

На правах рукописи



ФРЕЙМАН Владимир Исаакович

**ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ
ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ
РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ**

Специальность:

05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук**

**Санкт-Петербург
2016**

Работа выполнена: на кафедре «Автоматика и телемеханика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Научный консультант: **ЮЖАКОВ Александр Анатольевич**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **МАШКОВ Георгий Михайлович**
доктор технических наук, профессор, первый проректор – проректор по учебной работе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича»

ГРОДЗЕНСКИЙ Сергей Яковлевич
доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Метрология и стандартизация» ФГБОУ ВО «Московский технологический университет»

ЧЕРНЕНЬКАЯ Людмила Васильевна
доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Системный анализ и управление» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Ведущая организация: **АО «Научно-исследовательский институт «Рубин»**
197342, Санкт-Петербург, ул. Кантемировская, д. 5

Защита диссертации состоится «21» апреля 2016 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.233.04 при Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» по адресу: 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» по адресу: 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67. Автореферат и текст диссертации размещены на сайте университета по адресу <http://dissov.guap.ru>

Автореферат разослан «19» февраля 2016 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.233.04,
кандидат технических наук, доцент



Фролова Е.А.

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Отрасли современной экономики характеризуются активной динамикой роста и диверсификации, для которой характерна быстрая смена технологий, особенно информационных, телекоммуникационных, проектных, сервисных, эксплуатационных, что создает и поддерживает высокую конкуренцию среди участников рынка. Для обеспечения *конкурентоспособности* предприятий и организаций, особенно в условиях экономической нестабильности, импортозамещения, повышения значимости наукоемких технологий и производств, необходимо постоянно поддерживать высокое *качество выпускаемой продукции*, при этом находя возможности для его улучшения *на всех этапах жизненного цикла*: планирование, НИОКР, опытное и серийное производство, реализация, сопровождение, модернизация. Важную, а часто и определяющую, роль для каждого из указанных этапов играет эффективно реализованная и результативная *подготовка кадров* (специалистов, персонала, сотрудников), реализуемая в системах образования (среднее специальное и высшее профессиональное), непосредственно на предприятиях (стажировка, аттестация) или в сторонних организациях (повышение квалификации, переподготовка, «фирменное» обучение, сертификация).

Подготовка кадров, как важная часть обеспечения качества продукции и услуг, *стандартизируется*: на федеральном уровне – образовательными и профессиональными стандартами, на уровне предприятий и организаций – внутренними стандартами. При этом вопросы управления и контроля качества подготовки вписываются в сферу ответственности *систем менеджмента качества* (СМК), которые внедрены на предприятиях и организациях всех секторов реальной экономики. Требования к построению и функционированию СМК приведены в стандартах ISO серии 9000 (последнее обновление – сентябрь 2015 г.), адаптируются к национальным стандартам (например, ГОСТ Р ИСО серии 9000), а также в стандартах для конкретной сферы экономики (например, ISO/IWA 2, ГОСТ Р 52614.2-2006 – для сферы образования).

В стандарте ISO 9001:2015 одной из основных составляющих обеспечения качества выпускаемой продукции заявлена *компетентность* сотрудников. Для ее формирования, поддержания, развития и мониторинга используются системы подготовки непосредственно на предприятиях и в обеспечивающих организациях системы образования. В частности, для этого в Федеральных государственных образовательных стандартах высшего профессионального образования третьего поколения (ФГОС ВПО) и их модернизации (ФГОС ВО 3+), а также в профессиональных стандартах, утвержденных Министерством труда и социальной защиты РФ, реализован *компетентностный подход* к формированию и оцениванию результативности (освоения заданного набора *компетенций* – совокупности взаимосвязанных компонентов «знаний», «умений», «владений» (триада ЗУВ) и практического опыта их применения в профессиональной сфере).

Существенное усложнение, расширение номенклатуры и быстрая смена технологий приводит к необходимости постоянного повышения качества подготовки (компетентности) специалистов при фиксированных ресурсах

(временных, кадровых, материально-технических, информационных и т.п.). Для разрешения указанного *противоречия* требуется решить важную *научную проблему* разработки комплексного системного процессного подхода к управлению качеством продукции на основе обеспечения компетентности персонала. Это обуславливает необходимость разработки интегрированной системы управления качеством продукции, под которой, в отличие терминологии систем менеджмента качества, понимается создание и применение новых моделей, методов, алгоритмов и способов автоматизации формирования, контроля и оценивания качества результатов подготовки, ориентированных на обеспечение компетентности специалистов и обеспечивающей заданное качество продукции. Привлечение опыта ведущих вузов зарубежных стран, в первую очередь Европы и США, не дает полного решения указанной проблемы вследствие существенных отличий и ресурсных возможностей (реальных, а не формальных) у экономик и систем образования. Поэтому проблема разработки интегрированной системы управления качеством продукции на основе методологии оценки результативности подготовки специалистов актуальна.

Степень разработанности темы исследования. Проблемы управления, контроля и оценки качества применительно к различным видам продукции и услуг решались во многих научных исследованиях. На решение проблем менеджмента качества продукции ориентированы исследования Г.Г. Азгальдова, А.В. Гличева, А.И. Субетто, Е.Г. Семеновой, А.Г. Варжапетяна, Г.И. Коршунова, В.А. Липатникова, Н.Н. Рожкова, В.Н. Тисенко, В.К. Федюкина, В.И. Круглова, В.М. Кутузова, С.А. Степанова, В.С. Соболева, И.В. Степанова, В.Н. Васильева, А.А. Шехонина, Л.С. Лисицыной, В.П. Беспалько, В.М. Кларина, В.М. Соколова, Ю.Г. Татура и др., а также зарубежных ученых Б. Блума, У.Э. Деминга, Дж. Харрингтона и др. Системный и методологический подход к управлению системами профессиональной подготовки разрабатывался такими учеными, как А.М. Новиков, Д.А. Новиков, Н.А. Селезнева, С.И. Архангельский, Н.В. Кузьмина, В.М. Соколов, Э.М. Короткое, В.И. Загвязинский и др. Внедрению компетентностного подхода в образовании посвящена профессиональная деятельность В.И. Байденко, А.С. Белкина, Э.Ф. Зеер, И.А. Зимней, А.В. Хуторского и др. Непосредственно задачи педагогической квалиметрии решались в работах В.С. Аванесова, М.Б. Звонникова, А.Н. Майорова, Н.Ф. Талызиной, М.Б. Чельшковой, Н.Ф. Ефремовой, К. Ингенкамп, Е.А. Михайлычева, В.С. Черепанова, Ю.А. Шихова и др. Проблемами обеспечения качества профессионального образования занимаются представители ведущих вузов РФ, например, А.И. Чучалин, А.А. Александров, С.В. Коршунов, Ю.Б. Цветков, Е.Л. Кон, Н.Н. Матушкин, В.Ю. Столбов, А.А. Южаков и др.

При достаточно высокой степени разработанности темы исследования не нашли подробного и конкретизированного решения вопросы организации и реализации программ подготовки специалистов, построенных на основе стандартов, определяющих требования к качеству продукции, образовательных и профессиональных стандартов, системы менеджмента качества. Важной и актуальной остается задача разработки алгоритмов диагностирования, квалиметрических методов оценивания компетентности через оценки

составляющих ее компонентов и элементов, а также влияния результативности подготовки на качество продукции. Актуальной и не доведенной до уровня нормативно-методической документации является проблема разработки и внедрения методик определения количественных дифференциальных и интегральных показателей качества на разных стадиях реализации процесса подготовки, увязанных с форматом требований потребителей и системы менеджмента качества. Традиционно важной является задача автоматизации наиболее сложных и слабоформализуемых этапов проектирования, реализации и оценивания результативности и эффективности программ подготовки специалистов. Решение указанных проблем требует разработки комплексного системного подхода, позволяющего эффективно решать актуальные и важные задачи управления качеством подготовки как значимого фактора обеспечения качества продукции, что обуславливает актуальность исследований, проводимых в рамках представленной диссертационной работы.

Целью диссертационной работы является решение важной научно-технической проблемы – обеспечение качества продукции на основе создания интегрированной системы управления, включающей сформулированные на основании стандартов требования к качеству; модели и методы оценки соответствия показателей качества продукции и качества подготовки специалистов на всех этапах жизненного цикла; алгоритмы и способы автоматизации процедур построения, реализации и оценки результативности программ подготовки при заданном уровне компетентности.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе поставлены и решены следующие **задачи**:

1. Создание *моделей и методов оценки соответствия* заданных требованиями стандартов качества продукции и уровня компетентности (результативности подготовки) специалистов (п. 1).

2. Разработка *моделей и методов оценки соответствия* требований профессиональных стандартов и результативности подготовки как показателя компетентности специалистов (п. 1).

3. Создание *методологии проектирования и реализации* программ подготовки специалистов с учетом требований стандартов, определяющих требования к качеству продукции, системы менеджмента качества, квалификационных требований работодателей (КТР) и вектора развития направления науки, техники и технологии (ВРН) (п. 3).

4. Разработка и исследование *модели управления и контроля качества* на разных стадиях реализации программ подготовки специалистов с учетом требований к качеству продукции и «риск-ориентированного мышления» (п. 2).

5. Применение *способов управления качеством* программ подготовки специалистов *на этапе проектирования*, позволяющих создать основные виды учебно-методической документации, необходимые для эффективной реализации целей и задач в области качества (п. 2).

6. Разработка *математических и информационных моделей и методов определения количественной оценки результативности подготовки* в

компетентностном формате и ее соответствия стандартам, определяющим требования к качеству продукции (п. 1).

7. Разработка *квалиметрических методов, процедур и алгоритмов* диагностирования уровня компетентности с использованием адаптированного математического аппарата и методов *технической диагностики* (п. 4).

8. Разработка и исследование *квалиметрических методов дешифрации и оценки показателей результативности и компетентности* как значимого фактора обеспечения качества продукции на основе *математического аппарата алгебраической и нечеткой логики* (п. 4).

9. Проектирование и апробация *информационного, алгоритмического и методического обеспечения автоматизированной системы управления и контроля качества* подготовки специалистов в составе интегрированной системы управления качеством продукции (п. 9).

Область исследования соответствует п. 1, 2, 3, 4, 9 паспорта научной специальности 05.02.23 – «Стандартизация и управление качеством продукции».

Объектом исследования являются взаимосвязанные процессы формирования, контроля и оценивания качества и результативности подготовки специалистов как значимого фактора управления качеством продукции.

Предметом исследования являются квалиметрические модели, методы, процедуры, алгоритмы и способы автоматизации процессов формирования, диагностирования, дешифрации и оценивания результативности программ подготовки специалистов, увязанные с положениями стандартов, определяющих требования в области качества продукции, системы менеджмента качества, профессиональных и образовательных стандартов.

Методология исследования базируется на методах системного анализа, дискретной математики, теории вероятности и математической статистики, теории информации, квалиметрии, технической диагностики, алгебраической и нечеткой логики, теории автоматического управления, теории управления социальными и организационными системами, методах аналитического и имитационного моделирования.

Теоретическая и практическая значимость работы. Разработанные и научно-обоснованные в диссертационной работе методы позволяют:

– оценить соответствие требований к качеству продукции и уровню компетентности специалистов, заданному профессиональными и образовательными стандартами, а также внутренними документами организаций;

– выполнить проектирование и реализацию эффективных программ подготовки специалистов для разных этапов жизненного цикла продукции, построенных с учетом взаимосвязанных требований к качеству продукции, системы менеджмента качества, достижений науки, техники, технологий, образовательных и профессиональных стандартов;

– построить и применить модель управления контролем качества на различных стадиях реализации программ подготовки специалистов, которая позволяет определить направления решения задач мониторинга и оценивания результативности подготовки на разных стадиях реализации программы и

учитывает требования к качеству продукции и «риск-ориентированное мышление»;

– использовать предложенные способы управления качеством на этапе проектирования программ подготовки, что дает возможность эффективного построения программы за счет разработки и автоматизации основных документов, выбора эффективных сочетаний способов и средств формирования и контроля результатов обучения в компетентностном формате, использования контролепригодных компонентных структур, повышающих эффективность, точность и экономичность процедуры тестового диагностирования;

– применить разработанные математические и информационные модели и методы для определения количественных дифференциальных и интегральных оценок качества и результативности освоения программ подготовки специалистов в формате, согласованном с требованиями к качеству, СМК, ФГОС и КТР;

– применять квалиметрические методы, процедуры и алгоритмы диагностирования уровня компетентности с использованием адаптированного математического аппарата и методов технической диагностики, которые дают возможность выполнить направленный поиск недостаточно освоенных элементов и компонентов компетенций и повысить экономичность и эффективность процедур контроля;

– использовать квалиметрические методы оценки результативности программ подготовки специалистов как значимого фактора качества продукции, использующие адаптированные к предметной области математический аппарат алгебраической и нечеткой логики, что позволяет повысить адекватность и точность диагностирования, выявить недостаточно освоенные элементы и соответствующие им разделы тематического плана программы, а также сформировать перечень предупреждающих и корректирующих действий;

– спроектировать структуру и реализовать требуемую функциональность информационного, алгоритмического и методического обеспечения автоматизированной системы управления и контроля качества подготовки в составе интегрированной системы управления качеством продукции.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что предложенный инструментарий в виде моделей, методов, алгоритмов и способов автоматизации построения и реализации программ подготовки специалистов, задействован в структуре методического, алгоритмического и информационного обеспечения автоматизированных систем управления и контроля качества подготовки. Они использованы и апробированы в Пермском национальном исследовательском политехническом университете, вузах-партнерах по совместно реализуемым образовательным программам: Вятском государственном университете (ВятГУ), Казанском национальном исследовательском техническом университете им. А.Н. Туполева (КНИТУ), Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»), промышленных предприятиях и организациях региона (задачи повышения квалификации, переподготовки, «фирменного» обучения и т.п.), что подтверждено соответствующими актами внедрения.

По основным качественным показателям можно отметить, что внедрение результатов работы позволило:

- оптимизировать расходы на повышение компетентности персонала исходя из заданных показателей качества продукции (в среднем на 12 %);
- обеспечить более качественное распределение сотрудников по функциональным обязанностям, что позволило повысить производительность труда (в среднем 14 %);
- повысить качество выполнения профессиональных обязанностей у сотрудников, прошедших повышение квалификации (в среднем на 12 %) и снизить уровень ошибок при проектировании (в среднем на 18 %);
- обеспечить заданные показатели качества услуг связи в результате обучения по программам повышения квалификации (в среднем на 11 %);
- повысить результативность подготовки выпускников по базовым и совместно реализуемым образовательным программам (в среднем на 21 %);
- разработать стандарты по проектированию фондов оценочных средств программ подготовки, что позволяет обеспечить выполнение требований аккредитации и сертификации.

Научная новизна работы заключается в разработке моделей, методов, новых формализованных подходов к взаимосвязанному выбору и эффективному применению предложенных методов формирования, диагностирования и оценивания качества подготовки в компетентностном формате и его влияния на качество продукции. Новизна научных результатов диссертационного исследования состоит в том, что:

1. Впервые предложены модели и методы оценки соответствия заданных требованиями стандартов качества продукции и уровня компетентности (результативности подготовки) специалистов, которые дают возможность учесть и оценить влияние такого значимого фактора, как компетентность персонала, на показатели качества продукции.

2. Построены модели и предложен метод оценки соответствия требований профессиональных стандартов и результативности подготовки как показателя компетентности специалистов, что позволило разработать операторы соответствия между функциональными обязанностями (трудовыми функциями) и результатами программ подготовки разных видов, представленных в компетентностном формате.

3. Создана методология построения и реализации программ подготовки специалистов на разных этапах жизненного цикла продукции, которая отличается от известных комплексным системным подходом и взаимным учетом требований стандартов, определяющих качество продукции, СМК, образовательных и профессиональных стандартов, квалификационных требований работодателей (потребителей), вектора развития направления науки, техники и технологии.

4. Разработана и исследована модель управления и контроля качества подготовки на различных стадиях реализации программ подготовки специалистов, учитывающая требования к качеству, «риск-ориентированное мышление» и имеющая специфическую направленность на представление

результативности в компетентностном формате, что отличает ее от существующих моделей.

5. Выполнен синтез и анализ математических и информационных моделей и методов определения количественной оценки качества и результативности подготовки, что позволяет сопоставлять результативность, представленную в компетентностном формате, с квалификационными требованиями работодателей и стандартами, определяющими требования к качеству продукции.

6. Впервые представлены разработанные многопараметрические квалиметрические методы, алгоритмы и процедуры диагностирования уровня компетентности с использованием адаптированного математического аппарата и методов технической диагностики и прогнозирования, что делает процессы управления и контроля направленными, экономичными и результативными.

7. Для решения задач управления качеством на этапе проектирования впервые предложена общая методологии построения контролепригодной компонентной структуры компетенций, взаимоувязанной с методами и средствами диагностирования, что позволяет повысить эффективность управления качеством формирования и оценивания планируемых результатов обучения;

8. Разработаны и исследованы оригинальные квалиметрические методы дешифрации и оценки результативности и компетентности как фактора обеспечения качества продукции на основе математического аппарата алгебраической и нечеткой логики, которые отличаются от существующих большей достоверностью принятия решения за счет ориентации на многоуровневые шкалы оценивания и учетом рисков ошибочного принятия решения.

9. Проведено проектирование информационного, алгоритмического и методического обеспечения автоматизированной системы управления и контроля качества программ подготовки специалистов, реализуемой в составе интегрированной системы управления качеством продукции, что позволило провести апробацию предлагаемых моделей, методов и алгоритмов и получить положительное заключение об их адекватности, корректности и эффективности.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Модели и методы оценки соответствия заданных требованиями стандартов качества продукции и уровня компетентности (результативности подготовки) специалистов, которые обеспечивают учет влияния фактора компетентности персонала на достижение целей организации в области качества.

2. Модели и методы оценки соответствия требований профессиональных стандартов и результативности подготовки как показателя компетентности специалистов и их способности обеспечить цели в области качества.

3. Методология планирования и обеспечения программ подготовки специалистов для разных этапов жизненного цикла продукции, учитывающая стандарты, определяющие требования к качеству продукции, системы менеджмента качества, образовательные и профессиональные стандарты, квалификационные требования работодателей и вектор развития соответствующего направления науки, техники и технологии.

4. Модель управления и контроля качества и результативности процессов на различных стадиях реализации программ подготовки специалистов, учитывающая требования к качеству продукции и «риск-ориентированное мышление» и дающая возможность определить особенности формирования компетенций как основных планируемых результатов обучения; выработать подходы к оценке результатов подготовки с учетом особенностей стадии реализации; построить агрегированную компетентностную модель для этапа итоговой аттестации; представить показатели результативности обучения; провести классификацию способов определения интегральных показателей качества.

5. Способы управления качеством на этапе проектирования программ подготовки, позволяющие разработать и внедрить методику совместного проектирования учебно-методических документов программы; рекомендации по выбору и применению эффективных сочетаний способов и средств формирования и контроля компетенций как основных показателей результативности процессов обеспечения качества продукции.

6. Математические модели и методы количественной оценки результативности подготовки и ее соответствие стандартам, определяющим требования к качеству продукции, что позволило определить формат, условия, ограничения, область применения целесообразного применения, практические рекомендации для разных критериев принятия решения; выполнить анализ рисков ошибочного принятия решения вследствие компенсации дифференциальных оценок интегральной; дать рекомендации по применению многоуровневых шкал оценивания.

7. Квалиметрические методы, процедуры и алгоритмы диагностирования уровня компетентности с использованием адаптированного математического аппарата и методов технической диагностики, дающие возможность разработать и эффективно использовать безусловные и условные алгоритмы поиска элементов компетенций с недостаточным уровнем освоения, а также применить методологию построения контролепригодной компонентной структуры компетенций, взаимосвязанной с методами и средствами диагностирования.

8. Квалиметрические методы дешифрации и оценки показателей результативности и компетентности как значимого фактора качества продукции на основе математического аппарата алгебраической логики (метод анализа логических условий) и нечеткой логики, позволившие провести совместный анализ результатов контроля и повысить качество процедур дешифрации и оценивания результатов контроля уровня освоения элементов компетенций (трудовых функций); реализовать программный инструментарий (в пакетах Visual Basic for Applications и MatLab Fuzzy Logic), провести его апробацию, подтвердившую достоверность и корректность полученных результатов.

9. Информационное, алгоритмическое и методическое обеспечение автоматизированной системы управления и контроля качества подготовки в составе интегрированной системы управления качеством продукции, в которой нашли применение предложенные в работе модели, подходы, методы и алгоритмы; программный инструментарий автоматизированного проектирования основных документов программы подготовки специалистов; в рамках

методического обеспечения разработанные и внедренные в систему менеджмента качества университета стандарты по проектированию фондов оценочных средств дисциплин, разделов и государственной итоговой аттестации, разработке самостоятельно устанавливаемых образовательных стандартов и сетевых образовательных программ.

Внедрение результатов. Результаты исследований, выполненных в диссертационной работе, были использованы:

- при планировании предприятиями повышения компетентности персонала исходя из задач обеспечения заданных показателей качества продукции (ОАО «Морион», ГК «ИВС», ООО «Лукойл-Информ»);

- при разработке и реализации программ повышения квалификации (ОАО «Такт», Региональный учебно-научный центр «Информационная безопасность»);

- при разработке и реализации магистерской программы «Сервис-ориентированные корпоративные системы управления» совместно с ведущим сетевым интегратором Пермского края ГК «ИВС» с 2013 г.;

- при выполнении гранта «Система управления качеством подготовки выпускников университета ВПО по уровню сформированности компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО», результаты которого апробированы в ПНИПУ и вузах-партнерах (2013-2015 г.г.), а также представлены в Министерство образования и науки РФ для оценки возможности внедрения в составе информационного обеспечения системы оценки результатов обучения (СОРО) и разработки на их основе нормативно-методической документации;

- при выполнении гранта «Разработка сетевой образовательной программы по направлению подготовки 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (квалификация (степень) «магистр»)); магистерская программа «Инфокоммуникационные технологии и сети городской инфраструктуры» реализуется совместно с ВятГУ и КНИТУ с 2014 г.;

- при выполнении гранта «Разработка самостоятельно устанавливаемого образовательного стандарта (СУОС) университета по направлению подготовки 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (квалификация (степень) «магистр»)); по разработанному СУОС, согласованному с УМО вузов РФ по образованию в области инфокоммуникационных технологий и систем связи, разработана и реализуется с 2013 г. магистерская программа «Инфокоммуникационные технологии и системы современного города»;

- при выполнении гранта «Разработка сетевой образовательной программы по направлению подготовки 220400 «Управление в технических системах» (квалификация (степень) «магистр»)); магистерская программа «Информационные технологии в проектировании управляющих систем реального времени» реализуется совместно с СПбГЭТУ «ЛЭТИ» и КНИТУ с 2013 г.;

- при разработке и внедрении стандартов университета по проектированию фондов оценочных средств дисциплин и разделов образовательной программы;

- при разработке учебно-методических комплексов дисциплин, практик, научно-исследовательской работы и государственной итоговой аттестации образовательных программ подготовки бакалавров и магистров по направлениям

11.03.02 и 11.04.02 (210700) «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Количественные оценки результатов внедрения представлены актами внедрения предлагаемых подходов в системы менеджмента качества профильных предприятий и организаций региона, а также университета и вузов-партнеров по совместно реализуемым программам подготовки, а также письмами-отзывами, в которых отмечено повышение уровня профессиональной подготовленности трудоустраиваемых выпускников.

Апробация результатов работы. Основные результаты исследования, выполненного в диссертационной работе, докладывались и обсуждались на научно-методических семинарах, международных и всероссийских конференциях: «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития» (2012 г., Украина, Одесса); «Энергетика. Инновационные направления в энергетике. CALS-технологии в энергетике» (2012 г., Россия, г. Пермь); «Problems of modern pedagogics in the context of international educational standards development» (2013 г., Великобритания, г. Лондон); «Education as the basis of the humanity evolution in conditions of the information environment of the society domination» (2013 г., Великобритания, г. Лондон); «Forming and qualitative development of modern educational systems» (2013 г., Великобритания, г. Лондон); «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе» (2013, 2014, 2015 г., Россия, г. Гурзуф); «Теоретические и методологические проблемы современного образования» (2014 г., Россия, г. Москва); «Актуальные проблемы развития образования в России и за рубежом» (2014 г., Россия, г. Москва); «Учебно-методическое обеспечение образовательных организаций в условиях модернизации ФГОС 3-го поколения», Пленум Совета УМО вузов РФ по образованию в области инфокоммуникационных технологий и систем связи (2014 г., Россия, г. Ярославль, ЯрГУ), Пленум Совета УМО вузов по университетскому политехническому образованию (2014 г., Россия, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана), «Interpersonal mechanisms of knowledge and experience transfer in the process of public relations development» (2014 г., Великобритания, г. Лондон); «Инновационное развитие: физико-математические и технические науки» (2014 г., Россия, г. Москва); «Тенденции и перспективы развития современного научного знания» (2015 г., Россия, г. Москва); «Теория и практика современной науки» (2015 г., Россия, г. Москва); «Technical progress of mankind in the context of continuous extension of the society's material needs» (2015 г., Великобритания, г. Лондон); «Functions of upbringing and education in conditions of the accelerated socialization of the personality in the modern society» (2015 г., Великобритания, г. Лондон); заседаниях Учебно-методического совета и научно-технических семинарах ПНИПУ (2010-2015 г.г.).

Публикации. Основные положения диссертационного исследования нашли отражение в более 70 публикациях автора, относящихся к теме исследования и охватывающих период с 2005 г. по настоящее время. В их числе 24 публикации в ведущих рецензируемых научных журналах, 1 индивидуальная монография (свыше 7 п.л.), 5 коллективных монографий, 5 учебных пособий (в том числе 2 с

грифом УМО вузов РФ по образованию в области телекоммуникаций, свыше 10 печ. л. каждое), 4 отчета о выполнении НИР, 7 учебно-методических пособий и 2 свидетельства на электронные ресурсы.

Личный вклад автора состоит в том, что в работах [1, 4-8, 12-13, 23, 24] автор предложил использовать комплексный системный подход для оценки влияния результативности подготовки на заданные стандартами показатели качества продукции, а также к построению структуры и содержанию программы, которая строится на основе взаимного учета требований ФГОС ВО, ВРН, КТР и СМК, и в которой взаимоувязаны процедуры формирования и контроля результатов обучения. В работах [2, 3, 9-11, 14-16] автор разработал методы и алгоритмы формирования и диагностирования уровня освоения компетенций и их составляющих. В статьях [17-22] автором предложены квалиметрические методы оценки качества подготовки на основе алгоритмов, построенных с использованием аппарата алгебраической и нечеткой логики, а также показано их применение для оценки качества подготовки и квалификации.

Структура и объем диссертации. Структура отражает логику, содержание и результаты исследования и состоит из введения, 7 глав, заключения, списка использованных литературных источников из 209 наименований и 4 приложений. Текст диссертации изложен на 404 страницах, содержит 57 рисунков и 42 таблицы.

II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** выполнено обоснование актуальности темы диссертационного исследования, сформулированы цель и основные задачи, определены объект и предмет исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, выдвинуты основные положения, выносимые на защиту, приведены сведения об апробации и внедрении результатов работы, а также обоснованы методы, применяемые в дальнейшем исследовании.

Первая глава посвящена разработке методов стандартизации и менеджмента качества продукции с учетом влияющих факторов. Разработаны модели и методы оценки соответствия заданных требованиями стандартов качества продукции и уровня компетентности (результативности подготовки) специалистов (положение 1). Предложена модель соответствия в виде графа (рисунок 1), для которого строится матрица смежности. Разработан метод определения степени влияния единичных показателей результативности на показатели качества λ_{ij}^k на основе метода предпочтений и теории важности критериев.

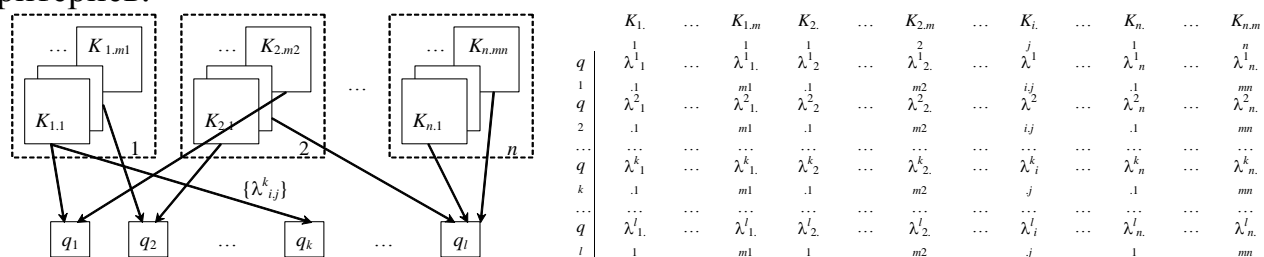


Рисунок 1 – Модель соответствия показателей качества продукции и результативности подготовки

Предложена методика построения аналитической модели оценки качества продукции, а при отсутствии достаточного количества информации для ее построения – модели на основе нечеткой логики. Предложены способы оценки влияния отдельных факторов на единичные, комплексные и интегральные показатели качества продукции, приведены иллюстрирующие примеры из области проектирования и внедрения инфокоммуникационных систем и сетей.

Выделен фактор компетентности персонала, который имеет высокую значимость для обеспечения качества продукции. Разработаны модели и методы оценки соответствия требований профессиональных стандартов и результативности подготовки как показателя компетентности специалистов (положение 2). Выполнен анализ структуры и содержания профессиональных стандартов, выделенные базисные элементы, определяющие требования к компетентности (трудовые функции и их составляющие – знания, умения, действия), а также требования к уровню квалификации, обеспечивающей их выполнение с заданным качеством (рисунок 2,а). Предложены операторы соответствия, которые позволяют соотнести требования к квалификации и результаты подготовки (в системе образования, по программам повышения квалификации и т.п.), представленные в актуальном компетентностном формате (рисунок 2,б). Разработан метод установления соответствия требований профессиональных стандартов и результативности подготовки как показателя компетентности и приведен пример для специалистов в области инфокоммуникаций.

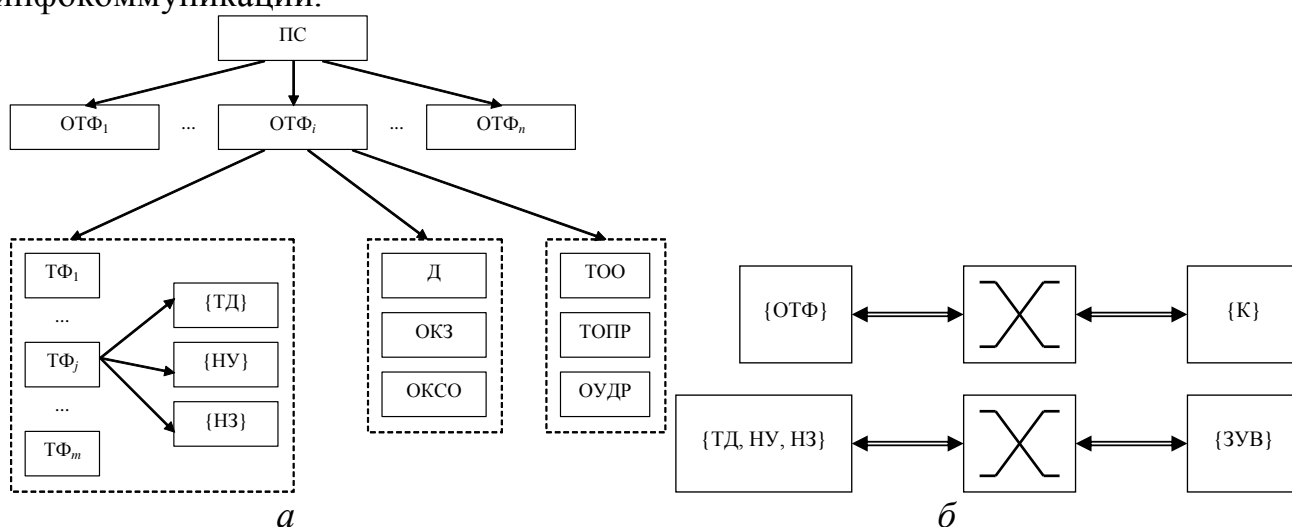


Рисунок 2 – Структура профессионального стандарта (а) и модель соответствия требований профессионального стандарта и результативности подготовки (б)

Рассмотрены и проанализированы варианты организации, процессы планирования, реализации, проверки и коррекции результативности подготовки кадров для разных этапов жизненного цикла продукции. Более подробно проведен анализ стандартизации и управление качеством подготовки в рамках системы образования как наиболее объемного и значимого этапа профессиональной подготовки (рисунок 3). Проанализированы процессы проектирования и реализации, их входы, выходы, инструменты и критерии оценки качества и результативности подготовки.

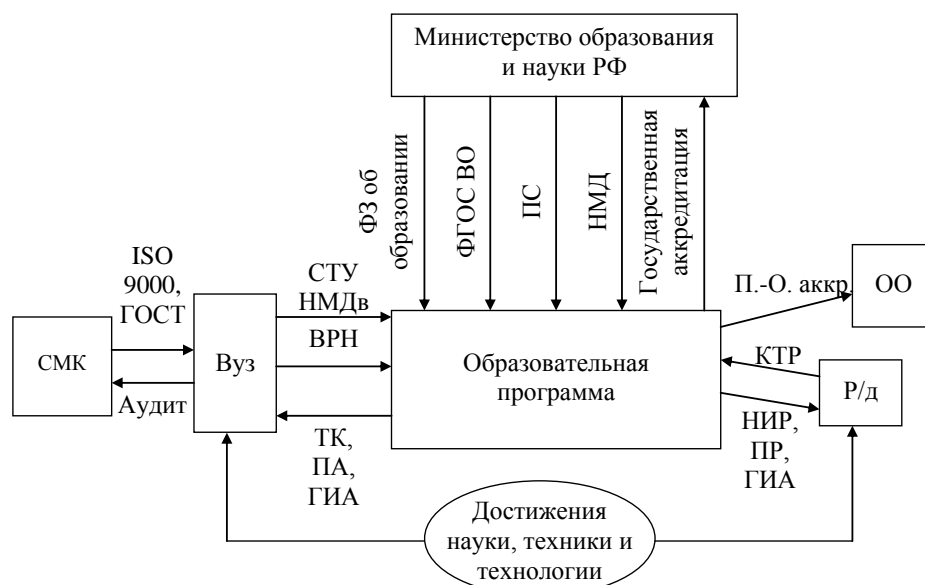


Рисунок 3 – Стандартизация и управление качеством подготовки

Предложена методология проектирования и реализации программ подготовки специалистов (положение 3). Суть и новизна предлагаемого решения состоит в системном подходе и взаимоувязывании требований стандартов, определяющих качество продукции, системы менеджмента качества, вектора развития направления, квалификационных требований работодателей (рисунок 4).

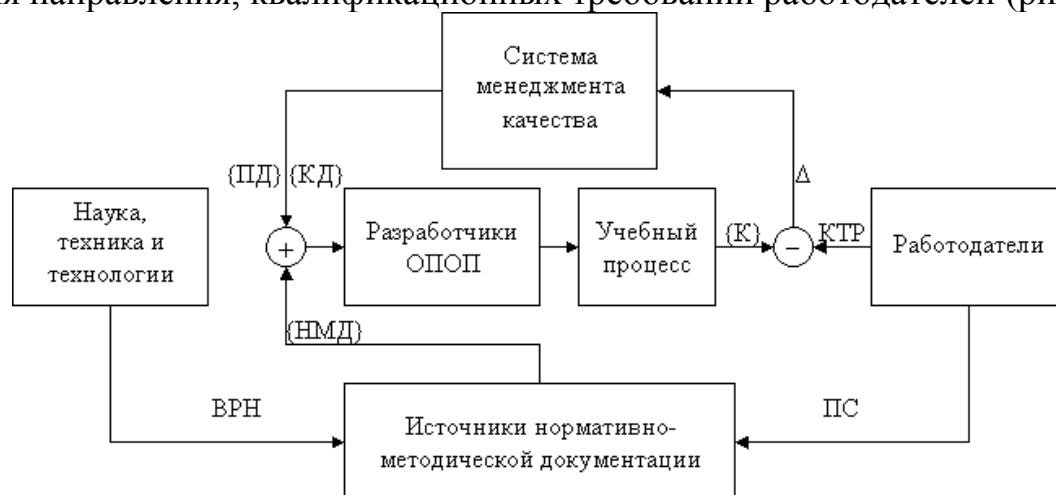


Рисунок 4 – Модель управления и контроля качества процесса подготовки

На рисунке 5 представлены структурные схемы процессов менеджмента качества на этапах проектирования и реализации программ подготовки, построенные в соответствии с требованиями стандартов ISO 9000:2015 и ISO 9001:2015. Особенностью процесса проектирования (рисунок 5,а) является применение предложенного комплексного системного подхода, что позволяет обеспечить высокий уровень показателей результативности процессов, эффективности, востребованности, масштабируемости и т.д. Особенностью процесса реализации (рисунок 5,б) является применение предлагаемых в работе квалиметрических методов, процедур и алгоритмов диагностирования уровня компетентности на этапе оценки результативности подготовки с использованием планирования и оценки рисков на этапах дешифрации и оценивания результатов и оценка их влияния на качество продукции.

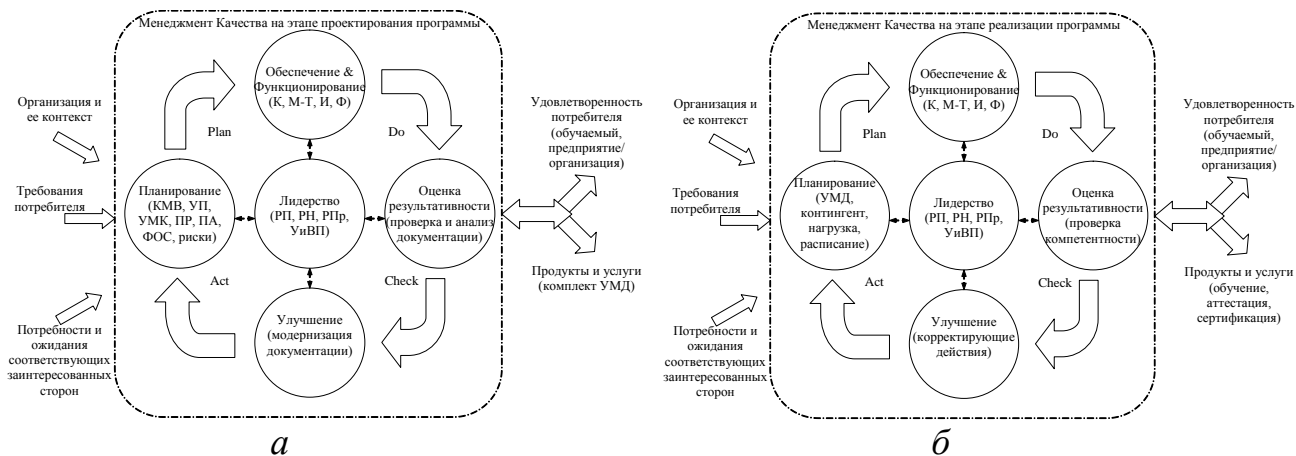


Рисунок 5 – Структурные схемы процессов менеджмента качества на этапах проектирования (а) и реализации (б) программ подготовки

Во второй главе предложены способы управления качеством программ подготовки специалистов на этапе проектирования с учетом требований к качеству продукции и «риск-ориентированного мышления». Разработана и исследована модель управления и контроля качества на стадиях реализации программ подготовки (положение 4). Отличительной особенностью предлагаемой модели является то, что она построена для анализа проблем управления и контроля качества обучения на разных стадиях реализации процесса подготовки, и состоит из ряда частных моделей, которые отражают отдельные процессы формирования и оценивания результативности программы (рисунок 6).

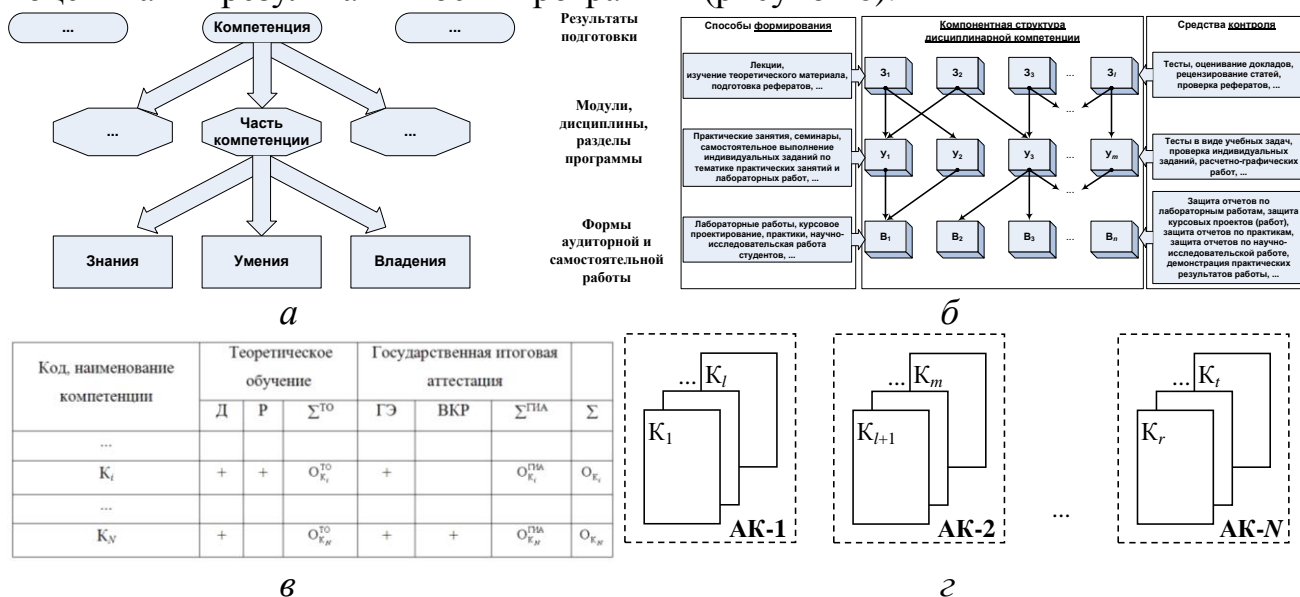


Рисунок 6 – Модель: а – компонентная структура ДК; б – соответствие компонентной структуры ДК, способов и средств формирования и контроля ее компонентов; в – оценивание результатов освоения программы в компетентностном формате; г – агрегированная компетентностная модель

Выполнена классификация диагностических тестов (по назначению, структуре и свойствам контролируемых объектов), проанализированы характеристики, особенности и области целесообразного применения, что позволило выработать рекомендации по их практическому использованию.

Разработана и проанализирована классификация способов определения интегральных показателей качества, рассмотрены особенности каждого критерия, определена область целесообразного применения, даны практические рекомендации по использованию, что в дальнейшем используется для количественной оценки показателей результативности и их влияния на показатели качества продукции.

В рамках предложенных *способов управления качеством* программ подготовки специалистов *на этапе проектирования* (положение 5) разработана методика совместного проектирования компетентностной модели и учебного плана, которая позволяет увязать планируемые результаты, структуру и содержание программы подготовки. Предложенный алгоритм проектирования проиллюстрирован на примере конкретной программы подготовки и апробирован при создании конкретных образовательных программ; также реализован и апробирован программный инструментарий автоматизации.

Предложен формализованный подход к описанию компонентной структуры компетенции (ЗУВ) с учетом способов и средств формирования и контроля ее компонентов, что позволяет адекватно и компактно представить планируемые результаты обучения по модулю (дисциплине, разделу) в компетентностном формате. Предложена методика выбора эффективных сочетаний способов и средств формирования и контроля для разных компонентов компетенции, которая в отличие от известных позволяет спроецировать содержание тематического плана контролирующих средств и мероприятий на планируемые результаты обучения. Приведен иллюстрирующий пример формального описания компонентной структуры, способов и средств формирования и контроля элементов дисциплинарной компетенций (ЭДК) как атомарного объекта формирования и контроля в рамках модуля (дисциплины, раздела).

Третья глава ориентирована на решение задач разработки и применения *математических и информационных моделей для определения количественной оценки результативности подготовки специалистов и ее соответствие стандартам, определяющим требования к качеству продукции* (положение 6). Обоснована необходимость количественной оценки результатов подготовки на разных стадиях реализации, в частности, в рамках модулей, дисциплин и разделов. Дана классификация методов и подходов к решению поставленных задач количественной оценки по следующим критериям: способы декомпозиции (теста либо результатов тестирования), размерность шкалы оценивания результатов тестирования, а также вид шкалы оценивания, дан подробный анализ вариантов, проанализированы достоинства, недостатки, область и условия целесообразного применения.

Разработаны и проанализированы математические и информационные модели дешифрации результатов реализации диагностических тестов: *физическая декомпозиция сложного теста* T_j , контролирующего несколько ЭДК, на *простые тесты* T_j^i , контролирующие только один ЭДК (i – индекс ЭДК, контролируемого данным простым тестом) и *логическая декомпозиция результата* теста R_j на элементарные результаты r_{ij} по каждому из контролируемых тестом элементов.

Проведен сравнительный анализ аддитивного и мультипликативного критерия принятия решения, указана область и условия применения. Например, уровень освоения дисциплинарной компетенции (ДК) определяется:

$$\begin{aligned}
 O(\text{ДК}) &= \alpha \cdot \sum_{i=1}^l \alpha_i \cdot O(Z_i) + \beta \cdot \sum_{i=1}^m \beta_i \cdot O(Y_i) + \gamma \cdot \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot O(B_i) = \\
 &= \alpha \cdot \sum_{i=1}^l \alpha_i \cdot \sum_{j=1}^{l_i} \alpha_{ij} \cdot O(TZ_j^i) + \beta \cdot \sum_{i=1}^m \beta_i \cdot \sum_{j=1}^{m_i} \beta_{ij} \cdot O(TY_j^i) + \gamma \cdot \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot \sum_{j=1}^{n_i} \gamma_{ij} \cdot O(TB_j^i), (1)
 \end{aligned}$$

где α , β , γ – экспертные весовые коэффициенты соответствующих компонентов данной дисциплинарной компетенции; α_i , β_i , γ_i – экспертные весовые коэффициенты соответствующих элементов данной дисциплинарной компетенции; α_{ij} , β_{ij} , γ_{ij} – экспертные весовые коэффициенты определяющих дифференциальные оценки тестов элементов (средств контроля) ДК; l_i , m_i , n_i – количество тестов (форм контроля), участвующих в формировании дифференциальной оценки i -ого элемента компетенции.

Из-за линейного формата аддитивного интегро-дифференциального критерия оценки (АИДКО) возможно возникновение риска *компенсации* значения (или для двоичной шкалы – знака) дифференциальной оценки значением (знаком) интегральной оценки. В соответствии с методами математической статистики вводится понятие *ошибки 1 и 2 рода*, выполнен расчет вероятностных характеристик компенсации для двоичных и недвоичных шкал.

Выполнен анализ многоуровневых шкал, их достоинств, недостатки и области целесообразного применения. При построении интегральной оценки предложено учесть риски возникновения следующих *явлений* (свойств, характеристик):

1. *Компенсация* (для дифференциальной оценки) – отличие дифференциальной оценки от интегральной оценки; характеризует неравномерность (неодинаковость) распределения частных оценок. При «отрицательной компенсации» имеет место наличие дифференциальных оценок, больших («лучше») интегральной оценки, а при «положительной компенсации» – наличие дифференциальных оценок, меньших («хуже») интегральной оценки.

2. *Адекватность* (*робастность, устойчивость, толерантность*) (для интегральной оценки) – степень соответствия ряду дифференциальных оценок; характеризует количество дифференциальных оценок, совпадающих с интегральной оценкой.

3. *Неопределенность* (принятия решения) (для интегральной оценки) – вероятность нахождения значения интегральной оценки в середине интервала между соседними уровнями шкалы оценивания.

Разработана программа моделирования и с ее помощью построены и проанализированы вероятностные характеристики свойств многоуровневых шкал.

В четвертой главе решаются задачи разработки и применения *методики определения количественной оценки результативности подготовки специалистов*. Предложены подходы к решению поставленных задач на разных стадиях подготовки: модуль, дисциплина, раздел, ГИА. Приведен

иллюстрирующий пример определения многоуровневого критерия оценки уровня освоения компетенций и их компонентов для программы подготовки специалистов, использующий предложенные квалиметрические методы оценки результативности процессов подготовки.

Предложена методика определения весовых коэффициентов оценки, построенная на основе метода Фишберна. По ней значение веса учитывает значимость и трудоемкость соответствующего средства контроля (теста). Определение весовых коэффициентов локализовано в рамках модуля, дисциплины или раздела, в котором формируется соответствующая часть компетенции, и может быть использовано для определения АИДКО на разных стадиях реализации программы подготовки.

Разработана методика оценки *влияния* дифференциальных составляющих на интегральную оценку, а также определения путей повышения интегральной оценки за счет коррекции дифференциальных оценок после реализации корректирующих действий и повторной проверки:

$$O(\Xi_i) = O_i = \sum_{j=1}^H \lambda_{ij} \cdot O(T_{ij}) = \sum_{j=1}^H \lambda_{ij} \cdot O_{ij}, \quad \sum_{j=1}^H \lambda_{ij} = 1; \quad \frac{\partial O_i}{\partial O_{ij}} = \lambda_{ij}, \quad (2)$$

$$\Delta O_i = \sum_{j=1}^H \frac{\partial O_i}{\partial O_{ij}} \cdot \Delta O_{ij} = \sum_{j=1}^H \lambda_{ij} \cdot \Delta O_{ij}, \quad dO_i = \sum_{j=1}^H \frac{\partial O_i}{\partial O_{ij}} \cdot dO_{ij} = \sum_{j=1}^H \lambda_{ij} \cdot dO_{ij}, \quad (3)$$

Показано, что существенным недостатком линейных (аддитивных) критериев является риск *компенсации* (парирования) одних оценок другими (например, высоких низкими и наоборот). При этом полученный итоговый результат (интегральная оценка), например, усредненная или средневзвешенная, не отражает действительное распределение составляющих (дифференциальных оценок), наличие «выбросов», и т.п. Проблеме предлагается частично решать комбинацией следующих способов:

- заданием весовых коэффициентов (показателей важности) дифференциальных оценок;
- введением мультипликативности, т.е. допустимых пороговых значений;
- использованием табличного метода на основе задания продукционных правил («ручное» описание условий принятия решения для каждого уровня шкалы оценивания);
- применением некоторых положений «классической» метрологии в части использования методов обработки результатов измерений (анализ и обработка данных тестирования, расчет дополнительных характеристик, например, дисперсии) и т.п.

Другим направлением является применение подходов и методов, позволяющих за счет усложнения процедуры обработки и дешифрации повысить точность расчетов, таких научных направлений, как теория принятия решения; математическая логика; теория нечеткого вывода; нейронные технологии и т.п.

Даны рекомендации по применению многоуровневых шкал для соответствующих этапов аттестации. Рассмотрен вариант использования многоуровневых шкал на примере экзамена. Разработана имитационная модель в среде MatLab Fuzzy Logic, проведено сравнение результатов оценивания с

полученными традиционными способами усреднения и взвешивания, показаны преимущества предлагаемого подхода (рисунок 7).

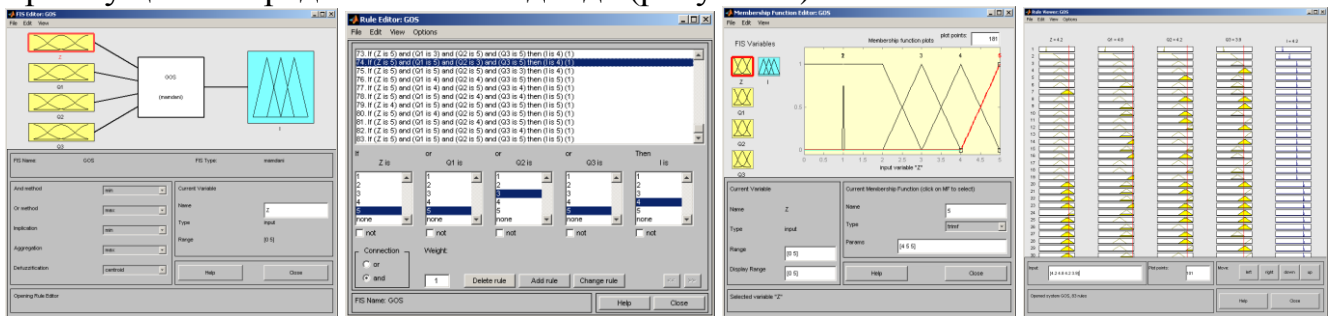


Рисунок 7 – Модель, продукционные правила, входные и выходные переменные и дефаззификация

В пятой главе выполнена разработка квалиметрических методов, процедур и алгоритмов диагностирования уровня компетентности с использованием адаптированного математического аппарата и методов технической диагностики (положение 7). Выполнен анализ свойств и характеристик объектов диагностирования и средств контроля качества результатов обучения с использованием адаптированных к рассматриваемой предметной области аппарата, методов и алгоритмов технической диагностики, что позволит разработать и использовать алгоритмы диагностирования уровня компетентности.

Разработаны безусловные и условные алгоритмы поиска элементов компетенций с недостаточным уровнем освоения (рисунок 8), проанализированы условия и область их целесообразного применения в учебном процессе, приведены иллюстрирующие примеры.

Для определения оценки предложено использовать аддитивный интегро-дифференциальный критерий оценивания (АИДКО) уровня освоения компонентов и элементов компетенций. Он вычисляется по результатам проверяющих тестов, на протяжении всех шагов диагностирования:

$$O_k = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{N_j} \lambda_{i,j} \cdot R_{i,j} \cdot v_{i,j}^{(k)}, \quad (4)$$

где O_k – уровень освоения элемента \mathcal{E}_k , нормализованный в диапазоне $[0; 1]$; N – количество шагов тестирования; N_j – количество тестов на i -м шаге тестирования; $R_{i,j}$ – результат реализации теста $T_{i,j}$ (i – номер шага тестирования, j – номер теста на i -м шаге тестирования); $\lambda_{i,j}$ – весовой коэффициент результата теста $T_{i,j}$; $v_{i,j}^{(k)}$ – коэффициент покрытия, принимающий следующие значения: 1, если элемент \mathcal{E}_k контролируется тестом $T_{i,j}$; 0, если \mathcal{E}_k не контролируется тестом $T_{i,j}$. Для весовых коэффициентов выполняется условие нормирования

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{N_j} \lambda_{i,j} \cdot v_{i,j}^{(k)} = 1.$$

Особенностью предложенного алгоритма является то, что результат теста не требует дешифрации на составляющие, соответствующие каждому из контролируемых тестом элементов. Поэтому весовые коэффициенты дифференциальных оценок предлагается определять в обратно пропорциональной зависимости от общего количества ЭДК ($N_{i,j}$) контролируемых тестом $T_{i,j}$. Это предложение основывается на утверждении, что чем меньше ЭДК контролирует

тест, тем больше глубина (точность) локализации, т.е. выше вероятность обнаружения элементов с недостаточным уровнем освоения:

$$\lambda_{i,j} = \frac{1}{N_{i,j} \cdot \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{N_i} \left(\frac{1}{N_{i,j}}\right) \cdot v_{i,j}^{(k)}} \quad (5)$$

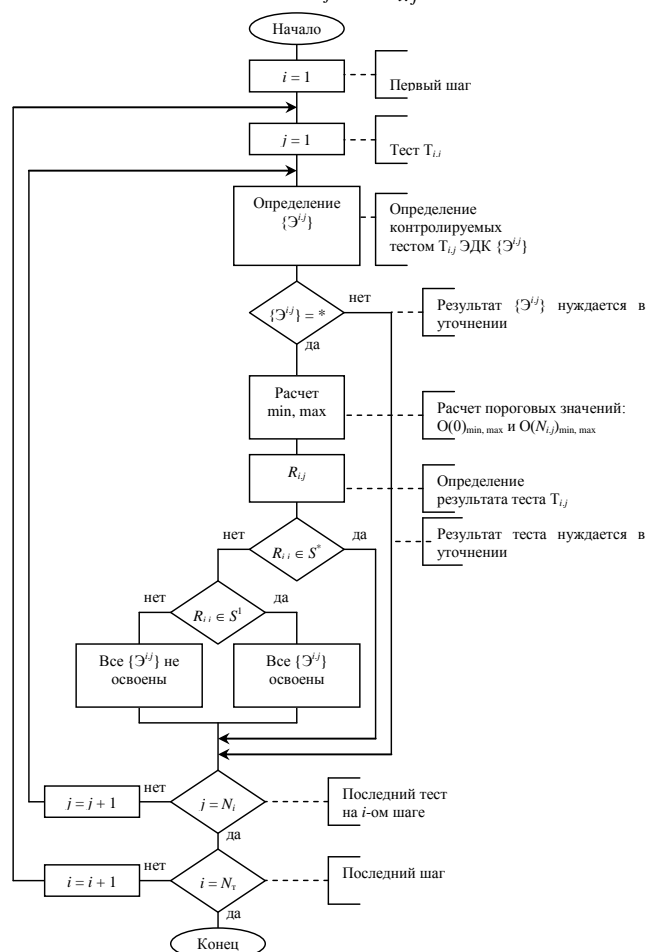


Рисунок 8 – Схема условного алгоритма поиска нЭДК

Проведена верификация предложенных алгоритмов поиска с помощью разработанного программного инструментария в среде Visual Basic for Applications (рисунок 9) и его апробация в учебном процессе. Применение предлагаемого алгоритма позволяет сократить количество шагов, а, соответственно, и реализуемых тестов поиска. С точки зрения уменьшения реализуемой длины тестовой последовательности эффективность алгоритма может быть оценена коэффициентом эффективности

$$K_э = (N_T - N_d) / N_d \cdot 100 \%, \quad (6)$$

где N_T – количество тестов, реализуемых в случае применения предлагаемого алгоритма; N_d – общее подготовленное количество тестов.

Для повышения качества эффективности и результативности дисциплины как основного элемента программы подготовки предложено придать компонентной структуре ДК свойство *контролепригодности*, заимствованное из технической диагностики. Оно позволяет придать объекту контроля формат,

удобный для эффективной реализации методов его диагностирования и учитывающий вид контролируемых его тестов.

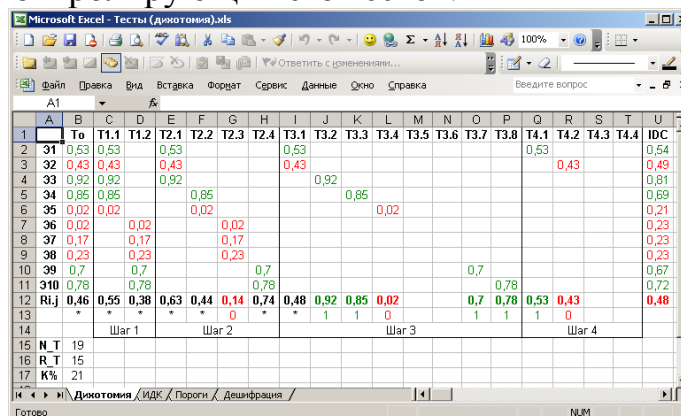


Рисунок 9 – Экранная форма программы моделирования алгоритма поиска нЭДК

Проведен анализ вариантов построения таблиц диагностирования с целью обеспечения свойства контролепригодности у соответствующей компонентной структуры, показаны достоинства, недостатки и область применения каждого формата (таблица 1).

Таблица 1 – Таблицы контролепригодных компонентных структур

СК	Средства контроля ЭДК										ПЭ (V)	О(ЭДК)	О(КДК)	О(ДК)			
	ТЗ				ТУ		ТВ		КР	ПЭ (V)					О(ЭДК)	О(КДК)	О(ДК)
	Т1	Т2	Т3	Т4	ИЗ	ЗЛР	Т1	Т2									
ЗУВ	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2							
ДК-1 (ПК-17-10)	3 ₁	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3	О(ДК-1-3 ₁)	О(ДК-1-3)	О(ДК-1)			
	3 ₂	*	*	*	*	*	*	*	*	3	О(ДК-1-3 ₂)						
	У ₁						*	*			2	О(ДК-1-У ₁)	О(ДК-1-У)				
	В ₁							*	*		2	О(ДК-1-В ₁)	О(ДК-1-В)				
ПТ (W)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							

СК	Средства контроля ЭДК										ПЭ (V)	О(ЭДК)	О(КДК)	О(ДК)			
	ТЗ				ТУ		ТВ		КР	ПЭ (V)					О(ЭДК)	О(КДК)	О(ДК)
	Т1	Т2	Т3	Т4	ИЗ	ЗЛР	Т1	Т2									
ЗУВ	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2							
ДК-1 (ПК-17-10)	3 ₁	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	О(ДК-1-3 ₁)	О(ДК-1-3)	О(ДК-1)			
	3 ₂	*	*	*	*	*	*	*	*	1	О(ДК-1-3 ₂)						
	У ₁			*	*	*	*	*	*	*	1	О(ДК-1-У ₁)	О(ДК-1-У)				
	В ₁			*	*	*	*	*	*	*	1	О(ДК-1-В ₁)	О(ДК-1-В)				
ПТ (W)	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1							

Разработана методика контролепригодного проектирования компонентной структуры дисциплинарной компетенции; выделены основные этапы разработанного подхода. Предложенный алгоритм проиллюстрирован на примере конкретной учебной дисциплины, показаны вводимые ограничения, даны практические рекомендации.

В **шестой** главе выполнена разработка *квалиметрических методов дешифрации и оценки показателей результативности и компетентности как значимого фактора обеспечения качества продукции на основе математического аппарата алгебраической и нечеткой логики* (положение 8). Это позволило формализовать процедуру дешифрации результатов тестового диагностирования и дать возможность обоснованного выбора необходимых корректирующих действий.

Для повышения точности и достоверности дешифрации результатов тестового диагностирования уровня освоения компетенций и их составляющих разработан и применен квалиметрический метод оценки качества обучения (метод анализа логических условий), построенный на основе *алгебраической логики*. Оценка за сложный тест, контролирующий h ЭДК, определяется линейно в зависимости от уровня освоения каждого элемента, среди которых i могут быть неосвоенными, а остальные – освоенными:

$$O(i) = \sum_{j=1}^h \lambda_j \cdot O_j = \frac{1}{h} \sum_{j=1}^h O_j = \frac{1}{h} \cdot \left(\sum_{j=1}^i O_j^- + \sum_{j=1}^{h-i} O_j^+ \right). \quad (7)$$

Для каждого параметра i можно определить минимально $O(i)_{\min}$ и максимально $O(i)_{\max}$ возможные оценки, а также их приращения ΔO_{\min} и ΔO_{\max} , что позволило сформулировать утверждения для оценки граничных значений и выделить три состояния (сочетания уровней освоения) контролируемых тестом ЭДК (при произвольных значениях h и $O_{\text{пор.}}$) (рисунок 10).

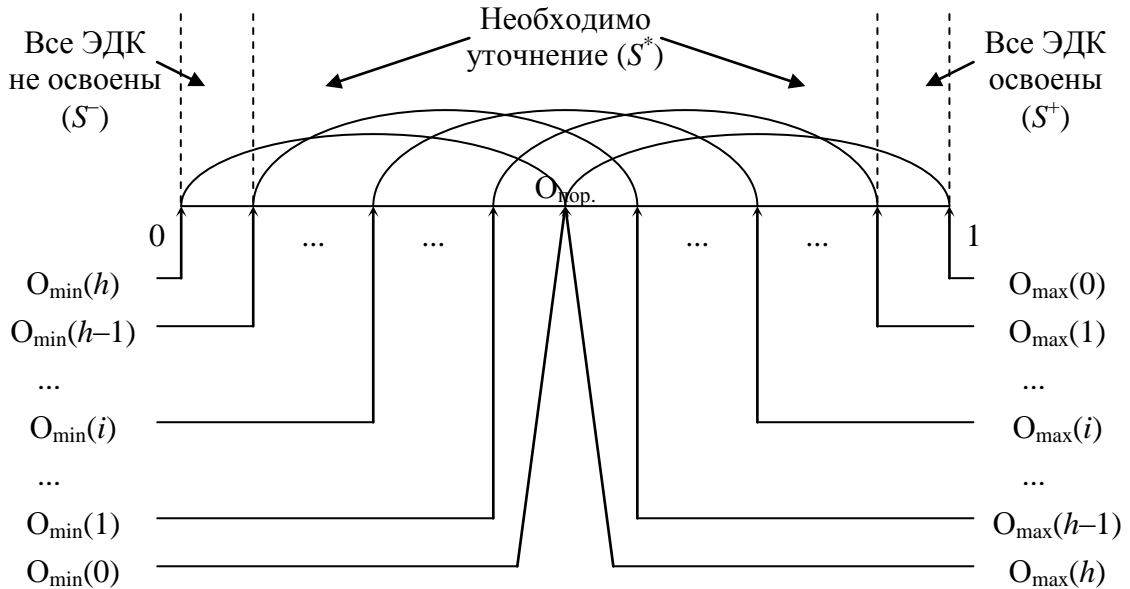


Рисунок 10 – Графическая иллюстрация результатов тестирования для h и $O_{\text{пор.}}$.

1. Все контролируемые тестом ЭДК \mathcal{E}_k ($k \in [0; h]$) имеют недостаточный уровень освоения ($O_k = O^-, \forall k \in [0; h]$; количество нЭДК $i = h$).

2. Все контролируемые тестом ЭДК \mathcal{E}_k ($k \in [0; h]$) имеют достаточный уровень освоения ($O_k = O^+, \forall k \in [0; h]$; количество нЭДК $i = 0$).

3. При использовании аддитивного интегро-дифференциального критерия оценивания локализовать нЭДК, в общем случае, невозможно вследствие *компенсации* одних оценок другими, поэтому необходимо уточнение результата проверки привлечением дополнительных тестов поиска (возможное количество нЭДК $i \in (0; h)$).

Тогда для разных зон формулируются соответствующие логические условия:

$$S^- = \bar{\mathcal{E}}_1 \cdot \bar{\mathcal{E}}_2 \cdot \dots \cdot \bar{\mathcal{E}}_k \cdot \dots \cdot \bar{\mathcal{E}}_{h-1} \cdot \bar{\mathcal{E}}_h = \prod_{k=1}^h \bar{\mathcal{E}}_k, S^+ = \mathcal{E}_1 \cdot \mathcal{E}_2 \cdot \dots \cdot \mathcal{E}_k \cdot \dots \cdot \mathcal{E}_{h-1} \cdot \mathcal{E}_h = \prod_{k=1}^h \mathcal{E}_k,$$

$$S_{h,\dots,i} = \sum_{j=1}^{N_{h,\dots,i}} \prod_{\substack{k=1, \\ k \in U_j}}^h \bar{\mathcal{E}}_k, \text{ («слева» от } O_{\text{пор.}}), S_{0,\dots,i} = \sum_{j=1}^{N_{0,\dots,i}} \prod_{\substack{k=1, \\ k \in U_j}}^h \mathcal{E}_k, \text{ («справа» от } O_{\text{пор.}}) \quad (8)$$

Если совокупность из h ЭДК контролируется H тестами, и каждый тест контролирует W_j элементов, то общее количество вариантов результатов всех тестов:

$$N_O = \prod_{j=1}^H (2 \cdot W_j) = 2^H \cdot \prod_{j=1}^H W_j. \quad (9)$$

Утверждение. *Общее логическое условие*, описывающее результаты реализации всех заданных тестов, определяется по *конъюнкции логических условий* соответствующих вариантов:

$$S = S_1 \& S_2 \& \dots \& S_j \& \dots S_{H-1} \& S_H, \quad (10)$$

где S – общее для всех результатов логическое условие, показывающее результат освоения (освоен или не освоен) каждый из контролируемых тестами ЭДК; S_j – логическое условие для j -го теста ($j \in [1; H]$).

Разработанный на основе метода анализа логических условий алгоритм дешифрации результатов тестового диагностирования верифицирован с помощью разработанного программного инструментария в среде Visual Basic for Applications (рисунок 11) и его апробации в учебном процессе.

	A	B	C	D	E	F	G
1		T1	T2	T3	T4		
2	31	*	*	*	*		
3	32	*	*	*	*		
4	33	*	*	*	*		
5	W	2	2	2	3		
6							
7	Opор.=0,5	N=384	N0=250	N*=12	N**=24	P=0,73	
8	№ n/n	L1	L2	L3	L4	L	Lmin
9	1	0	0	0	0	((31*32)*((31*33)*((32*33)*((31*32)*33))	{31*32*33
10	2	0	0	0	S_32	((31*32)*((31*33)*((32*33)*((31*32+31*33+32*33))	{31*32*33
11	3	0	0	0	S_321	((31*32)*((31*33)*((32*33)*((31+32+33))	{31*32*33
15	7	0	0	S_21	0	((31*32)*((31*33)*((32+33)*((31*32)*33))	{31*32*33
16	8	0	0	S_21	S_32	((31*32)*((31*33)*((32+33)*((31*32+31*33+32*33))	{31*32*33
17	9	0	0	S_21	S_321	((31*32)*((31*33)*((32+33)*((31+32+33))	{31*32*33
33	25	0	S_21	0	0	((31*32)*((31+33)*((32*33)*((31*32)*33))	{31*32*33
34	26	0	S_21	0	S_32	((31*32)*((31+33)*((32*33)*((31*32+31*33+32*33))	{31*32*33
35	27	0	S_21	0	S_321	((31*32)*((31+33)*((32*33)*((31+32+33))	{31*32*33
39	31	0	S_21	S_21	0	((31*32)*((31+33)*((32+33)*((31*32)*33))	{31*32*33
40	32	0	S_21	S_21	S_32	((31*32)*((31+33)*((32+33)*((31*32+31*33+32*33))	{31*32
41	33	0	S_21	S_21	S_321	((31*32)*((31+33)*((32+33)*((31+32+33))	{31*32
42	34	0	S_21	S_21	S_012	((31*32)*((31+33)*((32+33)*((31+32+33))	{31*32*33
46	38	0	S_21	S_01	S_32	((31*32)*((31+33)*((32+33)*((31*32+31*33+32*33))	{31*32*33
47	39	0	S_21	S_01	S_321	((31*32)*((31+33)*((32+33)*((31+32+33))	{31*32*33
48	40	0	S_21	S_01	S_012	((31*32)*((31+33)*((32+33)*((31+32+33))	{31*32*33

Рисунок 11 – Экранная форма программы моделирования и верификации

Для дешифрации результативности тестового диагностирования уровня освоения компетенций и их составляющих разработан и апробирован квалиметрический метод, построенный с применением математического аппарата *нечеткой логики*. Введены основные понятия аппарата нечеткой логики применительно к предметной области контроля результатов обучения. *Универсальное множество (универсум)* в данном случае представляет собой совокупность возможных значений результатов тестирования (оценки за тест) T (примем, что оценка за тест нормализована в диапазоне $[0; 1]$). *Выходная лингвистическая переменная* определяет уровень освоения ЭДК, т.е. принадлежность результата к определенному уровню заданной шкалы оценивания (примем двухуровневую шкалу оценивания – по положению результата тестирования относительно заданного порогового значения принятия решения Опор.) с использованием *функции принадлежности* (ФП).

Выходная лингвистическая переменная может быть выражена через *терм-множество*, представляющее множество возможных выводов по результатам тестирования и состоящее, в частности, из двух термов: {«ЭДК не освоен» ($\bar{\text{Э}}$); «ЭДК освоен» (Э)}. Конкретное значение ФП будем называть *степенью принадлежности* (СП). Например, для теста, контролирующего 2 ЭДК, термножество состоит из трех термов: {«оба ЭДК не освоены» (S_2); «один из ЭДК не освоен» (S_1); «все ЭДК освоены» (S_0)} (рисунок 12).

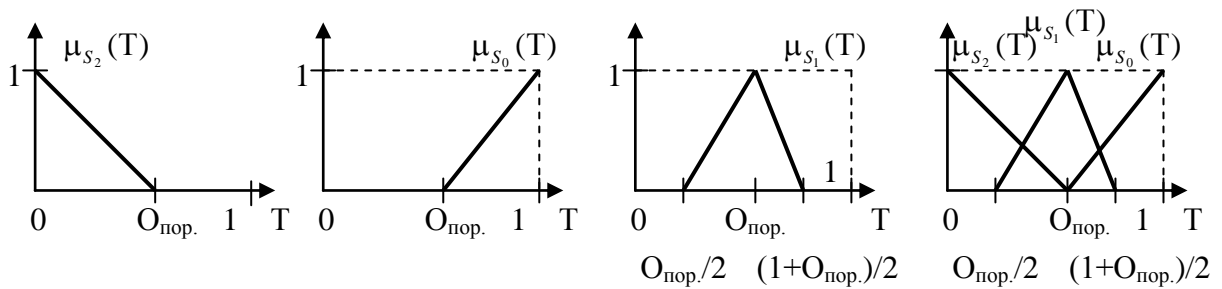


Рисунок 12 – Функции принадлежности:
a – терма S_2 ; *b* – терма S_0 ; *в* – терма S_1 ; *г* – терм-множества

Разработана система продукционных правил с использованием предложенного выше подхода к количественной оценке результатов сложного теста. Далее предложен алгоритм решения задачи дешифрации результатов реализации совокупности тестов с использованием дефаззификации (по методу Л. Заде):

1. По заданным значениям результатов тестов определяются значения степеней принадлежности (значение функции принадлежности терма для заданного значения универсума, т.е. результата соответствующего теста) для всех термов.

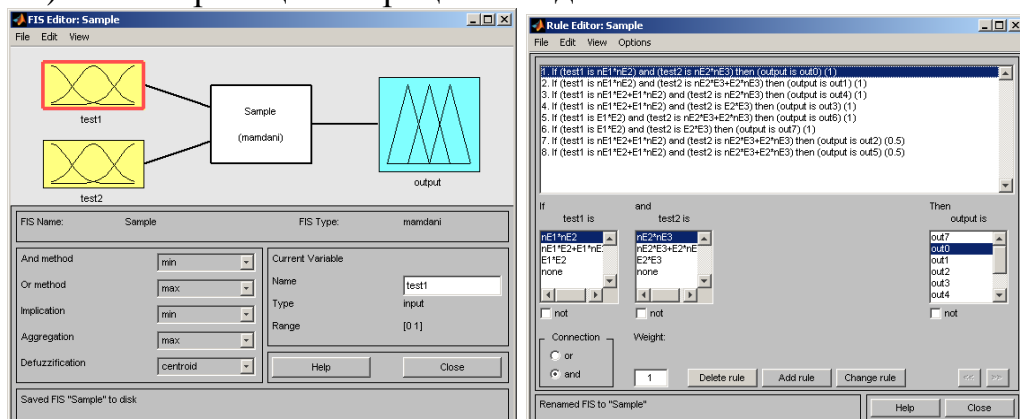
2. Выбираются правила, содержащие условия с ненулевыми степенями принадлежности (термы, которым соответствуют ненулевые значения функций принадлежности для заданных конкретных результатов тестов).

3. На первом шаге логического вывода определяется степень принадлежности всего antecedента каждого правила (по функции минимума).

4. На втором шаге формирования нечеткого вывода определяется степень принадлежности терм выходной переменной (по функции максимума).

5. Для дефаззификации применяется метод центраида, который позволяет определить текущее значение выходной переменной для текущих значений входных лингвистических переменных. В результате определяется четкий результат, дающий информацию об уровне освоения каждого из контролируемых всей совокупностью тестов ЭДК.

Верификация предложенного метода дешифрации выполнена с помощью разработанного программного инструментария в среде MatLab Fuzzy Logic (рисунок 13) и его апробации в процессе подготовки.



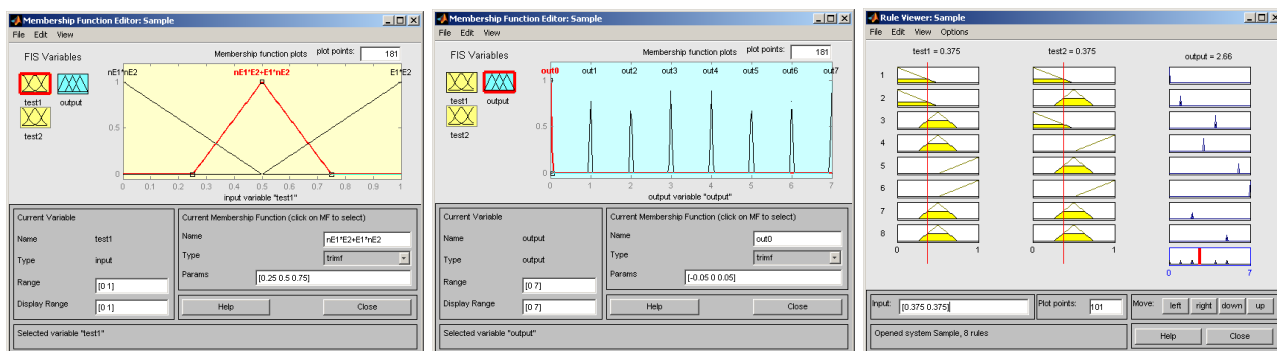


Рисунок 13 – Реализация метода дешифрации в среде MatLab Fuzzy Logic

Седьмая глава посвящена разработке *информационного, алгоритмического и методического обеспечения автоматизированной системы управления и контроля качества подготовки специалистов в составе интегрированной системы управления качеством продукции* (положение 9), в которой используются разработанные модели, методы, алгоритмы и способы автоматизации (рисунок 14).



Рисунок 14 – Общая структура интегрированной системы управления качеством продукции, построенной на основе методологии оценки результативности подготовки специалистов

Система дает возможность:

1. Обучаемому – определить необходимый объем дополнительной работы и форм контроля для достижения заданного результата.
2. Преподавателю – построить эффективный график своей работы с учетом системы ограничений ресурсов (временных, пространственных, технических, организационных и т.д.).
3. Учебно-методическим службам – управлять и контролировать учебный процесс с возможностью получения интегральных и дифференциальных оценок успеваемости обучаемых, деятельности преподавателей и использования ресурсов.
4. Администрации предприятия (организации) – оценить влияние компетентности персонала на показатели качества продукции, определить необходимость улучшения и виды корректирующих действий по повышению квалификации сотрудников.

Автоматизированная система управления и контроля качества подготовки (АСУККП) предназначена для сбора, хранения, обработки и представления информации о реализации программы подготовки (рисунок 15).

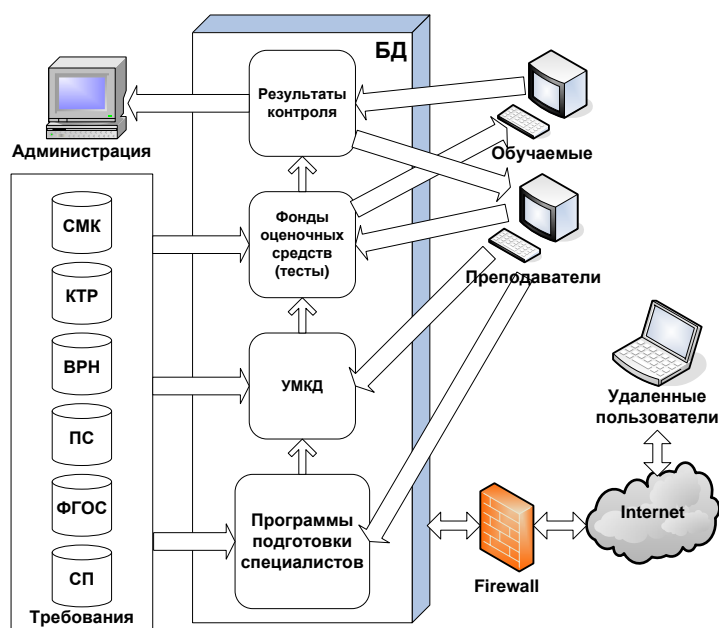


Рисунок 15 – Общая структура автоматизированной системы управления и контроля качества подготовки

Субъекты системы: обучаемые, преподаватели, администрация. Объекты автоматизации: процедура определения результатов обучения в компетентностном формате (сбор, хранение, обработка, преобразование и представление информации) на основе информационных и телекоммуникационных технологий.

В системе реализуются следующие виды обеспечения, в которых указано применение разработанных в рамках диссертационного исследования моделей, методов и алгоритмов управления качеством подготовки:

- информационное – контролепригодное проектирование содержания и структуры дисциплины (частей компетенций); алгоритмы обнаружения и поиска элементов дисциплинарных компетенций с недостаточным уровнем освоения;
- математическое – способы дешифрации результатов контроля (тестирования); определение дифференциальных и интегральных показателей качества подготовки (тест – ЭДК – ДК – К);
- программное – фрагменты разработанных программ моделирования; рекомендации и алгоритмы конфигурирования и использования внешнего инструментария (например, MatLab Fuzzy Logic), программный инструментарий автоматизации проектирования основных документов образовательной программы;
- техническое – рекомендации по выбору аппаратной платформы системы и удаленному доступу к ресурсам системы;
- организационное – стандарты на проектирование и реализацию документов образовательной программы: (КМВ, РУП, УМКД, РПД и ФОС).

Информационное, математическое и организационное обеспечение включает результаты диссертационной работы, которые используются в модуле БД, а именно в процедурах и алгоритмах сбора, хранения, обработки, преобразования и представления информации о результатах обучения в компетентностном формате.

В рамках проектируемой автоматизированной системы реализован программный инструментарий для *автоматизации проектирования* основных документов программы: компетентностной модели и учебного плана. Также в информационном обеспечении использованы программные модули, разработанные для верификации предложенных квалиметрических методов оценки результативности.

Предлагаемые подходы и методы автоматизации проектирования реализации программ применены при разработке стандартов университета по созданию фондов оценочных средств модулей, дисциплин и разделов программы; самостоятельно устанавливаемых образовательных стандартов; сетевых образовательных программ; программ переподготовки и повышения квалификации.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная диссертационная работа посвящена решению важной научно-технической проблемы обеспечения качества продукции на основе создания интегрированной системы управления, позволяющей оценить соответствие показателей качества продукции и результативности подготовки специалистов; реализовать методы и автоматизировать процедуры построения и реализации программ подготовки специалистов, а также оценки компетентности как основного показателя их результативности. В диссертационной работе поставлены и решены следующие задачи исследования.

1. Впервые предложены модели и методы оценки соответствия заданных требованиями стандартов качества продукции и уровня компетентности (результативности подготовки) специалистов, которые дают возможность учесть и количественно оценить влияние такого значимого фактора, как компетентность персонала, на показатели качества продукции.

2. Построены модели и предложен метод оценки соответствия требований профессиональных стандартов и результативности подготовки как показателя компетентности специалистов, что позволило разработать операторы соответствия между должностными обязанностями персонала (трудовыми функциями) и результатами программ подготовки, представленными в компетентностном формате.

3. Проведен критический анализ существующих подходов к управлению и контролю качества построения и реализации программ подготовки специалистов на разных этапах жизненного цикла продукции. Предложена методология проектирования и реализации программ подготовки специалистов, основанная на комплексном системном подходе и учете стандартов, регламентирующих требования к качеству продукции, системы менеджмента качества, образовательных и профессиональных стандартов, квалификационных требований работодателей и вектора развития направления науки, техники и технологии.

4. Разработана и исследована модель управления и контроля качества на различных стадиях реализации программ подготовки специалистов, дающая

возможность определить подходы к формированию и контролю результативности с учетом особенностей каждого этапа, требований к качеству и «риск-ориентированного мышления», а также представить результаты подготовки в необходимом для потребителя формате.

5. Предложены способы управления качеством на этапе проектирования программ подготовки, которые позволяют создавать эффективные программы за счет применения предложенных подходов к совместному проектированию основных учебно-методических документов; учета рекомендаций по выбору эффективных сочетаний способов и средств формирования и контроля уровня компетентности как основного показателя результативности процессов обеспечения качества продукции.

6. Проведен синтез и анализ математических моделей и методов определения количественной оценки качества подготовки, позволяющие учесть риски ошибочного принятия решения и использовать предложенные рекомендации по применению многоуровневых шкал оценивания на разных этапах аттестации для соответствия потребностям работодателей и стандартам, определяющим требования к качеству продукции.

7. Впервые разработаны квалиметрические методы, процедуры и алгоритмы диагностирования уровня компетентности с использованием адаптированного математического аппарата и методов технической диагностики. Это дало возможность реализовать безусловные и условные алгоритмы поиска недостаточно освоенных элементов компетенций и соответствующих им разделов тематического плана программы подготовки, что в условиях увеличения объема и значимости самостоятельной работы повышает организованность и эффективность самоподготовки обучаемых. Разработана методология построения контролепригодной компонентной структуры компетенций, которая взаимосвязанной с методами и средствами диагностирования, что позволяет повысить качество и точность оценивания результативности подготовки.

8. Разработаны и исследованы оригинальные квалиметрические методы дешифрации и оценки результативности и компетентности как фактора обеспечения качества продукции на основе математического аппарата алгебраической логики и нечеткой логики. Они дают возможность выполнить автоматизацию вычисления оценок показателей компетентности, а при недостаточном объеме информации для принятия решение – определить условия перехода к последующим корректирующим действиям.

9. Выполнено проектирование информационного, алгоритмического и методического обеспечения автоматизированной системы управления и контроля качества программ подготовки специалистов в составе интегрированной системы управления качеством продукции, что дало возможность использовать предлагаемые процедуры, методы и алгоритмы для автоматизации процессов управления и контроля качества в университете, вузах-партнерах по совместно реализуемым программам, а также на предприятиях и организациях региона. Проведена разработка и внедрение в систему менеджмента качества вуза стандартов по проектированию и реализации фондов оценочных средств контроля

качества результатов обучения по дисциплинам и разделам, а также результатов освоения программ подготовки.

Применение разработанной методологии построения и реализации программ подготовки специалистов обосновано и проиллюстрировано на конкретных примерах решения задач в сфере управления качеством продукции на основании формирования и оценки результативности подготовки специалистов:

- при оценке влияния уровня квалификации на качество конечного результата деятельности специалиста, включая установление соответствия между требованиями профессиональных и образовательных стандартов;

- при проектировании основных документов программы подготовки специалистов на разных этапах жизненного цикла продукции: компетентностной модели выпускника и учебного плана;

- при разработке внутренних стандартов по проектированию фондов оценочных средств дисциплин и разделов программы подготовки специалистов;

- при разработке нормативных документов системы менеджмента качества по проектированию и реализации процесса подготовки;

- при проектировании учебно-методических комплексов дисциплин и разделов программ подготовки специалистов;

- при реализации и оценивании результатов текущего контроля, промежуточного и итоговой (государственной итоговой) аттестации для контроля качества и результативности обучения по модулям и разделам программ подготовки специалистов в компетентностном формате, согласованном с квалификационными требованиями работодателей.

Проведена апробация предлагаемого комплексного системного подхода при проектировании и реализации программ подготовки бакалавров, магистров и специалистов, реализуемых в Пермском национальном исследовательском политехническом университете, в вузах-партнерах по совместно реализуемым образовательным программам, предприятиях-партнерах в рамках программ подготовки кадров. Введенные элементы автоматизации процедур формирования, контроля, дешифрации и оценивания результатов обучения позволили повысить результативность подготовки, внедрить технологии оценки уровня компетентности (квалификации), повысить эффективность принятия решений при управлении и мониторинге качества процесса подготовки, что в итоге позволяет обеспечить заданные требования к качеству продукции.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Публикации в ведущих рецензируемых научных изданиях

1. Фрейман, В.И. К вопросу о подготовке и оценке компетенций выпускников высшей школы с использованием модулей «Вектор развития направления» и «Квалификационные требования работодателей» / А.Н. Данилов [и др.] // Открытое образование. – 2012. – № 3. – С. 20-32.

2. Фрейман, В.И. Применение интегро-дифференциального критерия оценки освоения компонентов компетенций / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Образование и наука. – 2013. – № 6. – С. 47-63.
3. Фрейман, В.И. Реализация алгоритмов дешифрации результатов безусловного и условного поиска при проверке уровня освоения элементов дисциплинарных компетенций / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Образование и наука. – 2013. – № 10. – С. 17-36.
4. Фрейман, В.И. Проблема оценки качества обучения в вузах с системой подготовки «бакалавр-магистр» (на примере технических направлений) / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Открытое образование. – 2013. – № 1. – С. 23-31.
5. Фрейман, В.И. К вопросу о формировании компетенций при разработке основной образовательной программы / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков, Е.М. Кон // Открытое образование. – 2013. – № 2. – С. 4-10.
6. Фрейман, В.И. К вопросу о контроле элементов дисциплинарных компетенций в рамках основной образовательной программы (на примере технических направлений подготовки) / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Открытое образование. – 2013. – № 3. – С. 12-19.
7. Фрейман, В.И. Подход к формированию компонентной структуры компетенций / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков, Е.М. Кон // Высшее образование в России. – 2013. – № 7. – С. 37-41.
8. Фрейман, В.И. Практический подход к формированию компетентностной модели выпускника технического университета / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Университетское управление: практика и анализ. – 2013. – № 2 (84). – С. 52-58.
9. Фрейман, В.И. Реализация одного алгоритма условного поиска элементов компетенций с недостаточным уровнем освоения / В.И. Фрейман // Информационно-управляющие системы. – 2014. – № 2 (69). – С. 93-102.
10. Фрейман, В.И. Применение методов и процедур технической диагностики для контроля и оценки результатов обучения, заданных в компетентностном формате / В.И. Фрейман // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ». – 2014. – № 6. – С. 79-85.
11. Фрейман, В.И. Анализ возможности применения аппарата и методов технической диагностики для контроля и оценки результатов освоения компетентностно-ориентированных образовательных программ / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ». – 2014. – № 7. – С. 66-71.
12. Фрейман, В.И. Практика разработки и применения самостоятельно устанавливаемых образовательных стандартов и программ высшего образования / Н.Н. Матушкин и др. // Высшее образование в России. – 2014. – № 6. – С. 5-13.
13. Фрейман, В.И. Проектирование и реализация сетевых магистерских программ по перспективным направлениям науки, техники и технологии / Е.Л. Кон, Н.Н. Матушкин, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2014. – № 08 (86). – С. 79-89.

14. Фрейман, В.И. Разработка методики контролепригодного проектирования компонентной структуры дисциплинарной компетенции / В.И. Фрейман // Образование и наука. – 2014. – № 10. – С. 31-46.
15. Фрейман, В.И. Применение аппарата нечеткой логики для контроля результатов обучения, заданных в компетентностном формате / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2014. – № 12. – С. 20-25.
16. Фрейман В.И. Разработка метода дешифрации результатов диагностирования уровня освоения элементов компетенций с использованием нечеткой логики / В.И. Фрейман // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2014. – № 12. – С. 26-30.
17. Фрейман, В.И. Количественная оценка результатов обучения, представленных в компетентностном формате / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2015. – Том 19. № 1 (67). – С. 206-212.
18. Фрейман, В.И. Разработка и исследование подходов к управлению, контролю и оцениванию качества реализации компетентностно-ориентированных образовательных программ / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. – 2015. – № 3. – С. 356-372.
19. Фрейман, В.И. Новые подходы к подготовке специалистов в области инфокоммуникаций / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015. – № 1 (25). – С. 73-89.
20. Фрейман, В.И. Разработка подходов к формализованному описанию контролепригодной компонентной структуры дисциплинарной компетенции / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Образование и наука. – 2015. – № 4. – С. 52-68.
21. Фрейман, В.И. Анализ и количественная оценка результатов реализации образовательных программ с использованием диагностических тестов / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2015. – Т. 15, № 4 (98). – С. 756-763.
22. Фрейман, В.И. Метод анализа логических условий для дешифрации результатов диагностического теста уровня освоения элементов компетенций / В.И. Фрейман // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2015. – Т. 15, № 6 (100). – С. 1169-1176.
23. Фрейман В.И. Модели и методы оценки соответствия показателей качества продукции и результативности подготовки специалистов / Г.И. Коршунов, В.И. Фрейман // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12. – С. 649-653.
24. Фрейман В.И. Модели и методы оценки соответствия требований профессиональных стандартов и результативности подготовки как показателя компетентности специалистов / В.И. Фрейман // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12. – С. 654-658.

Статьи и материалы конференций

25. Фрейман, В.И. Разработка учебно-методического комплекса дисциплины в соответствии с ФГОС нового поколения / В.И. Фрейман // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2009. – № 3. – С. 47-50.

26. Фрейман, В.И. Разработка методики применения мультимедийных технологий для проведения учебных занятий // А.В. Гаврилов, М.В. Кавалеров, В.И. Фрейман // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2009. – № 3. – С. 38-46.

27. Фрейман, В.И. Разработка компетентностной модели выпускника (бакалавра) по направлению 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» («Телекоммуникации») / В.И. Фрейман // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2010. – № 4. – С. 93-98.

28. Фрейман, В.И. Организация изучения подходов к проектированию телекоммуникационных сетей / В.И. Фрейман // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2011. – № 5. – С. 254-257.

29. Фрейман, В.И. Оценка качества формирования компетенций студентов технических вузов при двухуровневой системе обучения / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2012: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф., 2–12 октября 2012 г. – Одесса: КУПРИЕНКО, 2012. – Т. 9. – с. 39-41.

30. Фрейман, В.И. К вопросу о формировании компетентностной модели выпускника / В.И. Фрейман // Прикладная фотоника. – 2012. – № 1-4. – С. 43-55.

31. Фрейман, В.И. Организация профильной дисциплины на примере изучения подходов к проектированию телекоммуникационных сетей / В.И. Фрейман // Энергетика. Инновационные направления в энергетике. CALS-технологии в энергетике. Материалы VI Международной интернет-конференции. – Пермь, Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – 2012. – С. 318-329.

32. Фрейман, В.И. Подход к автоматизации основных этапов разработки компетентностной модели выпускника / В.И. Фрейман // Энергетика. Инновационные направления в энергетике. CALS-технологии в энергетике. Материалы VI Международной интернет-конференции. – Пермь, Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – 2012. – С. 330-338.

33. Фрейман, В.И. Анализ структуры и содержания федеральных образовательных стандартов третьего поколения для разработки основной образовательной программы / В.И. Фрейман // Энергетика. Инновационные направления в энергетике. CALS-технологии в энергетике. Материалы VI

Международной интернет-конференции. – Пермь, Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – 2012. – С. 339-349.

34. Фрейман, В.И. К вопросу о реализации сетевых образовательных программ (на примере технических направлений подготовки) [Электронный ресурс] / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Образовательные ресурсы и технологии. – 2013. – № 2 (3). – С. 21-27. – Режим доступа: <http://www.muiv.ru/vestnik/pp/chitateliam/poisk-po-statyam/6947/29535/>.

35. Фрейман, В.И. Подход к разработке основной образовательной программы с учетом требований международных образовательных стандартов в области инженерной деятельности / В.И. Фрейман, Е.Л. Кон, А.А. Южаков // Problems of modern pedagogics in the context of international educational standards development. Materials digest of the XL International Research and Practice Conference and I stage of the championship in Pedagogical Sciences (London, January 31–February 05, 2013). – P. 75-77.

36. Фрейман, В.И. Организация сетевых образовательных программ для реализации современных тенденций развития информационного общества / В.И. Фрейман, Е.Л. Кон, А.А. Южаков // Education as the basis of the humanity evolution in conditions of the information environment of the society domination. Materials digest of the LII International Research and Practice Conference and II stage of the championship in Pedagogical Sciences (London, May 21 – May 26, 2013). – P. 97-99.

37. Фрейман, В.И. К вопросу о разработке и внедрении университетами самостоятельно устанавливаемых образовательных стандартов / В.И. Фрейман, Е.Л. Кон, А.А. Южаков // Forming and qualitative development of modern educational systems. Materials digest of the LXIV International Research and Practice Conference and III stage of the championship in Pedagogical Sciences (London, September 26 – October 01, 2013). – P. 23-25.

38. Фрейман, В.И. К вопросу о проектировании основных образовательных программ в технических вузах / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе (IT+S&E`13): XLI международная конференция, XI международная конференция молодых ученых, майская сессия, Украина, Крым, Ялта-Гурзуф, 25 мая по 04 июня 2013 г., сб. науч. тр. междунар. конф. – 2013. – С. 143-145.

39. Фрейман, В.И. Подход к разработке образовательных программ подготовки магистров [Электронный ресурс] / В.И. Фрейман, Е.Л. Кон, А.А. Южаков // Образовательные ресурсы и технологии. – 2014. – № 2 (5). – С. 29-34. – Режим доступа: <http://www.muiv.ru/vestnik/pp/chitateliam/poisk-po-statyam/7111/33100/>.

40. Фрейман, В.И. Построение и анализ компонентной структуры компетенций / В.И. Фрейман, Е.Л. Кон, А.А. Южаков // Материалы XVI Международной научно-практической конференции «Теоретические и методологические проблемы современного образования», г. Москва, 25-26 марта 2014 г. – С. 290-293.

41. Фрейман, В.И. Особенности формирования содержания компонентной структуры компетенций для разных уровней системы образования / В.И. Фрейман, Е.Л. Кон, А.А. Южаков // Сборник материалов международной научной

конференции «Актуальные проблемы развития образования в России и за рубежом» [Электронный ресурс], г. Москва, 29-30 апреля 2014. – С. 117-122.

42. Фрейман, В.И. Подход к разработке образовательных программ подготовки магистров / В.И. Фрейман, Е.Л. Кон, А.А. Южаков // Материалы XLII Международной конференции XII Международной конференции молодых ученых «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе IT + SE`2014», Крым, Ялта-Гурзуф, 22 мая – 1 июня 2014 г. – С. 143-146.

43. Фрейман, В.И. К вопросу об управлении и контроле качества образовательного процесса в рамках компетентностно-ориентированных программ подготовки выпускников технических направлений / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Труды XIII Международной научно-методической конференции образовательных организаций, реализующих направление подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»: «Учебно-методическое обеспечение образовательных организаций в условиях модернизации ФГОС 3-ого поколения», г. Ярославль, 25-27 июня 2014 г. – С. 289-294.

44. Freyman, V. Approach to the development of the main educational program with consideration of requirements of international educational standards in the field of engineering / V. Freyman, E. Kon, A. Yuzhakov // GISAP: EDUCATIONAL SCIENCE. – 2013. – № 2. – P. 43-45. – Режим доступа: <http://journals.gisap.eu/index.php/Educational/article/view/274/259>.

45. Freyman, V. Organization of network educational programs for implementation of modern tendencies of development of information society / V. Freyman, E. Kon, A. Yuzhakov // GISAP: EDUCATIONAL SCIENCE. – 2014. – № 4. – P. 9-11. – Режим доступа: <http://journals.gisap.eu/index.php/Educational/article/view/616/600>.

46. Freyman, V. Concerning the development and implementation of independently established educational standards by universities / V. Freyman, E. Kon, A. Yuzhakov // GISAP: EDUCATIONAL SCIENCE. – 2014. – № 4. – P. 12-15. – Режим доступа: <http://journals.gisap.eu/index.php/Educational/article/view/608/592>.

47. Фрейман, В.И. Исследование подходов к проектированию инфокоммуникационных сетей / В.И. Фрейман // Prospero. – 2014. – № 7. – С. 18-23.

48. Фрейман, В.И. Контроль и оценивание результатов обучения, заданных в компетентностном формате, с использованием методов технической диагностики / В.И. Фрейман // Материалы XVII Международной заочной научно-практической конференции «Теория и практика современной науки», 8-9 апреля 2015 г. – С. 74-80.

49. Фрейман, В.И. Контроль результатов реализации компетентностно-ориентированных образовательных программ с использованием некоторых положений технической диагностики / В.И. Фрейман, Е.Л. Кон, А.А. Южаков // Материалы XIV Международной научно-практической конференции «Тенденции и перспективы развития современного научного знания», 6-7 апреля 2015 г. – С. 50-56.

50. Фрейман, В.И. Обработка и дешифрация результатов контроля составляющих компонентной структуры компетенций / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Образовательные ресурсы и технологии. – 2015. – № 1(9). – С. 50-56.

51. Фрейман, В.И. Разработка подходов к управлению качеством реализации компетентностно-ориентированных образовательных программ / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Информационные технологии в науке, образовании и управлении под редакцией проф. Е.Л. Глоризова. – 2015. – С. 324-329.

Монографии, учебно-методические пособия, отчеты по грантам

52. Фрейман В.И. Квалиметрические модели, методы и алгоритмы контроля, дешифрации и оценки результативности подготовки специалистов: монография / В.И. Фрейман. – Пермь, Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – 140 с.: ил.

53. Interpersonal mechanisms of knowledge and experience transfer in the process of public relations development: collective monograph / N. Vovchasta, ..., В.И. Фрейман [и др.]. – London: IASHE, 2014. – P. 17-19.

54. Technical progress of mankind in the context of continuous extension of the society's material needs: collective monograph / В.А. Омельяненко, ..., В.И. Фрейман [и др.]. – London: IASHE, 2015. – P. 13-17.

55. Functions of upbringing and education in conditions of the accelerated socialization of the personality in the modern society: collective monograph / O. Revutska, ..., В.И. Фрейман [и др.]. – London: IASHE, 2015. – P. 27-31.

56. Pressing problems of interpersonal communications in the educational process and the social practice: collective monograph / Е.В. Ревуцкая, ..., В.И. Фрейман [и др.]. – London: IASHE, 2015. – P. 13-17.

57. Peculiarities of development of public production means and material recourses ensuring the activity of the person in early XXI century: collective monograph / Г.С. Симонян, ..., В.И. Фрейман [и др.]. – London: IASHE, 2015. – P. 47-51.

58. Фрейман, В.И. Системы управления телекоммуникационных систем информационно-вычислительных сетей. Стандарты, модели, протоколы: учеб. пособие для вузов / А.В. Гаврилов, Е.Л. Кон, В.И. Фрейман. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2005. – 101 с.: ил. (гриф УМО вузов РФ по образованию в области телекоммуникаций).

59. Фрейман, В.И. Теория электрической связи. Помехоустойчивая передача данных в информационно-управляющих и телекоммуникационных системах: модели, алгоритмы, структуры: учеб. пособие / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 317 с.: ил. (гриф УМО вузов РФ по образованию в области телекоммуникаций).

60. Фрейман, В.И. Теория электрической связи. Основные понятия: учеб. пособие / Г.И. Пахомов, В.И. Фрейман. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 115 с.: ил.

61. Фрейман, В.И. Техническая эксплуатация систем телекоммуникаций [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.И. Фрейман. – Электрон. дан. (8,93 Мб). – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

62. Фрейман, В.И. Техническая эксплуатация систем телекоммуникаций. Практический подход: учеб.-метод. пособие / В.И. Фрейман. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – 107 с.: ил.

63. Фрейман, В.И. Техническая эксплуатация инфокоммуникационных сетей городской инфраструктуры: учеб. пособие / Н.Н. Матушкин, В.И. Фрейман, А.А. Южаков. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 200 с.: ил.
64. Фрейман, В.И. Проектирование и планирование телекоммуникационных сетей: учеб.-метод. пособие / В.И. Фрейман. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – 54 с.: ил.
65. Фрейман, В.И. Теория электрической связи. Помехоустойчивое кодирование в телекоммуникационных системах: учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс] / В.И. Фрейман. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2011. – 72 с.: ил. – 1 CD-R. Свидетельство госрегистрации № 0321102891.
66. Фрейман, В.И. Проектирование и планирование телекоммуникационных сетей: метод. указания к лабораторным работам [Электронный ресурс] / В.И. Фрейман. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – 16 с.: ил. – 1 CD-R. Свидетельство о госрегистрации № 0321000617.
67. Выпускная квалификационная работа бакалавров по направлениям «Автоматизация и управление» и «Телекоммуникации»: подготовка, оформление, защита: учеб.-метод. пособие / сост.: М.С. Волковой, В.И. Фрейман, Ю.Н. Хижняков. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 49 с.: ил.
68. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы дипломированного специалиста (инженера) специальностей 220201 «Управление и информатика в технических системах», 210406 «Сети связи и системы коммутации» / сост.: М.С. Волковой, Т.С. Леготкина, В.И. Фрейман. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 59 с.: ил.
69. Методические указания выполнению выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации) на степень (квалификацию) магистра техники и технологии по направлениям: 220200.68 «Автоматизация и управление», 210400.68 «Телекоммуникации» / сост. Е.Л. Кон, В.И. Фрейман. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – 52 с.: ил.
70. Отчет о выполнении работ по разработке самостоятельно устанавливаемого образовательного стандарта университета в рамках мероприятия 1.1 «Разработка и модернизация вузовских образовательных стандартов и программ высшего, послевузовского и дополнительного профессионального образования по ПНР университета», направление подготовки 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», степень (квалификация) «магистр-инженер» / Разр. А.А. Южаков, Е.Л. Кон, Н.Н. Матушкин, В.И. Фрейман. – Пермь, 2013. – 33 с. (с приложениями).
71. Отчет о выполнении работ по разработке сетевой образовательной программы в рамках мероприятия 1.1 «Разработка и модернизация вузовских образовательных стандартов и программ высшего, послевузовского и дополнительного профессионального образования по ПНР университета», направление подготовки 220400 «Управление в технических системах», магистерская программа 22040056.68 «Информационные технологии в проектировании управляющих систем реального времени», степень

(квалификация) «магистр (магистр-инженер)» / Разр. А.А. Южаков, Н.Н. Матушкин, Е.Л. Кон, В.И. Фрейман. – Пермь, 2013. – 38 с. (с приложениями).

72. Отчет о выполнении работ по разработке сетевой образовательной программы в рамках мероприятия 1.1 «Разработка и модернизация вузовских образовательных стандартов и программ высшего, послевузовского и дополнительного профессионального образования по ПНР университета», направление подготовки 11.04.02 (210700.68) «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», магистерская программа 11.04.02.54 (21070054.68) «Инфокоммуникационные технологии и сети городской инфраструктуры», степень (квалификация) «магистр (магистр-инженер)» / Разр. А.А. Южаков, Н.Н. Матушкин, Е.Л. Кон, В.И. Фрейман. – Пермь, 2014. – 38 с. (с приложениями).

73. Разработка и апробация фонда оценочных средств уровня сформированности компетенций выпускников университета в соответствии с требованиями ФГОС ВО: отчет по НИР // Разр. Южаков А.А., Матушкин Н.Н., Кон Е.Л., Фрейман В.И. [и др.]. – Пермь, 2015. – 125 с. (с приложениями).