

Сидоренко Елена Васильевна

**МОДЕЛЬ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ИННОВАЦИОННЫХ
ПРОЕКТОВ В ОБЛАСТИ БИОМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
(НА ПРИМЕРЕ ОАО «РОСНАНО»)**

08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Автор:



Москва, 2012

Диссертация выполнена в Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ».

Научный руководитель: Доцент кафедры «Кибернетика» НИЯУ
МИФИ, кандидат технических наук,
Тихомирова Анна Николаевна

Официальные
оппоненты: Ген. директор
Института экономических стратегий
Отделения общественных наук
Российской академии наук (ИНЭС),
доктор экономических наук, профессор
Агеев Александр Иванович

Зав.каф. «Информационные технологии
и системы в экономике и управлении»
МГИУ,
кандидат экономических наук, доцент
Суворов Станислав Вадимович

Ведущая организация: ООО «БЕБИГ» (дочерняя российская
компания Eckert & Ziegler Strahlen –
und Medizintechnik AG – Германия)

Защита состоится «24» мая 2012 года в 15:00 часов на заседании
диссертационного совета Д 212.130.12 – при НИЯУ «МИФИ» по
адресу: 115409, Москва, Каширское шоссе, д.31.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке
НИЯУ «МИФИ».

Автореферат разослан «20» апреля 2012 года

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор



/А.В.Путилов/

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Развитие здравоохранения играет важную роль в модернизации России. Компания ОАО «РОСНАНО» была создана для обеспечения целевого финансирования высоких технологий, имеющих наносоставляющую. Для выполнения поставленных государством задач ОАО «РОСНАНО» должно находиться в состоянии непрерывного процесса повышения эффективности своей инвестиционной деятельности, в том числе в части финансирования инновационных биомедицинских проектов. Для этого компании требуется совершенствовать систему проведения экспертизы, одной из наиболее важных составляющих которой является научно-техническая экспертиза. Помимо этого специфика биомедицинских проектов требует повышенного внимания к квалификации и компетентности привлекаемых к экспертизе экспертов.

В настоящее время процесс проведения научно-технической экспертизы (НТЭ) в ОАО «РОСНАНО» представляет собой регламентированную цепочку последовательных звеньев. В процессе организации научно-технической экспертизы возникают трудности, среди которых наиболее значимыми являются:

- отсутствие четко структурированной иерархии специализированных критериев для оценки проектов в области биомедицинских технологий;
- отсутствие эффективного и наглядного инструментария, обеспечивающего на основе визуализации экспертного заключения поддержку принятия решения по проекту ответственным лицом;
- отсутствие механизма формализации и оценки различных качественных и количественных показателей квалификации и компетентности экспертов, осуществляющих НТЭ.

Необходимо подчеркнуть, что ошибка на стадии научно-технической экспертизы является существенным фактором, влияющим на экономическую эффективность функционирования компании ОАО «РОСНАНО», задачами которой является повышение конкурентоспособности отечественных нанотехнологий, нанопродукции и наносистем на мировом рынке высоких технологий.

Степень научной проработанности проблемы

В настоящее время управлению инновационными проектами уделяется особое внимание, при этом проблемы, связанные с повышением эффективности работы с ними, рассматриваются как российскими, так и иностранными специалистами и учеными.

Общим вопросам эффективного управления инновационными проектами посвящены работы С.А. Иванова, Е.Я. Осипа, И.А. Шумпетера, А.И. Орлова и других.

В рамках управления инновационными проектами отдельным важным этапом является проведение комплексной экспертизы проектов. Теории экспертизы посвящены труды следующих зарубежных и отечественных исследователей: Ю.В. Сидельникова, Х. Дрейфуса, Р. Стернберга, С.Л. Братченко и других.

Итогом проведенной экспертизы является набор рекомендаций лицу, принимающему решение. При их формировании используются различные математические методы, в т.ч. элементы математической статистики, метод анализ иерархий, модели нечеткой математики. Данные подходы описаны в работах таких известных специалистов, как Т. Саати, С.Д. Штовба, Т. Байеса, Л. Заде, Т. Тэрano и других.

Однако инновационные проекты из различных областей имеют свою специфику, принципы и методы, которые предлагаются упомянутыми выше авторами, как правило, являются слишком общими, что не позволяет эффективно их использовать без доработки в соответствии со специализацией области. В связи с этим необходимым является разработка методов, повышающих эффективность научно-технической экспертизы проектов с учетом особенностей биомедицинских технологий.

Объект исследования – экономическая система ОАО «РОСНАНО».

Предмет исследования – процессы и экономические отношения, связанные с обеспечением эффективного отбора проектов для финансирования в биомедицинской области на этапе научно-технической экспертизы.

Целью диссертационной работы является разработка модели и инструментальных средств, позволяющих повысить эффективность процесса научно-технической экспертизы в биомедицинской области на примере компании ОАО «РОСНАНО».

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Предложить иерархическую схему формирования набора критериев, методику расчета их относительной важности и методику получения консолидированных оценок при анализе проекта в области биомедицинских технологий.

2. Разработать методику формирования и визуализации заключения научно-технической экспертизы инновационного проекта в области биомедицинских технологий.

3. Разработать методику отбора экспертов и первичной оценки их квалификации в области биомедицинских технологий для аккредитации компанией ОАО «РОСНАНО».

4. Разработать инструментальные средства для поддержки процесса проведения научно-технической экспертизы в соответствии с предлагаемой моделью.

5. Произвести расчет экономической эффективности внедрения разработанной модели и инструментальных средств для поддержки процесса проведения научно-технической экспертизы.

Соответствие паспорту специальностей

Диссертационная работа соответствует следующим пунктам паспорта специальности ВАК 08.00.13 – «Математические и инструментальные методы экономики»: п.1.4. Разработка и исследование моделей и математических методов анализа микроэкономических процессов и систем: отраслей народного хозяйства, фирм и предприятий, домашних хозяйств, рынков, механизмов формирования спроса и потребления, способов количественной оценки предпринимательских рисков и обоснования инвестиционных решений; п.2.3. Разработка систем поддержки принятия решений для рационализации организационных структур и оптимизации управления экономикой на всех уровнях; п.2.5. Разработка концептуальных положений использования новых информационных и коммуникационных технологий с целью повышения эффективности управления в экономических системах.

Теоретическая и методологическая основа исследования

В качестве теоретической основы исследования использованы труды отечественных и зарубежных ученых, направленные на разработку и обоснование принципов и методов управления

инновационными проектами, формирования экспертных оценок, их обработки и теории экспертизы в целом.

Информационной базой исследования стали данные Федеральной службы государственной статистики, общэкономическая и специальная литература, а также инструктивные и методические материалы ГК «Роснанотех» и ОАО «РОСНАНО».

Эмпирической базой диссертационной работы являются результаты исследования деятельности компании ОАО «РОСНАНО», ГК «Роснанотех», а также информация, полученная в ходе консультаций и организованных опросов специалистов в области биомедицинских технологий.

Методологическую основу исследования составляют методы следующих наук: системного анализа, многокритериального анализа, нечеткой математики, компетентностного подхода, математической статистики, а также финансовой математики.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная новизна диссертационного исследования состоит в разработке модели организации научно-технической экспертизы инновационных проектов в области биомедицинских технологий для компании ОАО «РОСНАНО».

Проведенное исследование привело к формированию следующих новых научных результатов:

1. Разработана новая модификация метода анализа иерархий Т. Саати для определения относительной важности критериев при оценке проекта, учитывающая специфику области биомедицинских технологий и степень точности оценок каждого специалиста.

2. С помощью моделей нечеткой математики была разработана новая методика формирования заключения научно-технической экспертизы проекта в области биомедицинских технологий.

3. Модифицирован бизнес-процесс отбора экспертов и впервые разработана методика первичной оценки их квалификации в области биомедицинских технологий для аккредитации компанией ОАО «РОСНАНО».

Практическая и теоретическая значимость результатов

Предложенные в рамках диссертационного исследования модель и инструментальные средства, направленные на оптимизацию процесса НТЭ, могут быть применены для усовершенствования процесса проведения НТЭ биомедицинских проектов как в компании ОАО «РОСНАНО», так и в других высокотехнологичных инвестиционных компаниях. Применение разработанной модели позволит улучшить качество НТЭ и приведет к повышению экономической эффективности инвестиционной деятельности компании в области биомедицины.

Применимость разработанной модели и инструментальных средств подтверждается актом ОАО «РОСНАНО» о возможности использования результатов диссертационного исследования.

Корректность результатов, полученных в области биомедицинских технологий, подтверждается актом о рассмотрении результатов диссертационного исследования в Центральном научно-исследовательском институте гастроэнтерологии.

Разработанные инструментальные средства зарегистрированы в ОФЭРНиО, рег. номер 17933 от 21.02.2012.

Результаты диссертационного исследования были использованы при работе над проектами: ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг., мероприятие № 1.3.2 «Проведение научных исследований целевыми аспирантами», мероприятие № 1.2.1; грант РФФИ 09-07-13575-офи_ц (2009-2010 гг.); АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» (2009-2010 гг.).

Апробация результатов

Основные результаты и выводы диссертационной работы обсуждались на международных и всероссийских конференциях, в числе которых: XIX Международная конференция-выставка «Информационные технологии в образовании» (Москва, 2009); VI Международная научно-практическая конференция «Интеллектуальные технологии в образовании, экономике и управлении» (Воронеж, 2009); XIII Международная конференция «Молодежь и наука» (Москва, 2010); X Международная научно-практическая конференция «Новые информационные технологии в образовании: повышение эффективности обучения и управления образовательными учреждениями с

использованием технологий 1С» (Москва, 2010); V Международный конгресс «Роль бизнеса в трансформации российского общества» (Москва, 2010); IX Международная научно-практическая конференция «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности» (Санкт-Петербург, 2010); Международная заочная научно-практическая конференция «Инновации гуманитарных и естественных наук» (Екатеринбург, 2010).

Структура и объем диссертационной работы

Диссертация представлена в форме рукописи, состоящей из введения, пяти разделов, заключения и 14 приложений, содержит 39 рисунков, 18 таблиц и 27 формул. Список литературы включает в себя 104 источника.

Во введении обоснована актуальность проблемы поиска новых методов повышения эффективности процесса проведения научно-технической экспертизы инновационных биомедицинских проектов, сформулированы цель и задачи исследования, определены предмет и объект исследования, рассмотрены теоретические и методологические основы исследования, научная новизна, практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту, произведена оценка внедрения и апробации исследования, приведены основные публикации, изложена структура диссертационной работы.

В разделе «Специфика организации научно-технической экспертизы проектов в области биомедицинских технологий на примере ОАО «РОСНАНО» приведены теоретические основы исследования, в том числе: особенности управления инновационными проектами в России, принципы проведения научно-технической экспертизы в ОАО «РОСНАНО» и других организациях, а также специфика новых биомедицинских технологий.

Раздел «Разработка методики формирования заключения научно-технической экспертизы инновационного проекта в области биомедицинских технологий» содержит описание принципов формирования системы специализированных критериев для оценки инновационных проектов в области биомедицины. Предлагаются и обосновываются адаптированная методика оценки относительной важности специализированных критериев, методика получения консолидированных оценок и методика визуального представления НТЭ, основанная на использовании аппарата нечеткой математики.

В разделе «Разработка методики отбора экспертов и первичной оценки их квалификации в области биомедицинских технологий для аккредитации компанией ОАО «РОСНАНО» описаны требования, которые предъявляются к специалистам при аккредитации в ОАО «РОСНАНО» в качестве экспертов. Предложена совокупность квалификационных и неквалификационных коэффициентов для оценки экспертов, произведена модификация бизнес-процесса отбора экспертов.

В разделе «Описание технологических требований и интерфейса инструментальных средств для поддержки процесса проведения научно-технической экспертизы в соответствии с предлагаемой моделью» приводится структура и описание функциональных возможностей инструментальных средств, обеспечивающих информационную поддержку разработанной модели.

Раздел «Расчет экономической эффективности внедрения разработанной модели и инструментальных средств для проведения научно-технической экспертизы» содержит экономические расчеты, в числе которых: расчет стоимости разработки и внедрения инструментальных средств сопровождения научно-технической экспертизы, расчет фонда оплаты труда сторонних экспертов, привлекаемых к НТЭ, расчет общей экономической эффективности внедрения разработанной модели НТЭ и инструментальных средств в ОАО «РОСНАНО» с учетом реализации различных сценариев экономического развития экономики на ближайшие годы.

В заключении сформулированы выводы и основные результаты диссертационного исследования.

Публикации

По теме диссертационного исследования опубликовано 16 научных работ, в том числе 5 научных статей в изданиях, включенных в перечень ВАК российских рецензируемых научных журналов.

Основные результаты диссертационной работы, выносимые на защиту

1. Предложена иерархическая схема формирования набора критериев, методика расчета их относительной важности и методика получения консолидированных оценок при анализе проекта в области биомедицинских технологий.

2. Разработана методика формирования и визуализации заключения научно-технической экспертизы инновационного проекта в области биомедицинских технологий.

3. Разработана методика отбора экспертов и первичной оценки их квалификации в области биомедицинских технологий для аккредитации компанией ОАО «РОСНАНО».

4. Разработаны инструментальные средства для поддержки процесса проведения научно-технической экспертизы в соответствии с предлагаемой моделью.

5. Произведен расчет экономической эффективности внедрения разработанной модели и инструментальных средств для поддержки процесса проведения научно-технической экспертизы.

ОСНОВНЫЕ ИДЕИ И ВЫВОДЫ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Предложена иерархическая схема формирования набора критериев, методика расчета их относительной важности и методика получения консолидированных оценок при анализе проекта в области биомедицинских технологий

При анализе заявок на финансирование первоочередным звеном является прохождение научно-технической экспертизы. В этой связи критерии должны быть определены таким образом, чтобы они отражали научную обоснованность и практическую реализуемость предлагаемого проекта. Исследование особенностей биомедицинской области позволило сформировать иерархическую систему критериев для оценки проектов этой сферы.

Каждый биомедицинский проект предложено оценивать по двум группам критериев: условно-универсальные критерии (одинаковые для проектов из семи областей здравоохранения, в которых используются нанотехнологии) и специализированные критерии для конкретной области проекта.

Для расчета относительной важности критериев произведен опрос специалистов в различных биомедицинских областях знаний. Опрос происходил в форме заполнения специалистами матрицы сравнений относительной важности конкретных критериев. Вопросы к специалистам ставились таким образом, чтобы стала возможной их

обработка на основе модифицированного метода анализа иерархии Т. Саати. Модификация метода производилась с учетом конкретной предметной области и заключалась в изменении шкалы, пересчете среднего индекса согласованности (*СИ*) и определении нового предельного допустимого значения отношения согласованности (*ОС*) полученных матриц.

Нахождение индекса согласованности (*ИС*) положительной обратно-симметричной матрицы зависит от максимального собственного значения матрицы λ_{\max} и ее размерности n (1):

$$ИС = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} . \quad (1)$$

В связи с вводом новой шкалы для обеспечения корректности расчетов был проведен расчет *СИ* для случайных матриц (табл. 1), для чего было сгенерировано по 100 случайных матриц каждой из трех рассмотренных размерностей.

Таблица 1— *СИ* случайных матриц по шкале оценки суждений 1:5

1	2	3	4	5
0,000	0,000	0,211	0,423	0,464

В связи с тем, что в отличие от идеальной транзитивной матрицы реальные человеческие суждения имеют некоторую погрешность, необходимо было определить допустимый уровень погрешности. Для этого было проведено моделирование с различными отклонениями от полностью согласованной матрицы и рассчитано *ОС* (2):

$$ОС = \frac{ИС}{СИ} . \quad (2)$$

В результате моделирования определено значение 12,7%, которое соответствует максимальному *ОС* для матриц, отличающихся от идеальной при изменении одной переменной на один шаг. В случае, когда *ОС* матрицы суждений специалиста превосходит установленное пороговое значение, необходимо заново осуществить опрос специалиста или не учитывать данную анкету при определении результата групповой экспертизы. Матрицы, у которых $ОС \leq 12,7\%$, можно использовать для расчета весов критериев. Для каждой строки матрицы рассчитывается x_j (3):

$$x_j = \left(\prod_{j=1}^n a_{jl} \right)^{\frac{1}{n}}, \quad (3)$$

где a_{jl} – оценка критерия j при сравнении с критерием l в матрице суждений специалиста, а n – порядок матрицы суждений.

Далее вычисляются сами веса (4):

$$v_j = \frac{x_j}{\sum_{j=1}^n x_j}. \quad (4)$$

Для получения консолидированной средней оценки при групповой экспертизе в работе предложено использовать метод, разработанный с учетом различной компетентности специалистов.

Множество оценок весов критериев V , полученное в результате рассмотрения одного проекта по требуемым n критериям m специалистами, можно отобразить в виде матрицы $V = (v_j^{(i)})$, где $v_j^{(i)}$ – вес критерия j по мнению специалиста i .

После получения всех наборов оценок критериев от m респондентов, для каждого j -го критерия можно путем вычисления математического ожидания произвести расчет среднего значения оценки, данной этому критерию всеми специалистами. В результате получается вектор, характеризующий набор математических ожиданий оценок для каждого из n критериев (5):

$$\overline{v^{(A)}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \overline{v^{(i)}} = \left(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m v_1^{(i)}, \dots, \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m v_n^{(i)} \right) = \left(\overline{v_1^{(A)}}, \dots, \overline{v_n^{(A)}} \right), \quad (5)$$

где $\overline{v_j^{(A)}}$ – средняя оценка критерия j , полученная с помощью использования математического ожидания. На основании рассчитанных отклонений индивидуальных оценок от средней оценки, был вычислен $w^{(i)}$ – вес индивидуальных оценок i -го специалиста, который используется для получения новой консолидированной оценки с учетом погрешностей оценок специалистов (6):

$$\overline{v_j^{(B)}} = \sum_{i=1}^m w^{(i)} \cdot v_j^{(i)}. \quad (6)$$

В таблице 2 указаны специализированные показатели для области «Хирургия», рассчитаны веса показателей внутри каждого критерия, а также сквозные веса всех показателей в рамках выделенной области.

Таблица 2 — Расчет весов специализированных показателей для области здравоохранения «Хирургия»

Наименование показателя	Разветвление показателя внутри		Вес составляющих показателя внутри него		Вес показателя	Вес всех составляющих всех показателей
Койко-дни	до операции		0,3		0,1	0,03
	после операции		0,7			0,07
Осложнения	Интра-операционные	Общесоматические	0,3	0,6	0,3	0,05
		Хирургические	0,7			0,13
	Послеоперационные	Общесоматические	0,3	0,4		0,04
		Хирургические	0,7			0,08
Летальность	Интраоперационная		0,5		0,6	0,30
	Послеоперационная		0,5			0,30

Таким образом, был модифицирован и применен метод анализа иерархий для определения относительной важности критериев при оценке проекта в области биомедицинских технологий.

2. Разработана методика формирования и визуализации заключения научно-технической экспертизы инновационного проекта в области биомедицинских технологий

При анализе новой технологии эксперт оценивает ее по многим критериям, в числе которых есть обязательные свойства, устанавливаемые конкретной компанией, в данном случае наличие наносоставляющей и техническая реализуемость. Прочие свойства могут быть оценены экспертом по выбранной шкале. Отдельно выделены абсолютные характеристики («уровень научной новизны технологии», «степень разработанности технологии») и относительная характеристика «оценочная перспективность проекта».

Поскольку проекты в компанию поступают не одновременно, и нет возможности принять решение на основе информации обо всех проектах в данный период времени, была разработана методика,

позволяющая представить характеристику одиночного проекта как точку в трехмерном пространстве возможных проектов при наличии условных нечетких ограничивающих поверхностей.

В соответствии с данной методикой, проект, приходящий в компанию, анализируется экспертом по трем описанным выше характеристикам, которым присваиваются баллы по существующей шкале. Для описания склонности лица, принимающего решения, к формированию того или иного вывода по проекту, был построен набор нечетких правил и реализован алгоритм нечеткого вывода, для чего были построены функции принадлежности.

Всего построено 12 графиков для функций принадлежности рассматриваемых характеристик и 16 графиков для функций принадлежности выводов лиц, принимающих решения (рис.1).

После проведения экспертом анализа проекта, оценка по трем характеристикам предоставляется лицу, принимающему решение, в виде трехмерной пространственной модели, на которой проект отмечен в виде точки. Каждое лицо, принимающее решение, имеет свои особенности и различную склонность к риску, что выражается в рамках модели с помощью нечетких ограничений. Эти нечеткие правила определяют область в пространстве, внутри которой оказываются проекты, которые лицо, принимающее решение, склонно одобрить, а вне – отклонить.

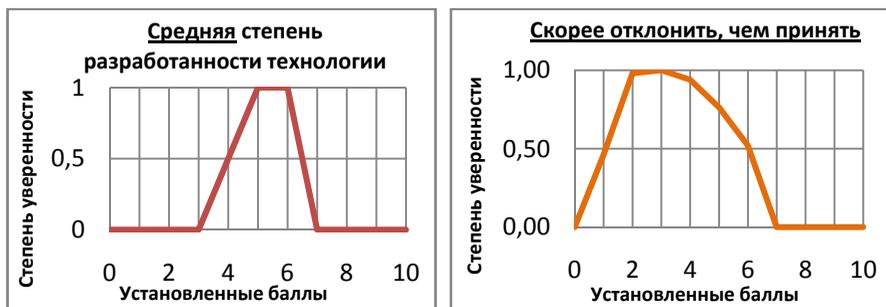


Рисунок 1 — Графики функций принадлежности

Таким образом, с помощью моделей нечеткой математики была разработана новая методика формирования и визуализации заключения научно-технической экспертизы проекта в области биомедицинских технологий.

3. Разработана методика отбора экспертов и первичной оценки их квалификации в области биомедицинских технологий для аккредитации компанией ОАО «РОСНАНО»

В результате анализа существующего бизнес-процесса аккредитации экспертов был сделан вывод о необходимости его модификации с целью повышения уровня квалификации привлекаемых к экспертизе специалистов и обеспечения более полной информированности компании об их специализации и компетентности.

Текущая модель бизнес-процесса процедуры аккредитации экспертов в компании ОАО «РОСНАНО» представляет собой проверку по набору формальных параметров.

Согласно предлагаемой методике квалификация эксперта отображается посредством квалификационных коэффициентов, которые подразделяются на профильный квалификационный коэффициент и непрофильные коэффициенты. Профильный квалификационный коэффициент присваивается на основе анализа документально подтвержденных сведений о специалисте, его составляющие представлены в работе для двух категорий экспертов: экспертов-практиков и ученых-исследователей.

Для расчета непрофильных квалификационных коэффициентов проведено дополнительное исследование, определяющее вероятность того, что эксперт в области *A* сможет при необходимости объективно оценить с биомедицинской точки зрения эффективность и востребованность некоторой новой технологии в области *B*.

После анкетирования был получен набор данных, характеризующий позиции разных респондентов. Для получения среднего значения было принято решение о комбинировании существующих способов расчетов среднего значения и разработке нового метода с учетом специфики предметной области. В соответствии со спецификой исследуемых данных был разработан алгоритм расчета средней величины (рис.2).

В результате получена матрица соотношения близости исследуемых биомедицинских областей, в которой указаны коэффициенты, показывающие целесообразность привлечения экспертов одной области для оценки биомедицинских технологий из другой области.

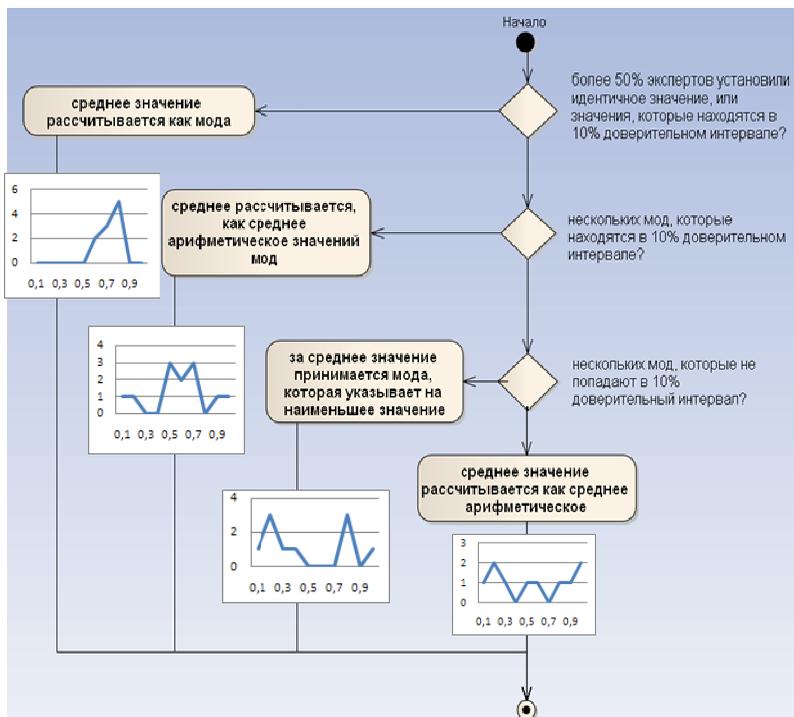


Рисунок 2 — Выбор способа расчета среднего значения

Непрофильные коэффициенты были рассчитаны на основании значения профильного коэффициента путем его корректировки в зависимости от вычисленной степени близостей областей, к которым принадлежат рассматриваемые проекты (7).

$$k_{\text{непроф}}^B = k_{\text{проф}}^A \cdot \sigma_{AB} \cdot k_{\text{корректир}}, \quad (7)$$

где $k_{\text{непроф}}^B$ – непрофильный коэффициент по области B , $k_{\text{проф}}^A$ – профильный коэффициент специалиста по области A , σ_{AB} – коэффициент взаимосвязи областей, $k_{\text{корректир}}$ – коэффициент корректировки. Кроме того, методика подразумевает использование коэффициента прогнозирования эксперта и компетентностного коэффициента. Таким образом, бизнес-процесс процедуры аккредитации эксперта в компании был значительно модифицирован (рис.3).

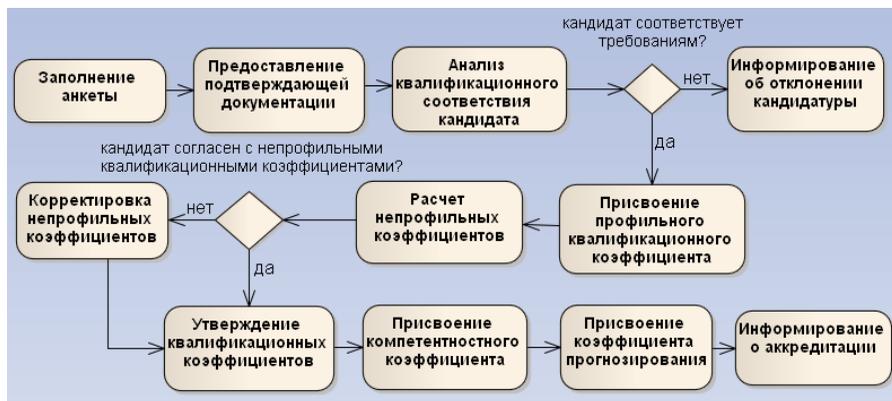


Рисунок 3 — Модифицированный бизнес-процесс аккредитации экспертов

Предлагаемая методика позволит formalизовать расчет квалификационных характеристик эксперта, а также повысить прозрачность процесса отбора экспертов.

4. Разработаны инструментальные средства для поддержки процесса проведения научно-технической экспертизы в соответствии с предлагаемой моделью

В качестве средства информационной поддержки предлагаемой модели процесса научно-технической экспертизы были разработаны инструментальные средства, которые представляют собой набор из трех модулей, отвечающих за следующие этапы проведения научно-технической экспертизы: вычисление весов критериев проектов из разных областей, присвоение экспертам набора коэффициентов, визуальное представление экспертной оценки проекта.

В связи с тем, что пользователями инструментального средства являются как сотрудники компании, так и внешние эксперты, предусмотрены различные пользовательские профили.

Задача модуля 1, посвященного процедуре оценки весов критериев проектов из разных областей, состоит в предоставлении экспертам анкет для заполнения, обеспечении экспертов информацией для формирования матрицы парных сравнений специализированных критериев, а также проверки заполненной матрицы на

согласованность. Модуль 2 направлен на анкетирование экспертов и расчет квалификационных (профильного и непрофильных), компетентностного и прогнозного коэффициентов на основании результатов анкетирования. Модуль 3 обеспечивает поддержку процесса принятия решения, отображая информацию по проекту в виде трехфакторной пространственной модели, построенной с использованием нечеткой математики. На рисунке 4 показан пример определения места проекта относительно допустимой области в соответствии с его характеристиками.

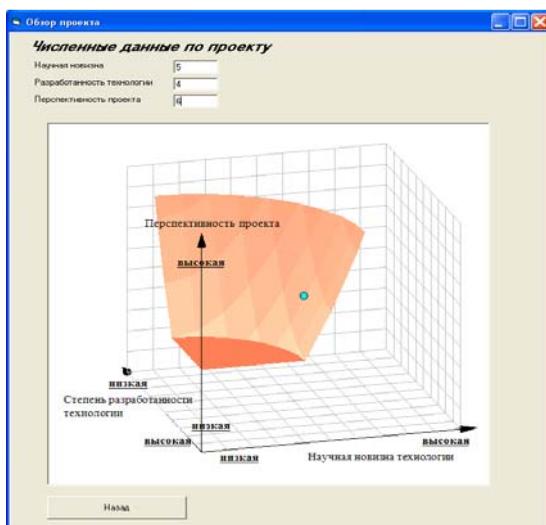


Рисунок 4 — Анализ информации по проекту

Использование в компании подобных инструментальных средств позволит существенно сократить время ответственного сотрудника на работу с экспертами компании.

5. Произведен расчет экономической эффективности внедрения разработанной модели и инструментальных средств для поддержки процесса проведения научно-технической экспертизы

Анализ изменения процесса проведения научно-технической экспертизы позволяет оценить экономический эффект от внедрения

новой модели и инструментальных средств. Экономический эффект от внедрения предлагаемой модели и инструментальных средств ($E_{\text{вндр}}^*$) можно рассчитать по формуле (8):

$$E_{\text{вндр}}^* = (E^* - C_{\text{вндр}}^* - C_{\text{эксп}}^*) - (E - C_{\text{эксп}}), \quad (8)$$

где $C_{\text{вндр}}^*$ – затраты на разработку и внедрение инструментального средства, поддерживающего процесс НТЭ при новой системе, $C_{\text{эксп}}^*$ – затраты на оплату труда внешних экспертов при новой системе НТЭ, E^* – экономический эффект от реализованных проектов при новой системе, $C_{\text{эксп}}$ – затраты на оплату труда внешних экспертов при традиционной системе, E – экономический эффект от реализованных проектов при традиционной системе.

Для расчета итоговой экономической эффективности необходимо рассчитать стоимость разработки и внедрения инструментальных средств, произвести расчет затрат на оплату труда экспертов в соответствии с предлагаемой системой финансового стимулирования и рассчитать экономический эффект, полученный в результате повышении качества научно-технической экспертизы.

Для расчета стоимости разработки и внедрения предлагаемых инструментальных средств был произведен расчет трудоемкости разработки и внедрения. Для расчета трудоемкости была произведена оценка трудозатрат по оптимистическому и пессимистическому сценарию, на основе которых было получено среднее прогнозное значение (9):

$$t_{\text{mid}} = \frac{t_{\text{opt}} + t_{\text{pes}}}{2}, \quad (9)$$

где t_{opt} , t_{pes} , и t_{mid} – соответственно расчетное время работ в случае реализации оптимистического, пессимистического и среднего сценариев развития событий.

При расчете затрат на оплату труда персонала были учтены налоговые отчисления, рассчитанные по актуальной на сегодняшний день системе налогообложения, и накладные расходы. Также была рассчитана прогнозируемая стоимость владения инструментальными средствами в течение 15 лет, равная 3 544 тыс. руб. с учетом дисконтирования на момент внедрения и существенного обновления раз в пять лет.

Мотивация внешних экспертов должна стимулироваться прозрачным, а значит, формализованным механизмом. Методика

заключается в установлении зависимости между оплатой труда эксперта и тремя следующими коэффициентами: коэффициентом прогнозирования эксперта, коэффициентом компетентности эксперта, коэффициентом сложности проекта.

Этим коэффициентам на усмотрение компании ставятся в соответствие коэффициенты, влияющие на оплату экспертизы: $k_{\text{оплата_прогноз}}$, $k_{\text{оплата_компет}}$ и $k_{\text{оплата_проект}}$.

Таким образом, указанные коэффициенты участвуют в формировании оплаты труда эксперта по проведению экспертизы $S_{\text{оплата_итог}}$ (10):

$$S_{\text{оплата_итог}} = S \cdot k_{\text{оплата_прогноз}} \cdot k_{\text{оплата_компет}} \cdot k_{\text{оплата_проект}}, \quad (10)$$

где S – базовая стоимость экспертизы.

В связи с изменением системы финансовой стимуляции внешних экспертов были рассчитаны прогнозируемые затраты на их оплату труда. Прогнозируемая величина оплаты труда экспертов на срок 15 лет составит при новой системе 41 226 тыс.руб.

Источником экономического эффекта от внедрения предлагаемой модели и инструментальных средств служит различие в управляющих воздействиях на процесс НТЭ, которые имеют место при текущей и предлагаемой системе экспертизы (табл.3).

Таблица 3 — Сравнение управляющих воздействий

Управляющее воздействие	Текущая модель	Предлагаемая модель
формирование системы критериев оценки проекта	- техническая реализуемость; - наличие наносоставляющей; - востребованность	- техническая реализуемость; - наличие наносоставляющей; - востребованность + дополнительные специализированные критерии
форма представления экспертной информации	типичное экспертное заключение	типичное экспертное заключение + расширенная форма описания экспертного мнения
оценка квалификационных характеристик эксперта	оценка эксперта по формальным критериям	консолидированная оценка квалификации эксперта на основе его практического опыта и теоретической базы знаний
оценка способности эксперта к прогнозированию	отсутствует	формирование показателя
оценка компетентностных характеристик эксперта	отсутствует	формирование показателя

В результате анализа и обсуждения различий в управляющих воздействиях на факторы НТЭ группой экспертов был сделан вывод о прогнозом увеличении числа верно классифицированных проектов

на 15%. Исходя из статистики поэтапного отклонения проекта на разных стадиях экспертизы, можно сделать вывод, что при среднем поступлении на НТЭ 25 биомедицинских проектов в год в итоговой выборке при новой системе окажется семь успешных проектов, тогда как при традиционной системе шесть проектов. Таким образом, применение разработанной модели и инструментальных средств позволит выбрать для финансирования на один потенциально успешный проект в год больше по сравнению с существующей системой.

По данным на 2011 г. компания ОАО «РОСНАНО» осуществляет финансирование около десяти проектов в области биомедицинских технологий в год, с общей суммой соинвестирования 14 млрд.руб.

При прогнозировании срока окупаемости соинвестируемых проектов и потока будущих платежей необходимо учитывать специфику работы компании ОАО «РОСНАНО». Приведенные графики (рис.5) составлены с учетом сохранения годового объема инвестиций в новые проекты на уровне 2011 года, а также с учетом того, что семь из десяти финансируемых проектов являются успешными и принесут прибыль не ниже минимального уровня. При расчете срока окупаемости денежные потоки были дисконтированы по ставке 8%, которая соответствует годовому уровню инфляции.



Рисунок 5 — График окупаемости

Также при построении учтено допущение, что после истечения пятилетнего периода выручка софинансируемых проектов не будет оставаться постоянной, а будет иметь годовой рост на уровне 15%.

Благодаря увеличению числа успешных проектов из фиксированного числа проектов, принятых к финансированию, срок окупаемости по биомедицинским проектам уменьшится с 14,9 до 13,7 лет, на 15-ый год возврат инвестиций увеличится на сумму около 7,845 млрд.руб. Итоговые показатели расчета экономической эффективности внедрения разработанной модели и инструментальных средств представлены в таблице 4.

Таблица 4 — Затраты и поступления при текущей и предложенной модели проведения научно-технической экспертизы

Изменения	Текущая система экспертизы, тыс.руб.	Система экспертизы при использовании разработанной модели и инструментальных средств, тыс.руб.
Затраты на разработку и внедрение новых инструментальных средств	$C_{\text{вндр}} = 0$	$C^*_{\text{вндр}} = - 3\ 544$
Затраты на оплату труда внешних экспертов	$C_{\text{экср}} = - 21\ 815$	$C^*_{\text{экср}} = - 41\ 226$
Возврат инвестиций в компанию от проектов через 15 лет финансирования	$E = 619\ 000$	$E^* = 8\ 464\ 000$
Итого прибыль от биомедицинских проектов через 15 лет:	597 185	8 419 230

По произведенным расчетам видно, что, несмотря на появившиеся дополнительные затраты, наблюдается положительный экономический эффект от внедрения новой модели и инструментальных средств (табл.4). На 15-ый год проведения аналогичной инвестиционной политики при использовании новой системы экспертизы прибыль увеличится на 7,822 млрд.руб.

Для оценки устойчивости полученного экономического эффекта от внедрения предлагаемой модели и инструментальных средств были рассмотрены три возможных сценария: оптимистический, пессимистический и средний. При рассмотрении сценариев можно выделить три наиболее значимых параметра риска, изменение которых может повлиять на оценку эффективности: изменение темпа инфляции, изменение темпа среднегодового роста возвращаемых инвестиций и средний объем возвращаемых инвестиций.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что внедрение разработанной модели проведения НТЭ при реализации различных сценариев развития событий будет давать устойчивый результат в виде сокращения срока окупаемости, а также увеличения

объема возвращаемых инвестиций. При этом среднее квадратичное отклонение объема возвращаемых инвестиций при реализации различных сценариев составит 1,8 млрд.руб., а срока окупаемости – 3,9 лет. Характерно, что, чем ближе сценарий к пессимистичному, тем более значительна экономическая выгода.

Экономическая эффективность предложенных модели и инструментальных средств доказана расчетами, учитывающими затраты на стоимость владения предлагаемыми инструментальными средствами, затраты на оплату труда экспертов согласно предлагаемой схеме финансового стимулирования, а также снижение затрат на инвестирование убыточных проектов, что становится возможным в результате повышения качества процесса НТЭ.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Научные статьи в изданиях, включенных в перечень ВАК российских рецензируемых научных журналов:

1. Сидоренко Е.В. // Моделирование процесса принятия решений с использованием характеристического управления. / Гусева А.И., Тихомирова А.Н., Сидоренко Е.В. // Программные продукты и системы, №1, 2010, с. 131-135.

2. Сидоренко Е.В. // Средства визуализации и отображения взаимосвязей финансовых показателей в системах поддержки принятия управленческих решений. / Тихомирова А.Н., Сидоренко Е.В. // Аудит и финансовый анализ, №2, 2010, с. 354-357.

3. Сидоренко Е.В. // Трехфакторная модель анализа альтернатив в процессе принятия управленческих решений. / Сидоренко Е.В. // Аудит и финансовый анализ, №1, 2011, с. 294-299.

4. Сидоренко Е.В. // Оптимизация процесса проведения научно-технической экспертизы проектов в области нанобиомедицинских технологий. / Тихомирова А.Н., Сидоренко Е.В. // Нанотехника, № 1(29), 2012, с.26-28.

5. Сидоренко Е.В. // Модификация метода анализа иерархий Т. Саати для расчета весов критериев при оценке инновационных проектов / Тихомирова А.Н., Сидоренко Е.В. // Современные проблемы науки и образования. – 2012. №2. URL: www.science-education.ru/102-6009.

Научные публикации в других изданиях:

6. Сидоренко Е.В. // Определение набора методов для оценки компетенций и расчет их эффективности. / Сидоренко Е.В. // Научная сессия МИФИ-2009. XII Московская международная телекоммуникационная конференция студентов и молодых ученых «Молодежь и наука». Тезисы докладов. Ч.2, М.: МИФИ, 2009, с.190-191.

7. Сидоренко Е.В. // Обучение принятию эффективных решений на основе компетентностного подхода. / Тихомирова А.Н., Сидоренко Е.В. // Информационные технологии в образовании. XIX Международная конференция-выставка: Сборник трудов. Ч.2 – М.: МИФИ, 2009, с. 84-86.

8. Сидоренко Е.В. // Стратегия принятия решений в условиях неопределенности. / Тихомирова А.Н., Сидоренко Е.В. // Интеллектуальные технологии в образовании, экономике и управлении – 2009: Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. – Воронеж: Воронежская областная типография – Издательство им. Е.А. Болховитинова, 2009, с.363-366.

9. Сидоренко Е.В. // Методы анализа альтернатив при принятии решений. / Тихомирова А.Н., Сидоренко Е.В. // Научная сессия НИЯУ МИФИ-2010. XIII международная телекоммуникационная конференция студентов и молодых ученых «Молодежь и наука». Тезисы докладов. В 3-х частях. Ч.3. М.: НИЯУ МИФИ, 2010, с.202-203.

10. Сидоренко Е.В. // Формы государственного участия при управлении предприятиями. / Сидоренко Е.В. // Научная сессия НИЯУ МИФИ-2010. XIII международная телекоммуникационная конференция студентов и молодых ученых «Молодежь и наука». Тезисы докладов. В 3-х частях. Ч.3. М.: НИЯУ МИФИ, 2010, с.204-205.

11. Сидоренко Е.В. // Причины неэффективной управленческой деятельности. / Сидоренко Е.В. // Научная сессия НИЯУ МИФИ-2010. XIII международная телекоммуникационная конференция студентов и молодых ученых «Молодежь и наука». Тезисы докладов. В 3-х частях. Ч.3. М.: НИЯУ МИФИ, 2010, с.206-207.

12. Сидоренко Е.В. // Программная поддержка процесса принятия решений. / Тихомирова А.Н., Сидоренко Е.В. // Новые информационные технологии в образовании: Сборник научных трудов десятой Международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании: повышение

эффективности обучения и управления образовательными учреждениями с использованием технологий 1С» 2-3 февраля 2010 г. Часть 1. 502 с. Илл. М.:2010, с. 475-478.

13. Сидоренко Е.В. // Математические способы анализа массивов данных в целях принятия срочных управленческих решений. / Тихомирова А.Н., Сидоренко Е.В. // Московская финансово-промышленная академия, 12-16 апреля 2010 г.: Сборник тезисов Пятого Международного конгресса «Роль бизнеса в трансформации российского общества – 2010». – М.: ООО «Global Conferences», 2010, с. 336-338.

14. Сидоренко Е.В. // Применение информационно-компьютерных технологий для моделирования развития экономических систем. / Тихомирова А.Н., Сидоренко Е.В. // Высокие технологии, исследования, промышленность. Т. 3: сборник трудов Девятой международной научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности». 22-23 04.2010, Санкт-Петербург, Россия/под ред. А.П. Кудинова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010, с. 126-130.

15. Сидоренко Е.В. // Повышение эффективности процесса принятия решений на предприятии. / Тихомирова А.Н., Сидоренко Е.В. // Международная заочная научно-практическая конференция «Инновации гуманитарных и естественных наук». Сборник научных трудов / журнал «Мир гуманитарных наук» - Екатеринбург: ИП Бируля Н.И., 2010, с. 96-97.

16. Сидоренко Е.В. // Принципы управления сложными системами. / Тихомирова А.Н., Сидоренко Е.В. // Материалы VII Всероссийской школы-конференции молодых ученых «Управление большими системами», т.1,27-29 мая 2010, г. Пермь. Изд-во Пермского государственного технического университета. 2010, с. 97-101.

Приравненные к публикациям работы:

17. Сидоренко Е.В. // Электронный учебник «Нечеткие модели дискретной математики» / Тихомирова А.Н., Сидоренко Е.В. // ОФЭРНиО, рег. номер 15419 от 03.03.2010.

18. Сидоренко Е.В. // Информационно-инструментальный комплекс «Поддержка процесса научно-технической экспертизы инновационных проектов в области биомедицинских технологий» / Сидоренко Е.В. // ОФЭРНиО, рег. номер 17933 от 21.02.2012.

Сидоренко Елена Васильевна

Модель и инструментальные средства повышения эффективности процесса научно-технической экспертизы инновационных проектов в области биомедицинских технологий (на примере ОАО «РОСНАНО»)

В работе разработана новая модификация метода анализа иерархий Т. Саати для определения относительной важности критериев при оценке проекта, учитывающая специфику области биомедицинских технологий и степень точности оценок каждого специалиста.

С помощью моделей нечеткой математики была разработана новая методика формирования заключения научно-технической экспертизы проекта в области биомедицинских технологий.

Модифицирован бизнес-процесс отбора экспертов и разработана методика первичной оценки их квалификации в области биомедицинских технологий для аккредитации компанией ОАО «РОСНАНО».

Sidorenko Elena Vasilyevna

The Model and Instruments of Improvement of the Effectiveness of Scientific and Technical Expertise Process for Innovative Projects in Biomedical Technologies (Evidence from RUSNANO)

A new variation of T. Saaty hierarchy analysis method for estimation of relative criteria importance when assessing a project taking into account the specificity of biomedical technologies and the specialists' personal assessment level of accuracy, is developed in the scientific work.

A new method of scientific and technical expert's report formation in biomedical technologies is developed on the basis of fuzzy mathematics.

An experts' selection business process variation and a new method of expert's first-time rating in the context of their qualification in biomedical technologies for accreditation in RUSNANO are proposed in the research.