценки риска инновационного проекта, включающая экспертную систему для определения апостериорных вероятностей проявления факторов риска на различных этапах жизненного цикла инновационного проекта на основе базы знаний факторов риска инновационного проекта и их вероятностей, что дало возможность ускорить процесс принятия решений и повысить достоверность количественной оценки риска инновационного проекта.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Туманова О.Н., Туманов А.Ю. Анализ применения компьютерных технологий в предпринимательской деятельности (малом бизнесе). Сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции «Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике» - Пенза, 2001. – С. 103-105. – 0,1 п.л.

2. Туманов А.Ю. Экспресс-оценка риска инновационного проекта. Сборник материалов международной научно-практической конференции «Опыт и проблемы социально-экономических преобразований в условиях трансформации общества: регион, город, предприятие» - Пенза: РИО ПГСХА, 2003. – С. 258-260. – 0,25 п.л.

3. Туманов А.Ю. Информационная технология «Экспресс-оценка риска инновационного проекта - Инновации в науке, образовании и производстве: Труды СПбГПУ №488 / под

редакцией В.Г. Колосова и И.Л. Туккеля. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. – С. 106-109. – 0,25 п.л.

4. Туманов А.Ю. Формирование механизма учета риска в инновационном проектировании - Инновации в науке, образовании и производстве: Труды СПбГПУ №492 / под редакцией В.Г. Колосова и И.Л. Туккеля. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. – С. 120-125. – 0,3 п.л.

5. Нурулин Ю.Р., Савватеева Е.Н., Туманов А.Ю. Финансовое обеспечение инновационной деятельности: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2004. – 250с. – 16 п.л.

6. Туманов А.Ю, Культин Н.Б., Туккель И.Л., Черняк В.С. Комплексный бизнес-тренинг «Управление инновационными проектами» Учеб. Пособие под ред. И.Л. Туккеля.- СПб.: СПбГПУ, 2004. – 16 с.ил. – 1,0 п.л.

7. Туманов А.Ю, Нурулин Ю.Р. Исследование функциональной зависимости вероятностей проявления факторов риска и компенсационной доходности инновационного проекта - Инновации в науке, образовании и производстве: Труды СПбГПУ №493 / под редакцией И.Л. Туккеля,- СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2005. – С. 45-50. – 0,3 п.л.

8. Туманов А.Ю. Определение апостериорных вероятностей факторов риска инновационного проекта с использованием экспертной системы – Инновации в науке, образовании и производстве: Труды СПбГПУ №493 / под редакцией И.Л. Туккеля. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2005. – С. 73-79. – 0,3 п.л.

9. Туманов А.Ю. Способы достоверной оценки априорных субъективных вероятностей факторов риска на разных этапах жизненного цикла инновационного проекта – Инновации в науке, образовании и производстве: Труды СПбГПУ №496 / под редакцией И.Л. Туккеля. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2006. – С. 43-50. – 0,3 п.л.

10. Туманов А.Ю. Исследование социо-фактора риска инновационного проекта – Инновации в науке, образовании и производстве: Труды СПбГПУ №496 / под редакцией И.Л. Туккеля. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2006. – С. 69-75. – 0,3 п.л.