

ПРОНИЧКИН СЕРГЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
НЕЗАВИСИМОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНИВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА ДЛЯ
ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

Специальность 05.13.01 – «Системный анализ, управление
и обработка информации (в социальной сфере)»

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва 2011

Работа выполнена на кафедре инженерной кибернетики Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС»)

Научный руководитель:

Крапухина Нина Владимировна
кандидат технических наук, профессор,
НИТУ «МИСиС», г. Москва

Официальные оппоненты:

Петровский Алексей Борисович
доктор технических наук, профессор,
Учреждение Российской академии наук Институт системного
анализа РАН, г. Москва

Фомин Станислав Яковлевич
доктор технических наук, профессор,
НИТУ «МИСиС», г. Москва

Ведущая организация:

Государственное образовательное учреждение
дополнительного профессионального образования
«Академия стандартизации, метрологии и сертификации
(учебная)», г. Москва

Защита состоится «25» марта 2011 года в 15³⁰ на заседании диссертационного совета Д 212.132.10 при Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по адресу: 105318, Москва, Измайловское шоссе, д.4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Исследовательского центра проблем качества подготовки специалистов НИТУ «МИСиС» по адресу: 105318, Москва, Измайловское шоссе, д.4. Автореферат разослан «22» февраля 2011 года.

Ученый секретарь совета Д 212.132.10,
кандидат технических наук, доцент



И.Б. Моргунов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Высшее образование считается сегодня важнейшим фактором, обеспечивающим развитие современного общества. Темпы и сущность глобальных перемен требуют постоянного совершенствования образовательной и научно-исследовательской деятельности вузов. Работа в этих направлениях должна осуществляться более целенаправленно и масштабно с тем, чтобы предвосхитить завтрашние потребности национальной экономики. Именно поэтому необходимо постоянно улучшать деятельность вузов, последовательно приближаясь к «совершенству» за счет распознавания, предвосхищения и понимания потребностей заинтересованных сторон.

Требовательность заинтересованных сторон постоянно растет, поэтому любой вуз, независимо от его размеров, культуры, традиций и истории, должен им предоставить совершенную по всем показателям продукцию и/или услуги. В первую очередь для этого необходимо более эффективное управление вузом. Необходимым условием принятия эффективных стратегических и тактических решений руководством вуза является адекватная система оценивания вуза на основе всестороннего обследования его деятельности с привлечением независимых экспертов с целью обеспечения беспристрастности и объективности оценки. Принятие вузами такого условия ставит перед ними задачу создания и применения независимой системы оценивания своей деятельности по общепринятым критериям.

Существенный вклад в решение данной задачи внесли А.В. Блинкова, В.В. Бринза, И.Т. Заика, А.И. Кочетов, Н.А. Селезнева, В.П. Соловьев, А.И. Субетто, В.Д. Шадриков. В рамках исследований данных ученых рассматривался вопрос управления сложными социально-экономическими системами – вузами. Одним из результатов их исследований в данной области стала модель и критерии, положенные в основу конкурса Минобрнауки России «Системы качества подготовки выпускников образовательных учреждений профессионального образования», проводимого с 2000 года. В основу конкурса положен механизм самооценки с привлечением независимых экспертов.

Однако данная модель и критерии самооценки были построены без достаточного учета российского и международного опыта аккредитации и составления рейтинга вузов, а также программ создания и развития национальных исследовательских университетов (НИУ) международного уровня. Слабо формализована процедура определения компетенции и компетентности экспертов и формирования экспертных групп. Не было уделено достаточного внимания математическому и программному обеспечению процесса самооценки, иными словами, в существующих работах больше внимания уделялось разработке теоретических основ управления вузами, а не прикладным вопросам разработки математических моделей, методов и алгоритмов для поддержки процесса управления вузами.

Система оценивания деятельности вуза нужна, прежде всего, для поддержки принятия стратегических и тактических решений в процессе управления деятельностью вуза. Решения, принимаемые на основе усредненных, некомпетентных заключений могут привести к ошибкам в управлении. Ошибки в стратегических и тактических решениях могут привести не столько к замедлению развития вуза, сколько к необратимым последствиям. Таким образом, разработка математического и программного обеспечения независимой системы оценивания деятельности вуза является актуальной задачей, для решения которой возникает необходимость в использовании методов системного анализа (Ю.П. Адлер, В.М. Курейчик, О.И. Ларичев, Б.Г. Литвак, В.Б. Мелас, А.И. Орлов, А.Б. Петровский, В.В. Подиновский, А.С. Рыков, В.Г. Тоценко, D.E. Goldberg, J.H. Holland, C.L. Hwang), в совокупности с методами разработки и проектирования программного обеспечения, которые позволят принимать эффективные управленческие решения на основе адекватной информации о деятельности вуза.

Объект исследования – процесс оценивания образовательной и научно-исследовательской деятельности вуза.

Предмет исследования – математическое и программное обеспечение независимой системы оценивания деятельности вуза.

Целью исследования является разработка математического и программного обеспечения независимой системы оценивания деятельности вуза, позволяющего получить адекватную, всестороннюю информацию для поддержки принятия стратегических и тактических решений в вузе.

Гипотеза исследования – процесс поддержки принятия управленческих решений в вузе будет более эффективным, если использовать разработанное математическое и программное обеспечение независимой системы оценивания деятельности вуза.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработка критериальной модели оценки деятельности вуза.
2. Разработка метода формализации информации о деятельности вуза.
3. Разработка математической модели предпочтений лица, принимающего решения (ЛПР – менеджер по качеству) по комплексной оценке деятельности вуза.
4. Разработка методики определения компетенции экспертов и их отбора.
5. Разработка алгоритмов обработки индивидуальных оценок, вычисления компетентности и получения групповых оценок экспертов.
6. Разработка базы данных и программного обеспечения для независимой системы оценивания деятельности вуза.

Методы исследования. В работе использованы методы теории принятия решений, методы векторной оптимизации, методы теории измерений, методы обработки экспертной информации, методы оценки компетенции и компетентности экспертов, методы оценки согласованности мнений экспертов, методы дискретной математики, методы глобальной оптимизации, методы математической статистики, методы планирования эксперимента, методы функционального моделирования, методы разработки программного обеспечения, баз данных.

На защиту выносятся:

1. Критериальная модель оценки деятельности вуза.
2. Метод формализации информации о деятельности вуза.
3. Математическая модель предпочтений ЛПР по комплексной оценке деятельности вуза.
4. Модели определения компетенции экспертов и алгоритм их отбора для независимой оценки деятельности вуза.
5. Алгоритмы обработки индивидуальных оценок, вычисления компетентности и получения групповых оценок экспертов.
6. Программное обеспечение и база данных для независимой системы оценивания деятельности вуза.

Достоверность полученных результатов. Достоверность разработанных в рамках диссертационного исследования моделей, метода и алгоритмов обеспечивается использованием методов планирования эксперимента и математической статистики для оценивания статистической достоверности результатов. Результаты расчетов разработанных алгоритмов проверяются в сравнение с результатами расчетов алгоритмов других авторов. Разработанная критериальная модель основана на многократно апробированной модели конкурса Минобрнауки России «Системы качества подготовки выпускников образовательных учреждений профессионального образования» и моделях аккредитации и рейтингования вузов в России и за рубежом. Достоверность экспериментальных данных, полученных в рамках экспертиз деятельности вузов, обеспечивалась применением апробированных методов определения качества эксперта, повторяемостью результатов.

Научная новизна результатов диссертационной работы состоит в следующем:

1. Разработана критериальная модель оценки деятельности вуза, которая в отличие от существующих моделей разработана на основе критериальной модели конкурса Минобрнауки России «Системы качества подготовки выпускников образовательных учреждений профессионального образования» и программ создания и развития НИУ, учитывающая российский и международный опыт аккредитации и составления рейтинга вузов.
2. Впервые разработан метод формализации информации о деятельности вуза на основе системного подхода к управлению, в виде унифицированной информации – «подход-результат», позволяющий дать системное представление о деятельности вуза, как для руководства вуза, так и для экспертов, осуществляющих оценку деятельности вуза.
3. Впервые разработана математическая модель предпочтений ЛПР по комплексной оценке деятельности вуза, учитывающая индивидуальные и «естественные» предпочтения ЛПР, а также концепцию, заложенную в предлагаемую критериальную модель и метод формализации информации о деятельности вуза – сбалансированность подходов и результатов.

4. Разработаны модели определения компетенции экспертов и алгоритм их отбора для независимой оценки деятельности вуза, учитывающие достоинства и недостатки существующих моделей и алгоритмов.
5. Улучшены существующие алгоритмы обработки индивидуальных оценок, вычисления компетентности и получения групповых оценок экспертов, за счет использования методов многокритериального принятия решений.
6. Разработано программное обеспечение и база данных, которое в отличие от существующих программных систем, позволяет на основе интернет-технологий удаленно осуществлять ввод, хранение, обработку и визуализацию информации, необходимой для независимой системы оценивания деятельности вуза.

Практическая значимость. Метод описания и критерии оценивания деятельности вуза, модель, формализующая предпочтения ЛПП и алгоритмы обработки экспертных оценок позволяют эффективно принимать управленческие решения на основе анализа компетентных обобщенных оценок, сильных сторон и областей для улучшений деятельности вуза в виде «подход-результат». Предлагаемые модели определения компетенции и алгоритм отбора экспертов позволяют принимать обоснованные решения по включению того или иного эксперта в экспертную группу, учитывая компетенцию эксперта и предпочтения ЛПП. Разработанный программный комплекс позволяет автоматизировать трудоемкие процессы оценивания и поддержки принятия решений для экспертов и ЛПП. Разработанное математическое и программное обеспечение может использоваться Федеральной службой по надзору в сфере образования и науки в процедуре государственной аккредитации вузов, Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии в рамках конкурса на соискание премии Правительства Российской Федерации в области качества, а также для целей общественно-профессиональной аккредитации.

Апробация работы. Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на:

– **Международном конгрессе:** «Роль бизнеса в трансформации российского общества», Москва, 2010.

– **Международных конференциях:** «Системный анализ и информационные технологии», Киев, 2008; «Кибернетика и высокие технологии XXI века», Воронеж, 2008; «Разработка и реализация системы управления качеством подготовки специалистов на основе компетентностного подхода: теория и практика», Донецк, 2009; «Международные стандарты, аккредитация и сертификация технического образования и инженерной профессии», Москва, 2010.

– **Всероссийских конференциях:** «Повышение качества высшего профессионального образования», Санкт-Петербург, 2007; «Управление образовательным процессом в современном вузе», Красноярск, 2007; «Технологии Microsoft в теории и практике программирования», Москва, 2008; «Технологии Microsoft в теории и практике программирования», Москва, 2009; «Менеджмент качества в образовании», Санкт-Петербург, 2009; «Технологии Microsoft в теории и практике программирования», Москва, 2010.

– **Региональной конференции:** «Системы качества в учреждениях высшего и среднего профессионального образования», Екатеринбург, 2009. – **Межвузовской конференции:** «Современные проблемы менеджмента», Санкт-Петербург, 2010.

– **Внутривузовских конференциях:** «63-е дни науки студентов МИСиС», Москва, 2008; «64-е дни науки студентов МИСиС», Москва, 2009; «65-е дни науки студентов МИСиС», Москва, 2010.

Внедрение результатов. Результаты диссертационной работы используются в Уральском федеральном университете (УрФУ), Национальном исследовательском Томском политехническом университете (ТПУ), Рязанском государственном радиотехническом университете (РГРТУ), Московском государственном университете природообустройства (МГУП), что подтверждается актами о внедрении. Разработанные модели, алгоритмы и модули программного обеспечения используются техническим секретариатом конкурса Минобрнауки России «Системы качества подготовки выпускников образовательных учреждений профессионального образования», что подтверждается соответствующим актом. Отдельные результаты исследования получены при выполнении работ по следующим научным программам:

1. Аналитическая ведомственная целевая программа Федерального агентства по образованию «Развитие научного потенциала высшей школы (2006-2008 годы)». Проект «Разработка

организационного, методического и математического обеспечения независимой системы оценки и мониторинга качества образования», 2006-2008 гг.

2. Программа создания и развития федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС" на 2009 - 2017 годы. Проект «Разработка информационной модели системы принятия решений и модели управления образовательным учреждением высшего профессионального образования НИТУ», 2009 г.
3. Федеральная целевая программа развития образования на 2006-2010 годы. Проект «Совершенствование механизмов оценки качества образовательной и научной деятельности научных организаций и учреждений профессионального образования для обеспечения отрасли высококвалифицированными и востребованными кадрами», 2010 г.

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 23 печатные работы, в том числе 6 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных результатов диссертационных исследований.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, выводов по каждой главе, основных результатов, списка используемой литературы и приложений.

Диссертация изложена на 204 страницах основного текста, содержит 45 рисунков, 26 таблиц, 49 формул, 14 приложений. Список используемой литературы содержит 155 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность диссертационного исследования, поставлены цель и задачи исследования, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, раскрыта научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе анализируется состояние проблемы принятия управленческих решений в вузе в аспекте информационной подготовки управленческого решения. Данная проблема разделена на составные части в виде следующих системообразующих подпроблем:

1. Критериальное описание деятельности вуза.
2. Формализация информации о деятельности вуза.
3. Формализация информации о предпочтениях ЛППР по комплексной оценке деятельности вуза.
4. Определение компетенции экспертов и их отбор.
5. Обработка индивидуальных оценок, вычисление компетентности и получение групповых оценок экспертов.
6. Автоматизация процессов оценивания, позволяющая осуществлять ввод, хранение, обработку и визуализацию информации, необходимой для независимой системы оценивания деятельности вуза.

Анализ предшествующих работ, связанных с решением данных подпроблем, показал:

1. Существующие критериальные модели построены без учета российского и международного опыта аккредитации и составления рейтинга вузов, программ создания и развития НИУ, а также имеют три уровня иерархии, что существенно затрудняет работу экспертов.
2. В существующих моделях оценивания деятельности вузов информация о вузе представляет собой «линейный» текст (отчет), структурированный только по критериям моделей. Обилие собираемой вузом информации с явными и неявными связями делает существующую технологию разработки и сопровождения отчета для оценивания деятельности вуза чрезвычайно трудоемким и неэффективным процессом.
3. В существующих моделях вычисления общей оценки вуза в рамках аккредитации вузов, определения их рейтинга, определения уровня совершенства задача разработки функции предпочтений по комплексной оценке вуза подменяется выбором наиболее популярной линейной свертки («среднее по больнице»), которая дает неадекватную комплексную оценку вуза, имеющего крайние показатели по критериям. Таким образом, большую важность при построении независимой системы оценивания вуза приобретает вопрос получения информации о предпочтениях ЛППР и построения обоснованной математической модели комплексной оценки деятельности вуза.

4. Существующие подходы к определению компетенции экспертов для независимого оценивания деятельности вуза в рамках проведения конкурса Минобрнауки России «Системы качества подготовки выпускников образовательных учреждений профессионального образования», Премии Правительства РФ в области качества и др. основаны на документационном методе. Такой подход является несколько ограниченным, поскольку не учитывает такие составляющие компетенции эксперта, как нонконформизм, коллективизм и др. Совсем необязательно, что эксперт, удовлетворяющий документационным требованиям, будет востребован в качестве независимого эксперта вузами. Важно отметить, что процесс формирования экспертных групп ни в одной из указанных моделей не формализован.
5. В существующих моделях независимо от количества экспертов вузу по критерию выставляется одна общая оценка на консенсусном совещании на основе индивидуальных оценок экспертов, участвующих в экспертизе. Декларируется, что общая оценка выставляется при полном согласии с каждой оценкой всех без исключения экспертов комиссии. Такой подход не свободен от недостатков, поскольку процесс определения общей оценки не формализован: при определении общей оценки по критерию на основе индивидуальных оценок экспертов не вычисляется и не учитывается компетентность эксперта; теряется информация об индивидуальных оценках экспертов; эксперты подвержены влиянию авторитета. Важно отметить, что проведение консенсусного совещания не всегда возможно, поскольку внешние эксперты территориально распределены.
6. Существующие программные комплексы для ввода, хранения, обработки и визуализации информации, необходимой для оценки деятельности вуза разработаны как Desktop-приложения. Этот подход не свободен от недостатков: распространение новых версий Desktop-приложения довольно трудоемкий процесс; эксперт, осуществляющий оценку деятельности вуза, не имеет возможности работать с системой удаленно.

Во второй главе описана разработанная **критериальная модель** оценки деятельности вуза (см. Рисунок 1).



Рисунок 1 – Предлагаемая критериальная модель оценки деятельности вуза

Предлагаемая критериальная модель имеет иерархическую структуру. Критерии разбиты на две группы:

- критерии, описывающие подходы вуза по обеспечению требуемого качества подготовки выпускников и научной продукции;
- критерии, характеризующие достигнутые вузом результаты.

Первая группа критериев оценивает «подходы» вуза к обеспечению качества его деятельности, ресурсный потенциал вуза, его поддержку и совершенствование со стороны вуза. Где «подходы» это формы или методы работы для достижения целей в рамках деятельности, которую характеризует критерий.

Вторая группа критериев «результаты» показывает, насколько результативно используется потенциал вуза в образовательной, научной и других областях деятельности. Где «результаты» это показатели, которыми вуз оценивает результаты своей деятельности, в рамках соответствующего критерия.

Каждый критерий оценивается по ряду аспектов в дополненной шкале интервалов Премии Правительства РФ в области качества.

Предлагается в качестве эффективного инструмента управления использовать метод самооценки по разработанным критериям (см. Рисунок 2).

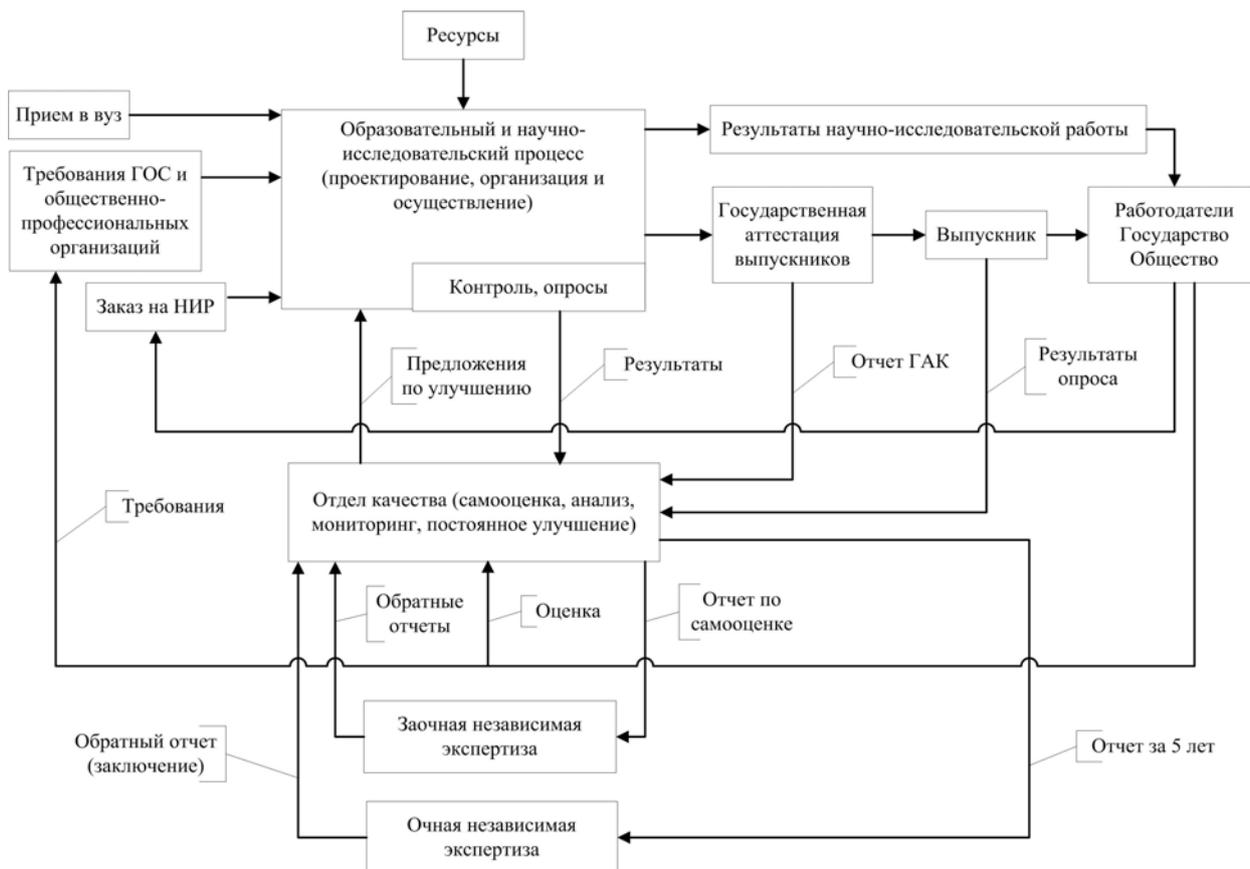


Рисунок 2 – Предлагаемая схема самооценки деятельности вуза

Этапы проведения самооценки:

1. Ежегодно вуз проводит самооценку своей деятельности, и направляет отчет независимым экспертам (заочная независимая экспертиза). Эксперты готовят обратные отчеты, где отмечают сильные стороны и области для совершенствования деятельности вуза, выставляют оценки.

2. Раз в 5 лет с учетом ежегодных самооценок и на их базе вуз направляет отчет (с динамикой по годам) на экспертизу (очная независимая экспертиза). В этом случае заключение экспертов составляется после анализа отчетов за пять лет и обследования вуза на месте.

Описаны разработанные модели процессов самооценки деятельности вуза, используя нотации IDEF0 и IDEF3.

Также во второй главе описан разработанный метод формализации информации о деятельности вуза, в основу которого положен системный подход к управлению на основе унифицированной информации, когда решения принимают, ориентируясь не только на те или иные достигнутые количественные или качественные показатели – результаты, но также учитывая анализ применяемых вузом подходов для их достижения.

Для хранения унифицированной информации о деятельности вуза по разработанным критериям предлагается использовать концепцию единого источника. Согласно концепции единого

источника вся необходимая информация храниться в виде единой совокупности без дублирований. Эта совокупность образует базу данных. В качестве логического формата базы данных используется XML. Таким образом, фрагментами базы данных являются сущности «подход» и «результат» с набором атрибутов, для которых могут быть указаны ссылки см. рисунок 3.

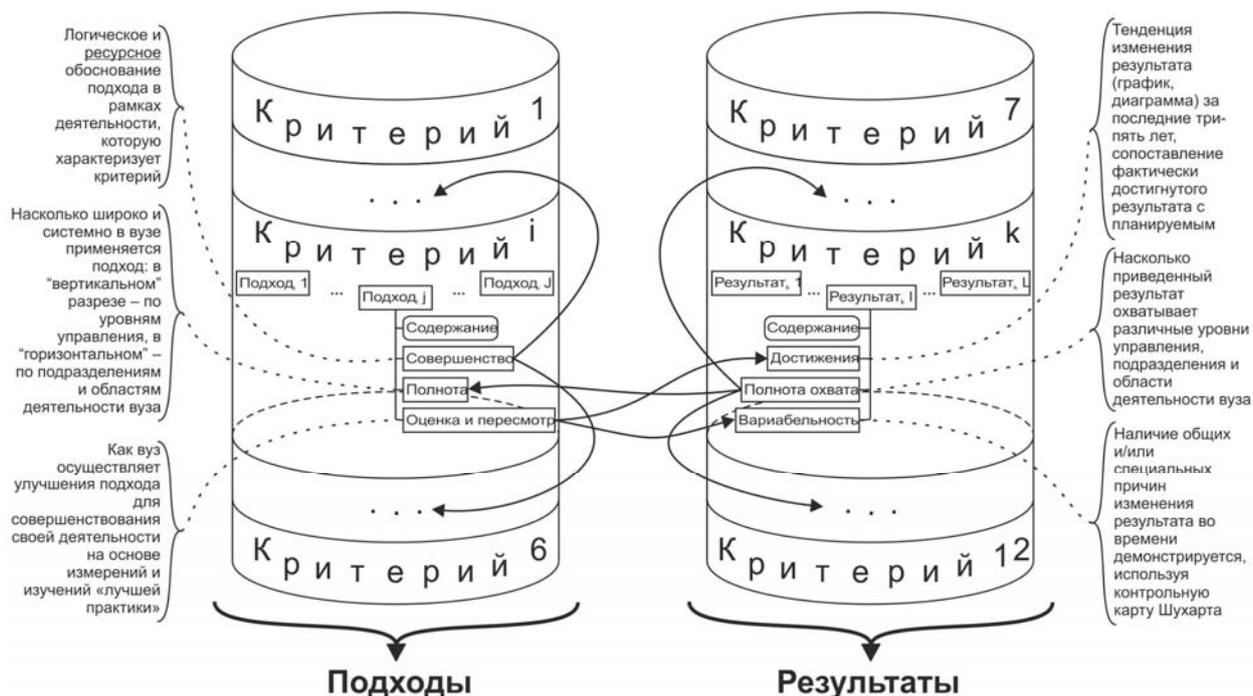


Рисунок 3 – Предлагаемая логическая модель представления унифицированной информации о деятельности вуза в виде «подход-результат»

Предлагаемый метод формализации информации о деятельности вуза позволяет дать системное представление о деятельности вуза, как для руководства вуза, так и для экспертов, поскольку в нем большое значение уделяется взаимосвязям между подходами и результатами. Что обеспечивает единство в оценке как средств и методов достижения цели, так и результатов.

Проанализированы существующие подходы к **построению математической модели предпочтений ЛПР по комплексной оценке деятельности вуза**, которая необходима для решения задачи ПР – определение степени достижения системной цели ЛПР, на основе многокритериальных оценок вуза, полученных в разные периоды времени. Такая оценка во времени показывает тренд достижения цели – всестороннее совершенство деятельности вуза.

Существующие подходы к построению математической модели предпочтений ЛПР основаны на том, что ЛПР в диалоге выбирает постулируемый принцип оптимальности, отражающий систему его предпочтений. Однако ЛПР может не владеть инструментарием постулируемых принципов оптимальности. Многие из принципов требуют от ЛПР дополнительной информации, которую ему обычно трудно предоставить априори. Отмеченные факторы определяют целесообразность построения гибкой математической модели предпочтений ЛПР, учитывающей:

1. «Естественные» предпочтения ЛПР – многокритериальная оценка вуза должна быть как можно ближе к максимально возможной оценке и как можно дальше от минимально возможной.
2. Концепцию, заложенную в разработанную критериальную модель, а именно сбалансированность подходов и результатов, при которой оценки по критериям должны иметь равномерное распределение. Концепция основана на проведенном в рамках данной диссертационной работы исследовании оценок участников конкурса Минобрнауки России «Системы качества подготовки выпускников образовательных учреждений профессионального образования» (далее – Конкурс) за 10 лет. Исследование показало, что распределение оценок лауреатов Конкурса подчиняется равномерному закону распределения, а для остальных участников Конкурса такого распределения нет. Гипотеза о равномерности распределения оценок по критериям Конкурса проверялась, используя критерий Пирсона

(уровень значимости $\alpha = 0.05$). На рисунке 4 представлены распределения средних оценок по критериям участников Конкурса, где N – число вузов.

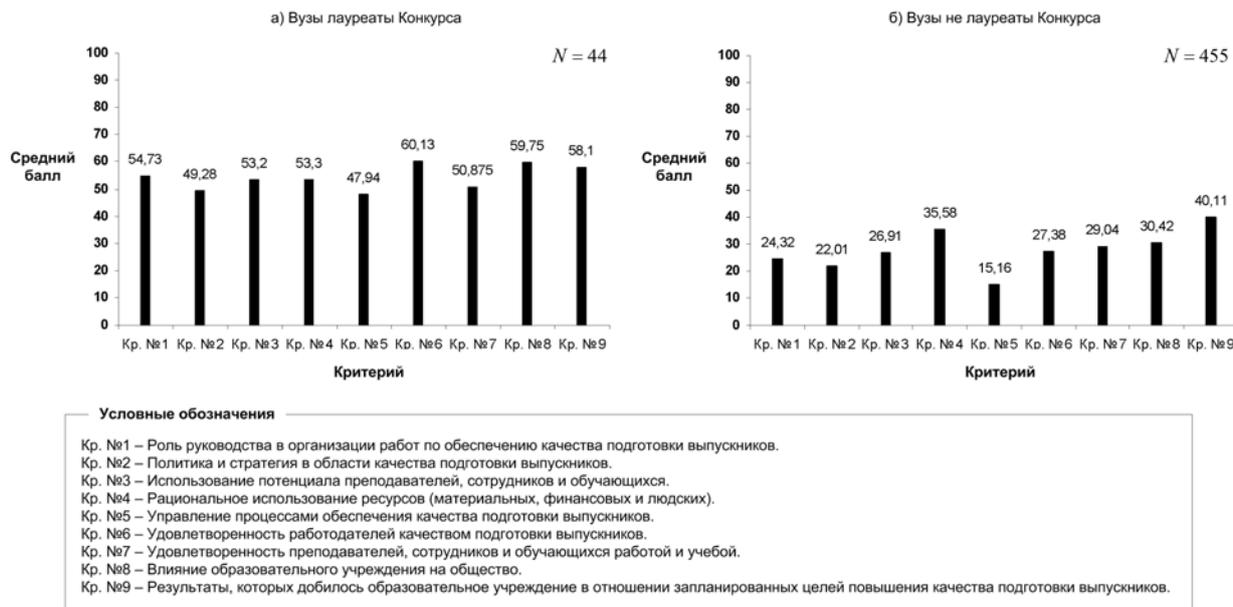


Рисунок 4 – Гистограмма распределения средних оценок по критериям для участников Конкурса

3. Индивидуальные предпочтения ЛПР по комплексной оценке вуза.

Для формализации «естественных» предпочтений ЛПР предлагается использовать метод TOPSIS (C.L. Hwang), в диссертационной работе предложено расширить его за счет введения различных норм.

Для формализации концепции предлагается использовать дисперсию. Поскольку аналитическое выражение концепции должно принимать значение равно нулю в случае для одинаковых оценок по критериям, а в случае максимального отличия оценок по критериям принимать максимальное значение. Одной из функций, удовлетворяющей этим требованиям, является дисперсия. Индивидуальные предпочтения ЛПР, учитываются за счет параметризации математической модели предпочтений ЛПР.

Структура предлагаемой математической модели, учитывающей описанные выше свойства имеет следующий вид (1).

$$f(a_p) = (1 - \lambda) \frac{D^{AI}(a_p)}{D^{AI}(a_p) + D^{Id}(a_p)} + \lambda \frac{D^{\max} - D(a_p)}{D^{\max}} \quad (1)$$

где $a_p = (z_{pi})_{i=1}^I$ – многокритериальная оценка вуза по результатам p -ой экспертизы;

z_{pi} – оценка вуза по результатам p -ой экспертизы по i -му критерию, $i = 1, \dots, I$, $I = 12$;

$D^{AI}(a_p) = \left(\sum_{i=1}^I \gamma_i^{k_2} |z_i^{AI} - z_{pi}|^{k_2} \right)^{\frac{1}{k_2}}$ – расстояние многокритериальных оценок вуза по результатам p -ой экспертизы от антиидеальной точки;

$D^{Id}(a_p) = \left(\sum_{i=1}^I \gamma_i^{k_1} (z_i^{Id} - z_{pi})^{k_1} \right)^{\frac{1}{k_1}}$ – расстояние многокритериальных оценок вуза по результатам p -ой экспертизы от идеальной точки;

$D(a_p) = \frac{\sum_{i=1}^I (\bar{z}_p - z_{pi})^2}{I}$ – дисперсия многокритериальных оценок вуза по результатам p -ой экспертизы;

D^{\max} – максимальное значение дисперсии равно 2500 при

$$z_i = \begin{cases} 0, & i \in I_0 = \{i_j | i_j \in \{1, \dots, I\}, j \in \{1, \dots, \frac{I}{2}\}, i_j \neq i_{j_1}, j_1 \in \{1, \dots, \frac{I}{2}\} \setminus j\} \\ 100, & i \in \{1, \dots, I\} \setminus I_0 \end{cases};$$

k_1, k_2 – показатель нормы, $k_1, k_2 \in \{1, 2, 3, 4, \infty\}$;

γ_i – важность i -го критерия;

z_i^{Id} – идеальная точка, максимально возможное значение оценки по i -му критерию, $z_i^{Id} = 100$;

z_i^{AI} – антиидеальная точка, минимально возможное значение оценки по i -му критерию, $z_i^{AI} = 0$;

$$\bar{z}_p = \frac{\sum_{i=1}^I z_{pi}}{I} \text{ – среднее значение оценок по критериям по результатам } p \text{-ой экспертизы};$$

λ – параметр модели, $\lambda \in [0, 1]$.

Параметры λ , k_1 и k_2 задают различные варианты модели (1) и таким образом, обеспечивают гибкость математической модели (1), позволяют учесть индивидуальные предпочтения ЛПР по комплексной оценке деятельности вуза.

В рамках диссертационного исследования были определены оценки численных значений параметров λ , k_1 и k_2 математической модели (1). Для этого был спланирован эксперимент – построен D-оптимальный сверхнасыщенный план. Полученный план (число точек равно 48) был разбит на две равные группы точек: первая группа использовалась для оценки параметров и объяснительного свойства модели (1); вторая группа использовалась для оценки предсказательного свойства модели (1).

Оценка «отклика» для модели (1) осуществлялась с привлечением представителей (менеджеров по качеству) всех категорий вузов (НИТУ «МИСиС», ТПУ, УрФУ, РГРТУ, МГУП). Была проведена проверка выполнения предпосылок регрессионного анализа. Оценка параметров математической модели (1) осуществлялась, используя МНК. Получены следующие оценки параметров $\hat{\lambda} = 0.117$, $\hat{k}_1 = 2$ и $\hat{k}_2 = 3$. Построены доверительные области для оценок параметров математической модели (1). Гипотеза об адекватности модели (1) не была отвергнута для каждой из групп точек в построенном плане эксперимента. Коэффициент детерминации, рассчитанный на основе первой группы точек плана (объяснительное свойство модели) равен 0.86, для второй группы точек плана (предсказательное свойство модели) равен 0.83.

Определена мера чувствительности математической модели (1) предпочтений ЛПР по комплексной оценке деятельности вуза.

Третья глава посвящена разработке моделей оценки компетенции экспертов и алгоритма формирования экспертных групп для независимой оценки деятельности вуза. Рассмотрены существующие модели оценки компетенции, в которых учитываются отдельные личностные качества, знания, умения и навыки, которыми должны обладать аудиторы. Важно отметить, что деятельность независимого эксперта шире, чем аудитора и не сводится к поиску соответствия критериям аудита. Эксперт осуществляет всесторонний анализ, оценку не только процессов, как это принято при аудите, но и результатов деятельности вуза. Таким образом, разработана модель компетенций эксперта, осуществляющего экспертизу деятельности вуза с учетом сильных и слабых сторон существующих моделей.

В предлагаемой модели оценки деятельности вуза (см. Рисунок 2) эксперт осуществляет два вида деятельности: экспертиза отчета по самооценке, обследование вуза на месте. Исходя из этого, выделено две группы компетенций эксперта общие и специальные (см. Рисунок 5).

В группу общих компетенций входят: социально-личностные, инструментальные, управленческие, предметные. В группу специальных компетенций входят социально-личностные и инструментальные. Каждая из компетенций имеет составляющие характеризующие её с точки зрения двух видов деятельности эксперта, обозначенных выше.

Оценка важности компетенций эксперта осуществлялась с привлечением представителей (менеджеров по качеству) всех категорий вузов (НИТУ «МИСиС», ТПУ, УрФУ, РГРТУ, МГУП), эти же эксперты принимали участие в оценке важности разработанных в диссертационной работе

критериев (см. Рисунок 1, Рисунок 5, Рисунок 6, Таблица 1), а также в количественной оценке параметров и адекватности структур разработанных в диссертационной работе математических моделей (2)-(16). Оценивание осуществлялось в согласованных шкалах, используя метод Дельфи. В общей сложности для оценки важности критериев было получено и обработано 966 индивидуальных оценок ЛПР, для оценки значений параметров 649 оценок, а для проверки адекватности моделей 589 оценок ЛПР, с учетом обратной связи, основанной на проверке согласованности и воспроизводимости.

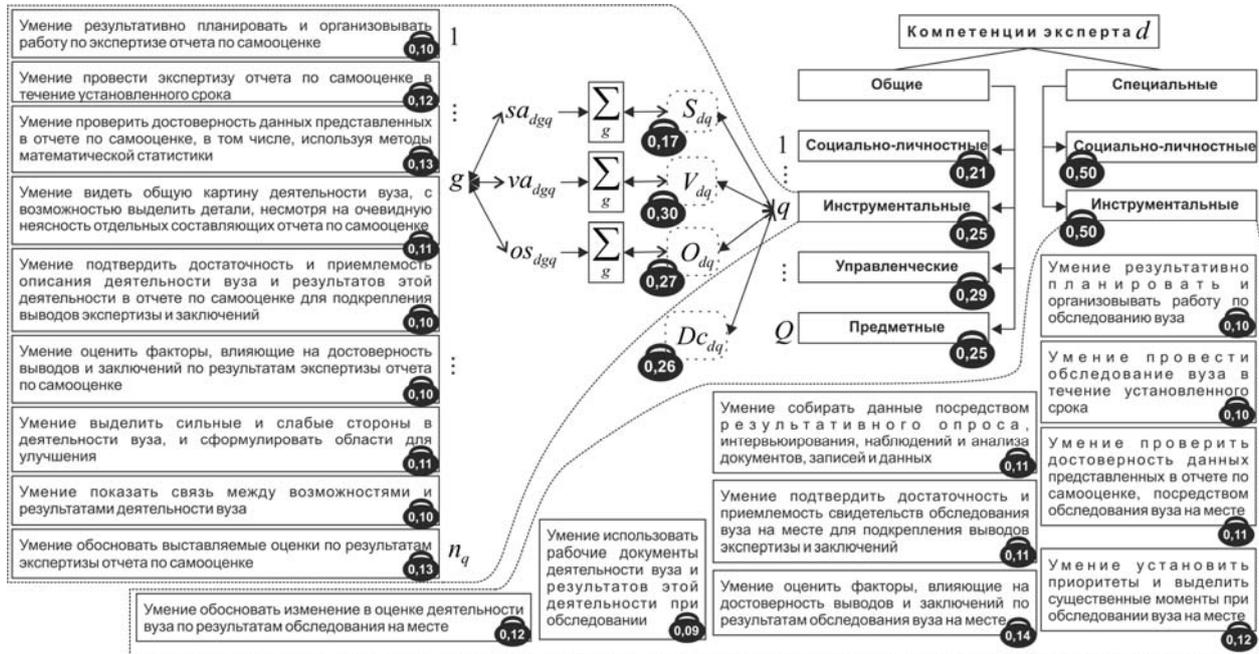


Рисунок 5 – Предлагаемая модель компетенций эксперта и схема расчета интегрированной оценки компетенции эксперта

Проведен анализ существующих методов, позволяющих с тех или иных позиций оценивать эксперта: документационный метод, самооценка, взаимооценка, положительная и отрицательная обратная связь. Показаны достоинства и недостатки этих методов применительно к оценке компетенции эксперта, осуществляющего экспертизу деятельности вуза. Для нивелирования их слабых сторон предлагается использовать сочетание этих методов.

Сущность используемого метода самооценки (взаимооценки) состоит в том, что эксперту предлагается оценить уровень составляющих собственных компетенций и/или компетенций других экспертов. Оценка компетенций осуществляется в разработанной шкале интервалов. Уровень отдельной компетенции эксперта по результатам самооценки (взаимооценки) определяется как значение некоторой свертки.

Предложено для определения уровня отдельной компетенции эксперта в случае самооценки использовать в качестве свертки принцип оптимальности «идеальная точка» (Евклидова норма) с учетом важности составляющих компетенций (2).

$$S_{dq} = \sqrt{\sum_{g=1}^{n_q} w_{gq}^2 (M_{gq} - sa_{dgq})^2}, \quad d = 1, \dots, D, \quad q = 1, \dots, Q, \quad (2)$$

где S_{dq} – уровень q -ой компетенции для d -го эксперта по результатам самооценки;

w_{gq} – относительный коэффициент важности g -ой составляющей q -ой компетенции;

M_{gq} – максимальное значение g -ой составляющей q -ой компетенции, $M_{gq} = 100$, $g = 1, \dots, n_q$,

$q = 1, \dots, Q$;

n_q – число составляющих q -ой компетенции;

sa_{dgq} – оценка уровня q -ой компетенции по g -ой составляющей d -м экспертом;

D – число экспертов в реестре;

Q – число компетенций эксперта, $Q = 6$.

Проведены исследования, показывающие, что такая свертка более чувствительна к оценкам составляющих компетенций эксперта имеющего крайние оценки, чем линейная свертка, проверена адекватность такой свертки (2) в случае самооценки в равноотстоящих точках для каждого узла дерева компетенций (см. Рисунок 5), величина коэффициента детерминации изменяется от 0.78 до 0.94 в зависимости от узла дерева.

Предложено для определения обобщенной оценки составляющих компетенции эксперта в случае взаимооценки, использовать разработанный коэффициент осведомленности (3), имеющий субъективную и объективную составляющие.

$$Z_{dgqu} = (K_{du}^{об})^{w_{об}} (K_{dgqu}^{суб})^{w_{суб}}, \quad d, u = 1, \dots, D, \quad g = 1, \dots, n_q, \quad q = 1, \dots, Q, \quad (3)$$

где Z_{dgqu} – степень осведомленности u -м экспертом g -ой составляющей q -ой компетенции d -го эксперта;

$K_{du}^{об}$ – объективная осведомленность u -м экспертом об уровне компетенции d -го эксперта;

$K_{dgqu}^{суб}$ – субъективная осведомленность u -м экспертом об уровне g -ой составляющей q -ой компетенции d -го эксперта;

$w_{об}, w_{суб}$ – относительные коэффициенты важности объективной и субъективной составляющей.

Получены оценки коэффициентов важности объективной и субъективной составляющей $w_{об} = 0.74, w_{суб} = 0.26$. Проверена адекватность модели (3) в равноотстоящих точках $R^2 = 0.93$.

Объективная осведомленность эксперта об уровне компетенций другого эксперта определяется по формуле (4).

$$K_{du}^{об} = \frac{h_{du}}{\max_u h_{du}}, \quad d, u = 1, \dots, D, \quad (4)$$

где h_{du} – число экспертиз, проведенных u -м и d -м экспертом вместе.

Субъективная осведомленность $K_{dgqu}^{суб}$ u -м экспертом об уровне g -ой составляющей q -ой компетенции d -го эксперта определяется как нормализованная оценка для составляющих компетенций, измеренная в разработанной шкале интервалов.

Обобщенная оценка уровня составляющей компетенций эксперта по результатам взаимооценки вычисляется по следующей формуле (5).

$$va_{dgq} = \sum_{u=1}^{D-1} Z_{dgqu} a_{dgqu}, \quad d = 1, \dots, D, \quad g = 1, \dots, n_q, \quad q = 1, \dots, Q, \quad (5)$$

где va_{dgq} – уровень q -ой компетенции по g -ой составляющей d -го эксперта;

a_{dgqu} – оценка u -м экспертом уровня g -ой составляющей q -ой компетенции d -го эксперта.

Проверена адекватность модели (5) в равноотстоящих точках $R^2 = 0.77$.

Уровень q -ой компетенции для d -го эксперта по результатам взаимооценки V_{dq} определяется как значение свертки по принципу «идеальной точки» (Евклидова норма) с учетом важности составляющих компетенции (2), проверена адекватность такой свертки для случая взаимооценки в равноотстоящих точках, установлено, что она не отличается от случая самооценки.

Представлено определение уровня составляющих компетенций эксперта с использованием документационного метода. Проанализированы различные модели критериев, допускающих документальное подтверждение. Сформировано множество критериев, учитывающих сильные и слабые стороны существующих критериальных моделей. Разработанная критериальная модель представлена на рисунке 6.

Критериям модели определения уровня компетенций эксперта с использованием документационного метода присвоены соответствующие веса для каждой q -ой компетенции (см. Таблица 1), на основе показателей критериев последовательно (снизу-вверх) с нормализацией рассчитывается результирующая оценка уровня q -ой компетенции для d -го эксперта по результатам документационного метода Dc_{dq} , как значение свертки по принципу «идеальной точки» (Евклидова норма) (2). Проверена адекватность такой свертки для каждого узла дерева критериев (см. Рисунок 6)

в равноотстоящих точках, величина коэффициента детерминации изменяется от 0.79 до 0.96 в зависимости от узла дерева критериев документационного метода.

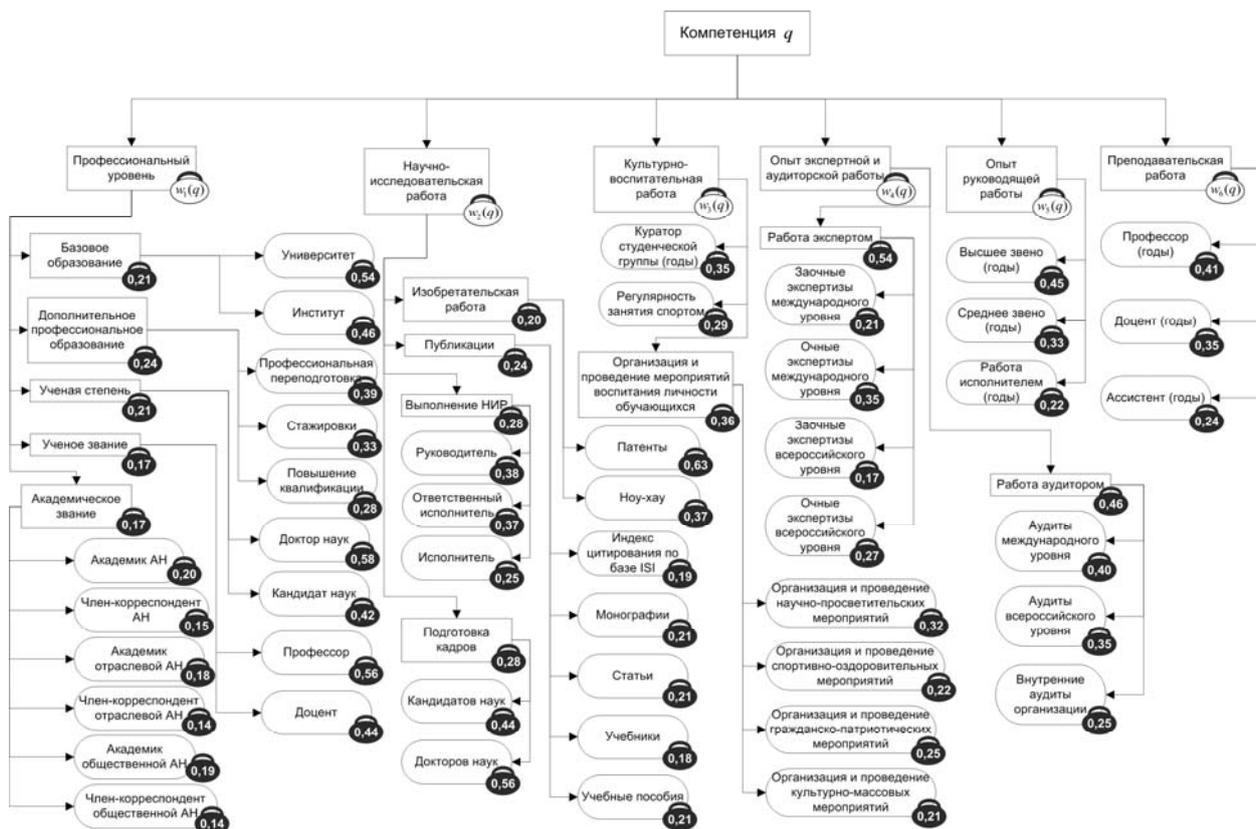


Рисунок 6 – Предлагаемая критериальная модель определения уровня компетенций эксперта с использованием документационного метода

Таблица 1 – Важность критериев модели определения уровня компетенций эксперта

Компетенция q	Коэффициенты важности критериев					
	$w_1(q)$	$w_2(q)$	$w_3(q)$	$w_4(q)$	$w_5(q)$	$w_6(q)$
Общие компетенции						
Социально-личностные	0,11	0,12	0,19	0,18	0,21	0,19
Инструментальные	0,20	0,18	0,11	0,17	0,17	0,17
Управленческие	0,12	0,14	0,06	0,23	0,34	0,11
Предметные	0,15	0,17	0,08	0,21	0,26	0,13
Специальные компетенции						
Социально-личностные	0,07	0,09	0,23	0,15	0,25	0,21
Инструментальные	0,13	0,15	0,10	0,25	0,22	0,15

Сущность используемого метода обратной связи состоит в том, что инициаторы экспертизы (руководство вуза) осуществляют оценку независимых экспертов на предмет результативности, проведенной экспертизы. Причиной низкой результативности может быть принятие на основе результатов независимой экспертизы неэффективных управленческих решений со стороны руководства вузов. Оценка компетенций осуществляется в разработанной шкале интервалов. Уровень q -ой компетенции для d -го эксперта по результатам обратной связи O_{dq} определяется, как значение свертки по принципу «идеальной точки» (Евклидова норма) с учетом важности составляющих компетенции (2), проверена адекватность такой свертки для случая обратной связи в равноотстоящих точках, установлено, что она не отличается от случая самооценки.

Сформирован реестр экспертов численностью 65 человек из специалистов ведущих вузов и представителей бизнес-сообщества, имеющих опыт экспертизы в рамках Конкурса.

В таблице 2 представлены коэффициенты парной корреляции (полужирным шрифтом выделены значимые коэффициенты при $\alpha = 0.05$) между коэффициентами компетенции, рассчитанными на основе: документационного метода, самооценки, взаимооценки, обратной связи.

Таблица 2 – Коэффициенты парной корреляции коэффициентов компетенции

r_{ij}	Самооценка	Взаимооценка	Документационный метод	Обратная связь
Самооценка	1,00	0,43	0,64	0,47
Взаимооценка	0,43	1,00	0,43	0,82
Документационный метод	0,64	0,43	1,00	0,48
Обратная связь	0,47	0,82	0,48	1,00

Разработана математическая модель определения компетенции экспертов и формирования экспертной группы, которая имеет следующий содержательный вид. Имеется множество независимых экспертов ($\mathcal{E} = \{\mathcal{E}_d\}_{d=1}^D$, где D – число экспертов в реестре), каждый из которых описывается набором интегрированных оценок компетенций эксперта ($\mathcal{E}_d = (U_{dq})_{q=1}^Q$). Интегрированная оценка компетенции эксперта (U_{dq}) – это взвешенная свертка («принцип идеальной точки») оценок уровня компетенции эксперта по результатам самооценки (S_{dq}), взаимооценки (V_{dq}), документационного метода (Dc_{dq}) и обратной связи (O_{dq}). Проверена адекватность такой свертки в равноотстоящих точках $R^2 = 0.91$. Схема расчета интегрированной оценки компетенции эксперта представлена на рисунке 5.

Для определения коэффициента компетенции эксперта K_d предлагается использовать комбинацию принципов оптимальности, а именно принципа «главного критерия» и принципа «идеальной точки». Согласно принципу «главного критерия» все компетенции разбиваются на две группы. На основе первой группы компетенций эксперта конструируется функция определения коэффициента компетенции эксперта (6), а на основе второй группы компетенций – конструируется ограничение (7). Для формирования функции и ограничения используется принцип «идеальной точки». Проверена адекватность такой свертки в равноотстоящих точках $R^2 = 0.82$. В рамках внедрения было получено и использовалось следующее значение параметра модели (7) $K^{gr} = 0.9$.

$$K_d = \sqrt{\sum_{q \in Q^*} w_q^2 \cdot (U_q^I - U_{dq})^2}, \quad d \in D^* \quad (6)$$

$$D^* = \left\{ d : \sqrt{\sum_{q \in Q^{**}} w_q^2 \cdot (U_q^I - U_{dq})^2} \leq K^{gr} \right\} \quad (7)$$

где $U_q^I = \min_{d \in \{1, \dots, D\}} U_{dq}$ – идеальная точка;

K^{gr} – граничное значение коэффициента компетенции для критериев Q^{**} ;

w_q – относительный коэффициент важности q -ой компетенции;

Q^* – множество общих компетенций, в случае заочной экспертизы, иначе множество специальных компетенций;

Q^{**} – множество специальных компетенций, в случае заочной экспертизы, иначе множество общих компетенций.

Требуется из множества независимых экспертов выделить группу экспертов заданного размера ($m \leq |D^*|$), обладающих максимальной компетенцией так, чтобы компетенции в группе не сильно отличались и стоимость участия в экспертизе выделенных экспертов не превышала бюджета (b).

Для реализации задачи предложена целевая функция (8) как параметрическая свертка среднего значения и среднего квадратического отклонения коэффициентов компетенции экспертов (K_d). Число экспертов m и бюджет b образуют ограничения (9).

$$g(\vartheta) = (1 - \lambda) \frac{\sum_{d \in D^*} K_d \cdot \vartheta_d}{m} + \lambda \sqrt{\frac{\sum_{d \in D^*} (\bar{K} - K_d \cdot \vartheta_d)^2}{m-1}} \rightarrow \min_{\vartheta \in \mathcal{E}} \quad (8)$$

где $\vartheta = (\vartheta_d)_{d \in D^*}$ – группа экспертов;

$\mathcal{E}^* = \{\vartheta_d\}_{d \in D^*}$ – множество независимых экспертов;

$\vartheta_d = \begin{cases} 1, & \text{если } d \text{ – ый эксперт участвует в экспертизе;} \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases}$;

$\bar{K} = \frac{\sum_{d \in D^*} K_d \cdot \vartheta_d}{m}$ – среднее значение компетенции экспертов;

λ – параметр модели, $\lambda \in [0,1]$.

$$\begin{aligned} \sum_{d \in D^*} \vartheta_d &= m; \\ \sum_{d \in D^*} C_{dv} \cdot \vartheta_d &\leq b_v \end{aligned} \quad (9)$$

где C_{dv} – стоимость участия d -го эксперта в экспертизе v ;

v – вид экспертизы (1 – заочная, 2 – очная).

Сформулированная задача (8), (9) является задачей нелинейного программирования с булевыми переменными с ограничениями типа равенства и неравенства, для решения которой разработан алгоритм, в основу которого положен подход эволюционных вычислений – генетические алгоритмы. Генетические алгоритмы позволяют получить сравнительно быстро (за конечное число шагов) «хорошее» решение в задачах глобальной оптимизации. Предлагаемый алгоритм состоит из следующих основных операций: генерация начальной популяции; выбор родительских пар; применение операторов кроссинговера; вычисление функции приспособленности (8); селекция; проверка условия вырождения популяции, если оно выполнено применить оператор инверсии; проверка условия останова, если оно не выполнено перейти в выбору родительских пар.

Формальное описание алгоритма решения поставленной задачи (8), (9).

1. Задать T – число итераций, m , b , ε , E – размер популяции, $\lambda = 0$.

2. $t = 0$. Сгенерировать (равномерное распределение) начальную популяцию $P^t = \{p_1^t, \dots, p_E^t\}$, где

$p_e^t = (p_{ed}^t)_{d=1}^{|D^*|} = (\vartheta_{ed}^t)_{d \in D^*}$ – e -ая хромосома популяции, $e = \overline{1, E}$, удовлетворяющая (9). Вычислить

$v(p_e^t) = (v_1(p_e^t), v_2(p_e^t)) = \left(\frac{s_e^{tC_1}}{s_e^t}, \frac{s_e^{tC_2}}{s_e^t} \right)$, $s_e^t = s_e^{tC_1} + s_e^{tC_2}$, $s_e^{tC_1}, s_e^{tC_2}$ – число применений операторов

кроссинговера для e -ой хромосомы на итерации t , при $t = 0$, $v(p_e^t) = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2} \right)$, $s_e^{tC_1}, s_e^{tC_2} = 0$.

3. Вычислить $F^t = \{f_1^t, \dots, f_E^t\}$, $f_e^t = g(p_e^t)$, $e = \overline{1, E}$ по (8).

4. Провести сортировку F^t , $F^t = \{f_e^t : f_e^t \leq f_{e+1}^t, e = \overline{1, E-1}\}$. Найти квартили $f_{\frac{1}{4}}^t : p(f_e^t < f_{\frac{1}{4}}^t) = \frac{1}{4}$ и

$f_{\frac{3}{4}}^t : p(f_e^t < f_{\frac{3}{4}}^t) = \frac{3}{4}$, $e = \overline{1, E}$. Выбрать случайным образом (равномерное распределение)

$p_{e_{\frac{1}{4}}}^t : [f_1^t \leq g(p_{e_{\frac{1}{4}}}^t) < f_{\frac{1}{4}}^t]$, $p_{e_{\frac{3}{4}}}^t : [f_{\frac{3}{4}}^t \leq g(p_{e_{\frac{3}{4}}}^t) \leq f_{\frac{3}{4}}^t]$, $p_{e_{\frac{1}{4}}}^t : [f_{\frac{1}{4}}^t < g(p_{e_{\frac{1}{4}}}^t) \leq f_{\frac{1}{4}}^t]$, $e = \overline{1, E}$ из P^t . Найти

$p_{e_{\frac{1}{4}}}^{t*} = \arg(\min_e D_H(p_{e_{\frac{1}{4}}}^t, p_e^t))$, $p_{e_{\frac{3}{4}}}^{t*} = \arg(\min_e D_H(p_{e_{\frac{3}{4}}}^t, p_e^t))$, $p_{e_{\frac{1}{4}}}^{t**} = \arg(\max_e D_H(p_{e_{\frac{1}{4}}}^t, p_e^t))$,

$p_{e_{\frac{3}{4}}}^{t**} = \arg(\max_e D_H(p_{e_{\frac{3}{4}}}^t, p_e^t))$, где D_H – расстояние Хэмминга.

5. Для $p_{e_{1/4}}^t, p_{e_{1/2}}^t, p_{e_{1/2}^{**}}^t, p_{e_{3/4}}^t$ выбрать случайным образом с вероятностью $v_1(p_{x_1}^t)$, $x_1 \in \{e_{1/4}^*, e_{1/2}^*, e_{1/2}^{**}, e_{3/4}^*\}$ оператор C_1 , или C_2 с вероятностью $v_2(p_{x_1}^t)$, $x_1 \in \{e_{1/4}^*, e_{1/2}^*, e_{1/2}^{**}, e_{3/4}^*\}$. В случае выбора односточечного оператора кроссинговера $C_1(p_{x_1}^t, p_{x_2}^t)$, где $x_1 \in \{e_{1/4}^*, e_{1/2}^*, e_{1/2}^{**}, e_{3/4}^*\}$, $x_2 \in \{e_{1/4}, e_{1/2}, e_{3/4}\}$, сгенерировать r (равномерное распределение $(1, |D^*|)$), вычислить $p_{x_1}^t = (p_{x_1d}^t)_{d=1}^{|D^*|}$, где $p_{x_1d}^t = \begin{cases} p_{x_1d}^t, & \text{если } d < r \\ p_{x_2d}^t, & \text{если } d \geq r \end{cases}$

$s_{x_1}^{tC_1} = s_{x_1}^{tC_1} + 1$, и $p_{x_2}^t = (p_{x_2d}^t)_{d=1}^{|D^*|}$, где $p_{x_2d}^t = \begin{cases} p_{x_2d}^t, & \text{если } d < r \\ p_{x_1d}^t, & \text{если } d \geq r \end{cases}$, $s_{x_2}^{tC_1} = s_{x_2}^{tC_1} + 1$. В случае выбора

двухточечного оператора кроссинговера $C_2(p_{x_1}^t, p_{x_2}^t)$, где $x_1 \in \{e_{1/4}^*, e_{1/2}^*, e_{1/2}^{**}, e_{3/4}^*\}$, $x_2 \in \{e_{1/4}, e_{1/2}, e_{3/4}\}$,

сгенерировать r_1 и r_2 (равномерное распределение $(1, |D^*|)$), пусть $r_1 > r_2$, вычислить $p_{x_1}^t = (p_{x_1d}^t)_{d=1}^{|D^*|}$,

где $p_{x_1d}^t = \begin{cases} p_{x_1d}^t, & \text{если } d < r_1 \\ p_{x_2d}^t, & \text{если } r_1 \leq d \leq r_2 \\ p_{x_1d}^t, & \text{если } r_2 > d \end{cases}$, $s_{x_1}^{tC_2} = s_{x_1}^{tC_2} + 1$, и $p_{x_2}^t = (p_{x_2d}^t)_{d=1}^{|D^*|}$, где $p_{x_2d}^t = \begin{cases} p_{x_2d}^t, & \text{если } d < r_1 \\ p_{x_1d}^t, & \text{если } r_1 \leq d \leq r_2 \\ p_{x_2d}^t, & \text{если } r_2 > d \end{cases}$,

$s_{x_2}^{tC_2} = s_{x_2}^{tC_2} + 1$.

6. Проверить для $p_{x_1}^t$ и $p_{x_2}^t$ где $x_1 \in \{e_{1/4}^*, e_{1/2}^*, e_{1/2}^{**}, e_{3/4}^*\}$, $x_2 \in \{e_{1/4}, e_{1/2}, e_{3/4}\}$ выполнение (9). Добавить в

$P^t = \{p_1^t, \dots, p_E^t\}$, q новых хромосом $p_{x_1}^t$ и $p_{x_2}^t$ где $x_1 \in \{e_{1/4}^*, e_{1/2}^*, e_{1/2}^{**}, e_{3/4}^*\}$, $x_2 \in \{e_{1/4}, e_{1/2}, e_{3/4}\}$,

удовлетворяющих (9). Вычислить $F^t = \{f_1^t, \dots, f_{E+q}^t\}$.

7. Провести сортировку F^t , $F^t = \{f_e^t : f_e^t \leq f_{e+1}^t, e = \overline{1, E+q-1}\}$. Провести «элитный отбор» взять первые E особей.

8. Проверить выполнение условий $|f_1^t - f_1^{t-1}| \leq \varepsilon$ и $t+1 < T$. Если условия не выполнены, то перейти к п. 10.

9. Задать L . Выбрать случайным образом (равномерное распределение) $p_{e_1}^t, p_{e_2}^t, \dots, p_{e_L}^t$ из $P^t \setminus \{p_e^t\}$,

где $f_1^t = g(p_{e_1}^t)$. Для $p_{x_3}^t$, $x_3 = (e_1, e_2, \dots, e_L)$ применить оператор «инверсии» $R(p_{x_3}^t)$, а именно

сгенерировать r_1 и r_2 (равномерное распределение $(1, |D^*|)$), вычислить $p_{x_3}^t = (p_{x_3d}^t)_{d=1}^{|D^*|}$, где

$p_{x_3d}^t = \begin{cases} p_{x_3d}^t, & \text{если } d \neq r_1, r_2 \\ p_{x_3r_2}^t, & \text{если } d = r_1 \\ p_{x_3r_1}^t, & \text{если } d = r_2 \end{cases}$, заменить $p_{x_3}^t$ на $p_{x_3}^t$, $x_3 = (e_1, e_2, \dots, e_L)$ в $P^t \setminus \{p_e^t\}$, в случае если $p_{x_3}^t$,

$x_3 = (e_1, e_2, \dots, e_L)$ удовлетворяют (9).

10. $t = t + 1$.

11. Проверить условие $t \leq T$, условие выполнено перейти к п. 3.

12. Запомнить λ и $p_{e_1}^t$, такое что $g(p_{e_1}^t) = f_1^t$, $\lambda = \lambda + 0.1$.

13. Проверить условие $\lambda \leq 1$, условие выполнено перейти к п. 2.

14. В случае если решение не найдено перейти к п. 1.

Основным отличием предлагаемого генетического алгоритма от существующих генетических алгоритмов является шаг 3 – «выбор родительской пары». Предлагается при выборе «родительских пар» совместно использовать аутбридинг и инбридинг, причем использование квартилей делает выбор «родительских пар» робастным к распределению хромосом. Проведен вычислительный эксперимент, который показал, что такой подход позволяет более эффективно осуществлять поиск в локальных оптимумах, что фактически приводит к разбиению популяции на отдельные локальные группы, вокруг подозрительных на экстремум сочетаний экспертов со смещением к глобальному

оптимуму. В тоже время предлагаемый подход в совокупности с параметризацией (L) операции «инверсии» направлен на предупреждение сходимости алгоритма к уже найденным локальным решениям и позволяет в диалоге с ЭВМ, просматривать новые, неисследованные сочетания.

Параметризация (λ) целевой функции (8) позволяет ЛПР в диалоге с ЭВМ изучать решения, соответствующие различным постановкам задачи, тем самым более ясно формулировать свои требования, сравнивая различные решения.

В рамках внедрения были получены и использовались следующие значения параметров модели (8)-(9): $T = 3000$, $m = 7$, $b_1 = 25$, $\varepsilon = 0.00001$, $E = 150$, $\lambda = 0.7$, $L = 10$. Проверена адекватность функции (8) в равноотстоящих точках $R^2 = 0.96$.

В четвертой главе решается задача обработки индивидуальных оценок, вычисления компетентности и получения групповых оценок экспертов.

Проанализированы существующие подходы к обработке оценок экспертов. Анализ показал, что существующие алгоритмы выделения подгрупп экспертов с согласованными мнениями не позволяют: выделять подгруппы экспертов так, чтобы объем подгруппы не зависел от порядка её выделения; учитывать диапазон изменения значений коэффициента конкордации для подгрупп экспертов, иначе согласованность одной подгруппы может сильно отличаться от согласованности другой; выделять подгруппы экспертов с учетом согласованности мнений экспертов по многим критериям, что затрудняет оценку и сопоставление согласованности групп экспертов в рамках экспертиз в целом.

Предлагается использовать совместно значения коэффициентов конкордации для оценки согласованности подгрупп экспертов, и стремиться к суммарной максимизации коэффициентов конкордации. При этом обеспечить, чтобы согласованность в подгруппах экспертов не сильно отличалась. Деятельность вуза оценивается каждым экспертом по многим критериям, поэтому целесообразно выделить подгруппы экспертов с согласованными мнениями по всем критериям с учетом их важности. Для формализации описанных выше свойств решения задачи выделения подгрупп экспертов с согласованными мнениями построена целевая функция для одного критерия как свертка среднего значения и среднего квадратического отклонения коэффициентов конкордации (10).

$$f(W_i^{(t)}) = (1 - \lambda_i) \frac{\sum_{y=1}^t W_i(c_y)}{t} - \lambda_i \sqrt{\frac{\sum_{y=1}^t (\bar{W}_i(t) - W_i(c_y))^2}{t-1}} \quad (10)$$

где $W_i^{(t)} = (W_i(c_1), \dots, W_i(c_t))$ – вектор коэффициентов конкордации, полученных для разбиения исходной группы экспертов на t подгрупп $\mathcal{E}^{(t)} = (\mathcal{E}_1, \dots, \mathcal{E}_{c_1}, \dots, \mathcal{E}_{c_{t-1}+1}, \dots, \mathcal{E}_{c_t})$ для i -го критерия, количество и состав экспертов в подгруппах одинаковый для всех критериев;
 $W_i(c_y)$ – коэффициент конкордации, подсчитанный для оценок c_y экспертов, входящих в y -ю подгруппу для i -го критерия;

$\bar{W}_i(t) = \frac{\sum_{y=1}^t W_i(c_y)}{t}$ – среднее значение коэффициентов конкордации для i -го критерия;

λ_i – параметр (весовой коэффициент) для i -го критерия.

Тогда для оценки согласованности групп экспертов по множеству критериев построена целевая функция (11) как свертка среднего значения и среднего квадратического отклонения значений целевой функции (10), сконструированной для одного критерия.

$$F(W^{(t)}) = (1 - \lambda) \frac{\sum_{i=1}^I w_i f(W_i^{(t)})}{I} - \lambda \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^I w_i^2 (\bar{f}(W_i^{(t)}) - f(W_i^{(t)}))^2}{I}} \quad (11)$$

где $W^{(t)} = (W_1^{(t)}, \dots, W_I^{(t)})$ – векторы коэффициентов конкордации полученные для разбиения исходной группы экспертов на t подгрупп $\mathcal{E}^{(t)} = (\mathcal{E}_1, \dots, \mathcal{E}_{c_1}, \dots, \mathcal{E}_{c_{t-1}+1}, \dots, \mathcal{E}_{c_t})$;

$$\bar{f}(W_i^{(t)}) = \frac{\sum_{i=1}^I w_i f(W_i^{(t)})}{I} - \text{средневзвешенное значение функций (10);}$$

w_i – важность критериев, $i = 1, \dots, I$, $\sum_{i=1}^I w_i = 1$;

λ – параметр (весовой коэффициент).

Задача выделения подгрупп экспертов с согласованными мнениями формализована в виде целевой функции (12).

$$F(W_{onn}^{(t)}) = \max_{t \in \{t: W^{(t)} \in W_{знач}\}} F(W^{(t)}) \quad (12)$$

где $W_{знач}^{(t)}$ – множество значимых коэффициентов конкордации,

$$W_{знач}^{(t)} = \{W_i(c_y) : W_i(c_y) \geq W_{Ti}(c_y), y = 1, \dots, t, i = 1, \dots, I\};$$

$W_{Ti}(c_y)$ – теоретическое значение коэффициента конкордации для подгруппы экспертов y .

Необходимо найти решение $\mathcal{E}_{onn}^{(t)}$, которому соответствует $W_{onn}^{(t)}$, из условия (12).

Формальное описание алгоритма решения поставленной задачи (12).

1. Задать $p_{ош}(i)$ – вероятность ошибки, $\lambda_i, i = 1, \dots, I$.

2. $\lambda = 0, t_1 = 1$.

3. Полные матрицы рангов $\|r_{dp}^1\|_i, d = 1, \dots, m, p = 1, \dots, P, i = 1, \dots, I$ последовательно в разных сочетаниях делить на t_1 групп строк, строк в группе $c_y = 2, \dots, m - 2(t_1 - 1), y = 1, \dots, t_1$, если $m - 2t_1 \geq 1$,

то $\sum_{y=1}^{t_1} c_y = m - 1, m$, иначе $\sum_{y=1}^{t_1} c_y = m$. Для каждого набора строк вычислить $W_i^{(t_1)} = (W_i(c_1), \dots, W_i(c_{t_1}))$, $i = 1, \dots, I$ и сравнить $W_i(c_y)$ с $W_{Ti}(c_y)$, если $W_i(c_y) \geq W_{Ti}(c_y), y = 1, \dots, t_1, i = 1, \dots, I$, то вычислить $F(W^{(t_1)})$. Найти $F(W^{(t_1)})$ с максимальным значением $F(W_{onn}^{(t_1)})$.

4. $t_1 = t_1 + 1$.

5. Проверить условие $t_1 \leq \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor$, условие выполнено перейти к п. 3.

6. Найти $F(W_{onn}^{(t_1)})$ с максимальным значением $F(W_{onn}^{(t)})$. Запомнить $\lambda, t, W_{onn}^{(t)} = (W_1^{(t)*}, \dots, W_I^{(t)*})$ и соответствующие матрицы рангов $\|r_{dp}^1\|_i, d = 1, \dots, c_1, \dots, \|r_{dp}^t\|_i, d = 1, \dots, c_t, p = 1, \dots, P, i = 1, \dots, I$ с согласованными мнениями экспертов.

7. $\lambda = \lambda + 0.1$.

8. Проверить условие $\lambda \leq 1$, условие выполнено перейти к п. 3.

9. В случае если решение не найдено перейти к п. 1.

Величину шага изменения параметра λ, h_λ задает ЛПР, затем ЛПР изучает полученные решения (12) при $\lambda = \{0; h_\lambda; \dots; 1\}$ и выбирает λ соответствующие его представлению о качестве решения.

В рамках внедрения были получены и использовались следующие значения параметров модели (10)-(11): $p_{ош}(i) = 0.05, \lambda_i = 0.5, i = 1, \dots, 12, \lambda = 0.7$. Проверена адекватность функций (10) и (11) коэффициенты детерминации равны соответственно 0.97 и 0.95.

Показано, что существующие алгоритмы **определения групповой обобщенной оценки** объектов в выделенных подгруппах экспертов (с согласованными мнениями) с учетом их **компетентности** имеют ряд недостатков, поскольку не позволяют осуществлять анализ групповых обобщенных оценок вуза и компетентности экспертов в рамках экспертиз в целом по многим критериям.

В работе предлагается компетентность эксперта для заданного критерия вычислять, учитывая оценки по всем критериям, для этого разработаны алгоритмы, основанные на итеративной процедуре корректировки критериальных коэффициентов компетентности K_{di}^r , $i = 1, \dots, I$, $d = 1, \dots, c_q$, $r = 0, 1, 2, \dots$ – номер итерации, c_q – количество экспертов в подгруппе q ($q = 1, \dots, t$), полученной из решения задачи (12). На каждой итерации r вычисляется взвешенная групповая оценка z_{pi}^r каждого объекта (многокритериальная оценка вуза) ($p = 1, \dots, P$) по всем критериям ($i = 1, \dots, I$). Затем вычисляются специальные поправочные коэффициенты для каждого критерия ΔK_{di}^r , их величина обратно пропорциональна значению целевой функции, сконструированной на основе принципа оптимальности или комбинации принципов оптимальности. Значение целевой функции зависит от вектора n_{di}^r , компонентами которого являются значения k_{i_i} -нормы $n_{i_i}(z_{i_i}^r, z_{di_i}, k_{i_i})$, определяющей величину отклонения вектора экспертных оценок $z_{di_i} = (z_{d1i_i}, \dots, z_{dPi_i})$ от вектора средних групповых оценок объектов $z_{i_i}^r = (z_{1i_i}^r, \dots, z_{Pi_i}^r)$ по i_i критерию ($i_i = 1, \dots, I$) на r -й итерации (13), (14).

$$n_{i_i}(z_{i_i}^r, z_{di_i}, k_{i_i}) = \left(\sum_{p=1}^P |z_{pi_i}^r - z_{dpi_i}|^{k_{i_i}} \right)^{\frac{1}{k_{i_i}}}, \quad k_{i_i} \geq 1 \quad (13)$$

$$n_{i_i}(z_{i_i}^r, z_{di_i}, k_{i_i}) = \max_p |z_{pi_i}^r - z_{dpi_i}|, \quad k_{i_i} = \infty \quad (14)$$

После вычисления поправочных коэффициентов с их помощью корректируются критериальные коэффициенты компетентности. Корректировка возможна в аддитивной или в мультипликативной форме. После корректировки проводится нормализация коэффициентов и проверка правила останова. Вычисления прекращаются, когда значения коэффициентов перестают меняться.

В зависимости от выбора норм, способа корректировки критериального коэффициента компетентности и принципа оптимальности (например, «идеальная точка» (15), (16)) или их комбинации порождается соответствующий вариант алгоритма.

$$f(n_{di}^r, k) = \left(\sum_{i_i=1}^I w_{i_i}^k \cdot (n_{i_i}(z_{i_i}^r, z_{di_i}, k_{i_i}))^k \right)^{\frac{1}{k}}, \quad k \geq 1 \quad (15)$$

$$f(n_{di}^r, k) = \max_{i_i} (w_{i_i} \cdot n_{i_i}(z_{i_i}^r, z_{di_i}, k_{i_i})), \quad k = \infty \quad (16)$$

Формальное описание алгоритма получения групповых оценок (принцип оптимальности – «идеальная точка» (15), (16)).

1. Задать k , $\varepsilon > 0$, $\varepsilon_i \geq 0$, k_{i_i} , $i_i = 1, \dots, I$, $i = 1, \dots, I$.

2. $q = 1$.

3. $r = 0$, начальные значения критериальных коэффициентов компетентности: $K_{di}^0 = \frac{1}{c_q}$, $d = 1, \dots, c_q$,

$i = 1, \dots, I$.

4. $r = r + 1$.

5. Вычислить средние групповые оценки: $z_{pi}^r = \sum_{d=1}^{c_q} K_{di}^{r-1} z_{dpi}$, $p = 1, \dots, P$, $i = 1, \dots, I$.

6. Вычислить поправочные коэффициенты: $\Delta K_{di}^r = \frac{1}{\varepsilon + f(n_{di}^r, k)}$, $d = 1, \dots, c_q$, $i = 1, \dots, I$.

7. Скорректировать критериальные коэффициенты компетентности:

для аддитивного варианта $K_{di}^{r*} = K_{di}^{r-1} + \Delta K_{di}^r$, $d = 1, \dots, c_q$, $i = 1, \dots, I$;

для мультипликативного варианта $K_{di}^{r*} = K_{di}^{r-1} \cdot \Delta K_{di}^r$, $d = 1, \dots, c_q$, $i = 1, \dots, I$.

8. Нормализовать критериальные коэффициенты компетентности: $K_{di}^r = \frac{K_{di}^{r*}}{\sum_{d=1}^{c_q} K_{di}^{r*}}$, $d = 1, \dots, c_q$,

$i = 1, \dots, I$.

9. Проверить выполнение условий останова: $\max_d |K_{di}^r - K_{di}^{r-1}| \leq \varepsilon_i$, $i = 1, \dots, I$. Если условия не выполнены, то перейти к п. 4

10. Запомнить полученные значения критериальных коэффициентов компетентности K_{di}^r , $d = 1, \dots, c_q$, $i = 1, \dots, I$ и средние групповые оценки z_{pi}^r , $p = 1, \dots, P$, $i = 1, \dots, I$.

11. $q = q + 1$.

12. Проверить условие $q \leq t$, условие выполнено перейти к п. 3.

Свойства алгоритма, включая его сходимость, зависят от целевой функции, параметров и способа корректировки критериальных коэффициентов компетентности. Выбирая значения k_{ii} , $i_1 = 1, \dots, I$, $i = 1, \dots, I$, можно по-разному описывать понятие расстояния между оценками, тем самым адаптировать постановку задачи вычисления критериальной компетентности и получения групповых оценок экспертов к системе индивидуальных предпочтений ЛПР.

В рамках внедрения были получены и использовались следующие значения параметров модели (13)-(15): $k = 2$, $\varepsilon = 1$, $\varepsilon_i = 0.01$, $k_{ii} = \begin{cases} 2, & i_1 = i \\ 4, & i_1 \neq i \end{cases}$, $i_1 = 1, \dots, I$, $i = 1, \dots, I$. Проверена адекватность функций (13)-(15) коэффициенты детерминации равны соответственно 0.98 (при $k_{ii} = 2$), 0.98 (при $k_{ii} = 4$) и 0.89 ($k = 2$).

В работе предложено уровень компетентности эксперта вычислять как значение свертки критериальных коэффициентов компетентности по принципу «идеальной точки» (Евклидова норма) с учетом важности критериев оценки деятельности вуза (см. Рисунок 1). Проверена адекватность такой свертки в равноотстоящих точках $R^2 = 0.90$.

Описано разработанное **программное обеспечение** для ввода, хранения, обработки и визуализации информации, необходимой для независимой системы оценивания деятельности вуза (см. рисунок 7).

Структура программного обеспечения реализована как веб-приложение, т.е. функционирует при наличии и как составная часть веб-сервера (IIS). Кроме этого, в ее работе используется SQL-сервер базы данных (MS SQL Server 2005). Для создания динамических веб-страниц использовалась технология ASP.NET, язык программирования C#. В качестве технологии доступа к данным использовалась ADO.NET. Программное обеспечение разработано в интегрированной среде Microsoft Visual Studio 2005.

Приводятся данные внедрения всех результатов диссертационной работы (независимой системы оценивания) в УрФУ, ТПУ, РГРТУ, МГУП, в рамках которого была формализована информация о деятельности вузов, отображена из сформированного реестра группа независимых экспертов (7 человек), ими выделены сильные стороны и области для улучшения в деятельности вузов, выставлены оценки. На основе индивидуальных оценок экспертов были выделены две группы экспертов с согласованными мнениями: первая группа – 4 человека, вторая группа – 3 человека. Определены обобщенные оценки каждого вуза на основе индивидуальных оценок экспертов в выделенных подгруппах, с учетом вычисленных критериальных коэффициентов компетентности экспертов, вычислены коэффициенты компетентности, осуществлена ранжировка вузов (см. Рисунок 8).

В рамках данной диссертационной работы впервые были обработаны оценки участников Конкурса за 10 лет, вычислены коэффициенты корреляции критериев модели Конкурса, проведен сравнительный анализ корреляций с критериями предлагаемой модели (см. Рисунок 9, полужирным шрифтом выделены значимые коэффициенты корреляции при $\alpha = 0.05$).

Приведены результаты сравнения эффективности процесса поддержки принятия управленческих решений до внедрения разработанной системы и после её внедрения, результаты не отвергают **гипотезу диссертационного исследования**.

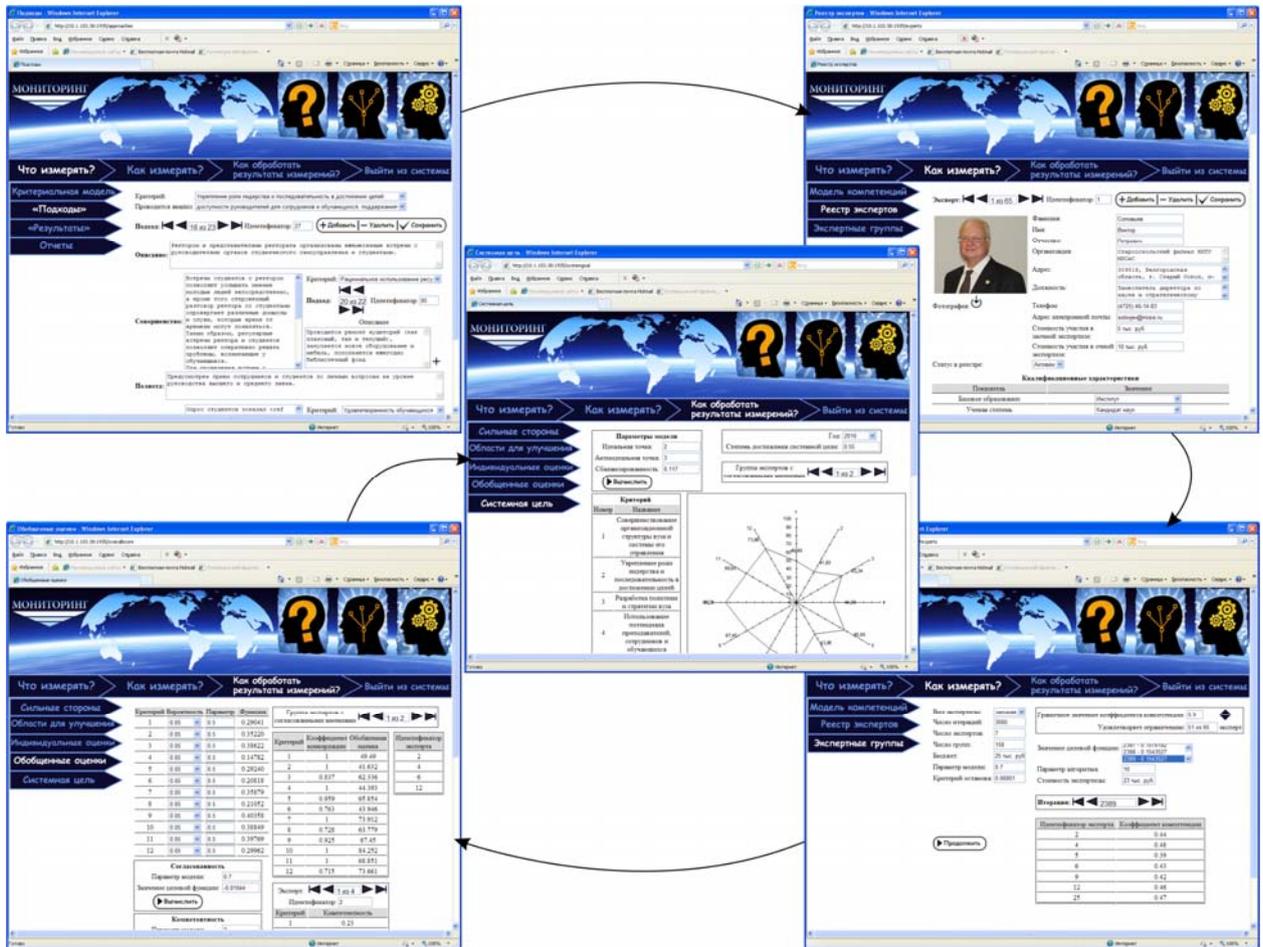


Рисунок 7 – Примеры интерфейсов разработанного программного обеспечения

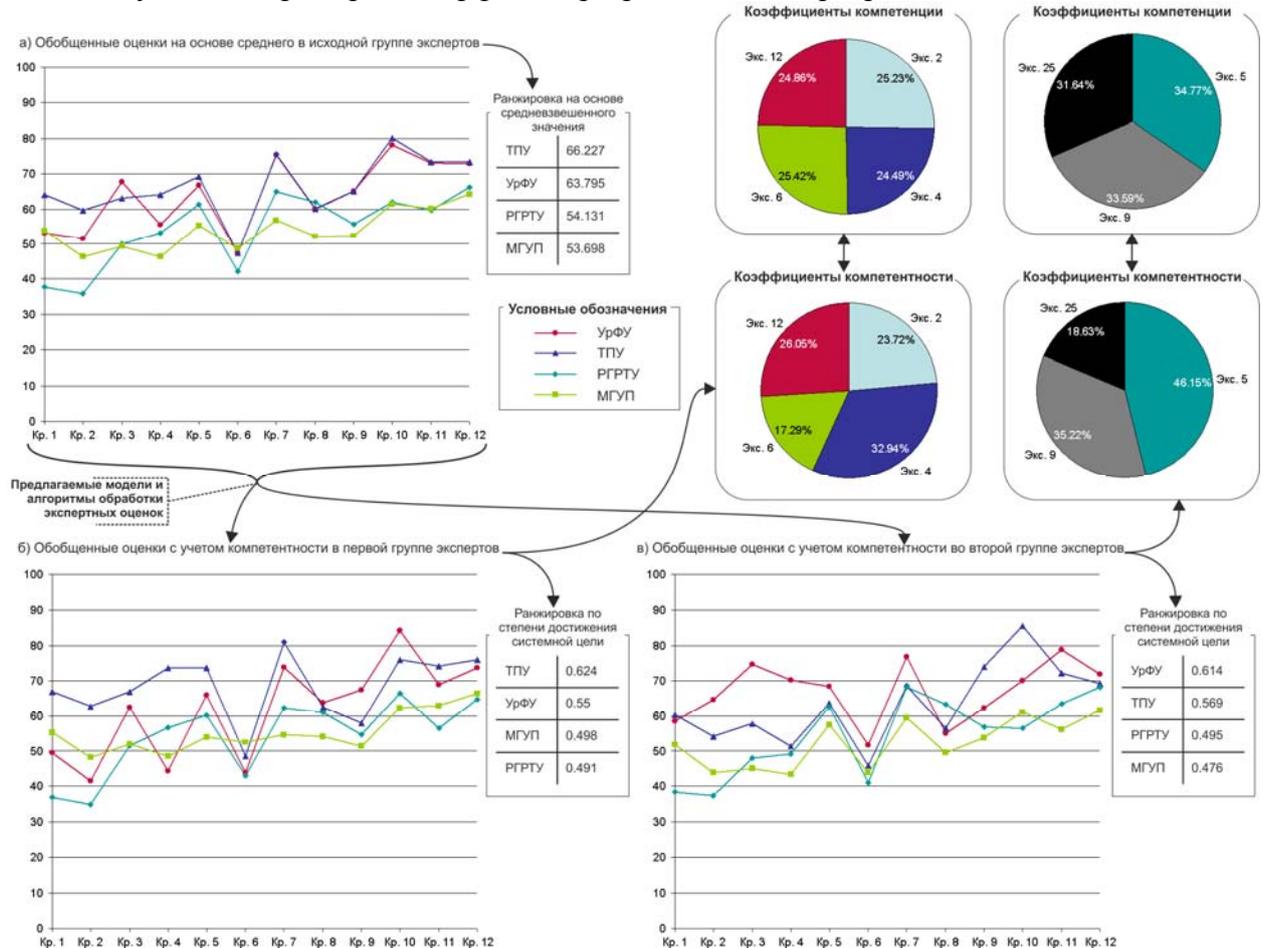


Рисунок 8 – Ранжировки, коэффициенты компетентности, компетенции и обобщенные оценки вузов по критериям предлагаемой модели

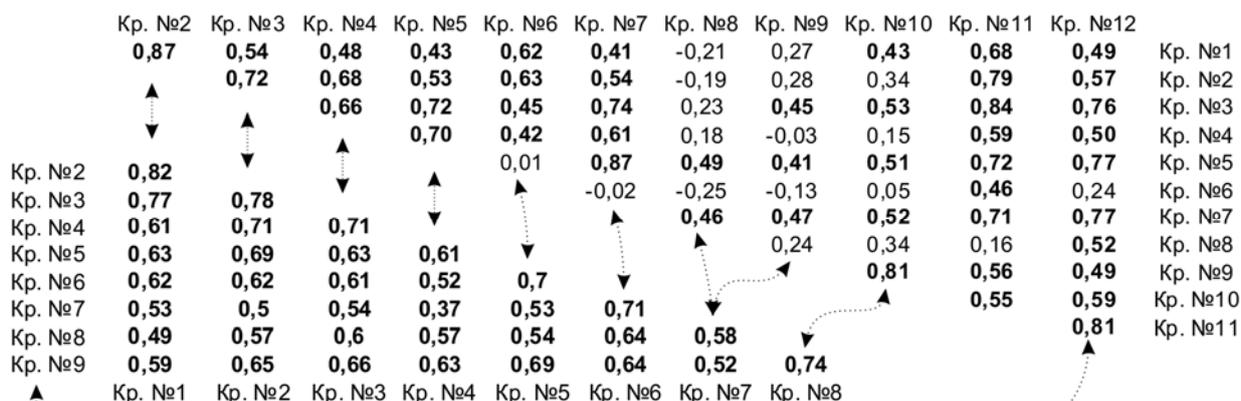


Рисунок 9 – Коэффициенты корреляции критериев модели Конкурса и предлагаемой модели критериев

Используя разработанный метод формализации информации о деятельности вуза, впервые формализована система «Лучших практик» деятельности всех категорий вузов (ТПУ, УрФУ, РГРТУ, МГУП), которая представлена в **приложении** к диссертации.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Разработана критериальная модель оценки деятельности вуза на основе критериальной модели конкурса Минобрнауки России «Системы качества подготовки выпускников образовательных учреждений профессионального образования» и программ создания и развития НИУ, учитывающая российский и международный опыт аккредитации и составления рейтинга вузов.
2. Разработан метод формализации информации о деятельности вуза на основе системного подхода к управлению в виде унифицированной информации – «подход-результат», позволяющий дать системное представление о деятельности вуза, как для руководства вуза, так и для экспертов, осуществляющих оценку деятельности вуза.
3. Разработана математическая модель предпочтений ЛПР по комплексной оценке деятельности вуза, учитывающая индивидуальные и «естественные» предпочтения ЛПР, а также концепцию, заложенную в предлагаемую критериальную модель и метод формализации информации о деятельности вуза – сбалансированность подходов и результатов.
4. Разработаны модели определения компетенции экспертов и алгоритм их отбора для независимой оценки деятельности вуза, позволяющие принимать обоснованные решения по включению того или иного эксперта в экспертную группу, учитывая компетенцию эксперта и предпочтения ЛПР.
5. Улучшены существующие алгоритмы обработки индивидуальных оценок, вычисления компетентности и получения групповых оценок экспертов, за счет использования методов многокритериального принятия решений.
6. Разработано программное обеспечение и база данных, позволяющие на основе интернет-технологий удаленно осуществлять ввод, хранение, обработку и визуализацию информации, необходимой для независимой системы оценивания деятельности вуза.
7. Показано, что разработанное математическое и программное обеспечение независимой системы оценивания деятельности вуза позволяет эффективно принимать управленческие решения.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Соловьев В.П., Кочетов А.И., Крапухина Н.В., Проничкин С.В. Независимая система оценивания вузов для совершенствования их деятельности. Открытое образование. – 2009. – №6. – С. 105-116.
2. Круглов В.И., Соловьев В.П., Кочетов А.И., Проничкин С.В. Разработка критериальной модели для независимой оценки деятельности вуза категории «Национальный исследовательский университет». Высшее образование сегодня. – 2010. – №7. – С. 6-16.

3. Соловьев В.П., Кочетов А.И., Проничкин С.В. Разработка независимой системы оценивания образовательной деятельности вуза с целью обеспечения качества подготовки специалистов. Известия вузов. Черная металлургия. – 2009. – №3. – С. 62-64.
4. Кочетов А.И., Крапухина Н.В., Проничкин С.В. Разработка систем поддержки принятия решений для управления качеством деятельности вуза. Экология человека. – 2009. – №9. – С. 39-45.
5. Соловьев В.П., Кочетов А.И., Крапухина Н.В., Проничкин С.В. Критериальная модель независимой оценки деятельности вуза. Известия вузов. Черная металлургия. – 2009. – №5. – С. 61-65.
6. Рыков А.С., Крапухина Н.В., Проничкин С.В. Формирование подгрупп экспертов с согласованными мнениями и определение групповой обобщенной оценки многопризнаковых объектов. System Research & Information technologies. – 2010. – №2. – С. 72-79.

Статьи, материалы конференций

7. Соловьев В.П., Корнева Е.Ю., Проничкин С.В. Направления мониторинга деятельности вуза. Сборник материалов Всероссийской межвузовской научно-методической конференции “Повышение качества высшего профессионального образования”, 19-21 апреля 2007 года, ГОУ ВПО “Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет “ЛЭТИ” имени В.И. Ульянова (Ленина)”. - Санкт-Петербург: ЛЭТИ, 2007, С. 3-4.
8. Корнева Е.Ю., Соловьев В.П., Проничкин С.В. Обеспечение системы мониторинга показателей деятельности вуза. Сборник материалов I Всероссийской научно-методической конференции “Управление образовательным процессом в современном вузе”, 17-18 апреля 2007 года, ГОУ ВПО “Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева”. - Красноярск, 2007. С. 27-30
9. Проничкин С.В. Разработка математического и программного обеспечения для комплексной оценки и мониторинга качества образования в вузе. Сборник материалов Международной, межвузовской и институтской научно-технической конференции «63-е дни науки студентов МИСиС», 14-21 апреля 2008 года, ГТУ ВПО «Московский институт стали и сплавов «МИСиС». - М: МИСиС, 2008, С. 310-312.
10. Проничкин С.В. Компьютерная система мониторинга удовлетворенности студентов качеством преподавания. Труды V Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Технологии Microsoft в теории и практике программирования», 1-2 апреля 2008 года, ГТУ ВПО «Московский авиационный институт «МАИ». - М: Вузовская книга, 2008, С. 172-173.
11. Крапухина Н.В., Проничкин С.В. Формирование подгрупп экспертов с согласованными мнениями и определение групповой обобщенной оценки объектов на примере оценки компетенций студентов по многим критериям. Сборник материалов X международной научно-технической конференции «Системный анализ и информационные технологии», 20-24 мая 2008 года, НТУУ «Киевский политехнический институт «КПИ». –К.: НТУУ «КПИ», 2008, С. 93.
12. Крапухина Н.В., Проничкин С.В. Алгоритмы обработки экспертных оценок многопризнаковых объектов. Сборник материалов IX международной научно-технической конференции «Кибернетика и высокие технологии XXI века», 13-15 мая 2008 года, ГУ ВПО «Воронежский государственный университет «ВГУ». –Воронеж.: ВГУ, 2008, С. 230-236.
13. Крапухина Н.В., Кочетов А.И., Проничкин С.В. Методика определения компетентности экспертов и формирования экспертных групп для независимой оценки образовательной деятельности вузов. Сборник материалов второго Международного научно-практического семинара «Разработка и реализация системы управления качеством подготовки специалистов на основе компетентностного подхода: теория и практика», 22-24 апреля 2009 года, Донецкий национальный медицинский университете им. М. Горького (ДонНМУ). – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, ДонНМУ, 2009, С. 57-60.
14. Проничкин С.В. Компьютерная система определения компетентности экспертов и формирования экспертных групп для независимой оценки образовательной деятельности вузов. Труды VI Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Технологии Microsoft в теории и практике программирования», 1-2 апреля 2009 года, ГТУ ВПО «Московский авиационный институт «МАИ». – М: Вузовская книга, 2009, С. 128-129.
15. Проничкин С.В. Разработка компетентностной модели эксперта для независимой оценки образовательной деятельности вузов. Сборник материалов Международной, межвузовской и институтской научно-технической конференции «64-е дни науки студентов МИСиС», 14-21 апреля

- 2009 года, ГТУ ВПО «Московский институт стали и сплавов «МИСиС». – М: МИСиС, 2009, С. 399-400.
- 16.** Кочетов А.И., Крапухина Н.В., Проничкин С.В. Интерпретация результатов мониторинга для управления качеством деятельности вуза. Сборник материалов второй Всероссийской научно-практической конференции «Менеджмент качества в образовании», 21-22 мая 2009 года, ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет “ЛЭТИ” имени В.И. Ульянова (Ленина)”. - Санкт-Петербург: ЛЭТИ, 2009, С. 116-118.
- 17.** Кочетов А.И., Крапухина Н.В., Проничкин С.В. Разработка внутренних документов вуза на основе единого источника. Сборник материалов второй Всероссийской научно-практической конференции «Менеджмент качества в образовании», 21-22 мая 2009 года, ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет “ЛЭТИ” имени В.И. Ульянова (Ленина)”. - Санкт-Петербург: ЛЭТИ, 2009, С. 118-119.
- 18.** Проничкин С.В. Разработка информационной модели системы принятия решений и модели управления вузом категории НИТУ. Сборник материалов Международной, межвузовской и институтской научно-технической конференции «65-е дни науки студентов МИСиС», 8-15 апреля 2010 года, ГТУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». – М: МИСиС, 2010, С. 579-580.
- 19.** Проничкин С.В. Разработка механизмов информационной поддержки принятия управленческих решений в вузе категории НИУ. Труды V Международного научного конгресса «Роль бизнеса в трансформации российского общества», 12-16 апреля 2010 года, «Московская финансово промышленная академия «МФПА». – М: ООО «Global Conferences», 2010, С. 607-609.
- 20.** Круглов В.И., Соловьев В.П., Кочетов А.И., Проничкин С.В. Самооценка как инструмент оценки и совершенствования образовательной деятельности вуза. Сборник материалов Региональной научно-практической конференции УрФО «Системы качества в учреждениях высшего и среднего профессионального образования», 4 декабря 2009 года, ГОУ ВПО «УГТУ-УПИ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010, С. 6-24.
- 21.** Проничкин С.В., Крапухина Н.В. Разработка методов и средств решения коммуникационных задач для вуза категории НИУ. Труды Межвузовской научно-практической конференции студентов и аспирантов «Современные проблемы менеджмента», 29 апреля 2010 года, ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет “ЛЭТИ” имени В.И. Ульянова (Ленина)”. – СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010, С. 53-54.
- 22.** Проничкин С.В. Информационная система «Мониторинг» для поддержки принятия управленческих решений в вузе. Труды VII Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Технологии Microsoft в теории и практике программирования», 21-22 апреля 2010 года, ГТУ ВПО «Московский авиационный институт «МАИ». – М: Вузовская книга, 2010, С. 133-135.
- 23.** Проничкин С.В. Применение системного подхода к оцениванию деятельности вуза для обеспечения гарантий качества образования. Материалы международной научно-практической конференции «Международные стандарты, аккредитация и сертификация технического образования и инженерной профессии», 19-21 октября 2010 года, НИТУ «МИСиС». – М: Изд. Дом «МИСиС», 2010, С. 77-84.

