

На правах рукописи



Воробьев Евгений Викторович

**РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ, СОЦИАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОЙ
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ НА
ОСНОВЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА**

Специальность 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Москва 2018

Работа выполнена на кафедре Информатики и информационных технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» (Московский Политех)

Научный руководитель: **Попов Дмитрий Иванович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информатики и информационных технологий» Московского Политеха

Официальные оппоненты: **Ромашкова Оксана Николаевна**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная информатика» Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования города Москвы «Московский городской педагогический университет»

Остроух Андрей Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматизированные системы управления» Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ)

Ведущая организация: **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»**

Защита состоится «27» сентября 2018 г. В 12:00 на заседании диссертационного совета Д212.211.02 в ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет» по адресу: 390005, г. Рязань, ул. Гагарина, д. 59/1, ауд. 235.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет» и на сайте www.rsreu.ru.

Автореферат разослан «__» _____ 201_ г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
канд. техн. наук, доцент



Д. А. Перепелкин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Перемены, происходящие в обществе в последние десятилетия, информатизация и колоссальные темпы развития приводят к необходимости изменений и в сфере образования. В современной России модернизация системы образования неразделимо связана с понятием компетентностного подхода. Научные сотрудники разных направлений, в том числе и технических, занимаются разработками в данной области. В ходе изучения нормативной базы, российской и зарубежной научной литературы, посвященной компетентностному подходу в образовании, а также управлению и автоматизации в компетентностных системах, был выявлен ряд актуальных проблем, характерных, в частности, для России:

- в существующих моделях управления образовательным процессом не приводятся однозначные принципы работы с данными образовательных стандартов при оценке компетентности студентов и принципы перехода от одного поколения стандартов к другому;
- существует необходимость формирования единой информационной модели стандартов и классификаторов, образовательной и трудовой сферы, позволяющая получать связи между ними в автоматизированном режиме;
- отсутствуют единые механизмы оценки компетентности, учитывающие данные об обучении по разным направлениям подготовки;
- в рассмотренных моделях компетентностной оценки не сформулированы принципы учета индивидуальных особенностей выполнения заданий;
- в рамках Болонского процесса является актуальным вопрос увеличения взаимодействия системы образования с представителями рынка труда, а также увеличения роли обучающихся в организации учебного процесса.

Степень изученности проблемы. В ходе научного исследования, с целью определения фактического состояния Российской системы образования и перспектив ее развития, было изучено множество нормативных документов, среди которых федеральные государственные образовательные стандарты (далее

– ФГОС), «Национальная рамка квалификаций Российской Федерации» (далее – НРК), «Общероссийский классификатор занятий» (далее – ОКЗ), профессиональные стандарты (далее – ПС) и др. Все изменения в системе образования направлены на уменьшение разрыва между требованиями рынка труда и реальной компетентностью выпускников. Добиться этого можно, систематизировав нормативные документы в сфере образования и трудовой деятельности, а также увеличив взаимодействие всех заинтересованных сторон: работодателей, преподавателей и обучающихся. В диссертации были проанализированы работы современных исследователей, в которых рассматривались вопросы влияния рынка труда на систему образования, принципы оценки компетентности выпускников, способы ее автоматизации, различия между оценками компетенций в профессиональной сфере и в вузах, и др. Это, в первую очередь, работы таких авторов как Якимова З.В., Николаева В.И., Сидорин А.В., Сидорин В.В., Хаймович И.Н., Попов Д.И., Тигина М.С., Лазарева О.Ю. и др. Кроме того было изучено множество публикаций, касающихся специфики компетентностного подхода в образовании. Среди авторов этих работ можно выделить следующих: Звездова А.Б., Орешкин В.Г., Байденко В.И., Болотов В.А., Сериков В.В., Зимняя И.А. и др.

В ходе научного исследования автор развивает существующие в изучаемой области теоретические и практические идеи и предлагает свои методы оценки компетентности обучающихся, а также методы увеличения роли обучающихся и представителей рынка труда в управлении образовательным процессом. Особое внимание автор уделил разработке единой информационной модели, содержащей структурированные данные стандартов, актуальную информацию о требованиях работодателей и информацию о ходе учебного процесса в вузах.

Цель исследования – разработка системы управления образовательным процессом, основанной на методах, алгоритмах, информационных и математических моделях, способствующих взаимодействию рынка труда и системы образования и формирующих актуальную компетентностную характеристику обучающихся. Объектом исследования является управление

учебным процессом в компетентностной системе образования. Предмет исследования – процесс оценки знаний и способы увеличения роли обучающихся и работодателей в управлении учебным процессом.

В диссертационном исследовании сформулированы следующие задачи:

- проанализировать существующие решения в области оценки компетентности учащихся;
- проанализировать структуру и содержание стандартов и классификаторов, относящихся к сфере труда и образования, и сформировать единую информационную модель, содержащую данные стандартов, информацию о процессе обучения и состоянии рынка труда;
- сформировать функциональную модель управления образовательным процессом;
- определить критерии актуальности компетенций и принципы их оценки;
- разработать математическую модель анализа экспертных мнений, касающихся актуальности компетенций;
- описать способы проведения массового опроса, характеризующего интересы обучающихся, а также разработать математическую модель обработки его результатов;
- разработать математическую модель формирования весовых коэффициентов значимости компетенций;
- разработать математическую модель оценки компетентности обучающихся;
- реализовать систему управления образовательным процессом, отражающую на практике теоретические результаты исследования.

Методология исследования основывается на экспертном анализе изучаемых вопросов, анализе причинно-следственных связей, математическом моделировании, структуризации данных ряда классификационных документов с целью их детального изучения, проведении массовых опросов, обсуждении основных положений исследования на научных конференциях.

Научная новизна диссертационного исследования состоит в формировании единой информационной модели, объединяющей в себе целый ряд стандартов и классификационных документов, разработке математической модели взаимодействия результатов экспертного анализа и массового опроса обучающихся по вопросам значимости компетенций, утвержденных ФГОС. Кроме того, к новизне исследования можно отнести способы использования полученных весовых коэффициентов значимости компетенций при оценке компетентности обучающихся в рамках разрабатываемой системы управления.

Теоретическая значимость. Автор предлагает способ проведения экспертного анализа значимости компетенций относительно близких эксперту должностей и обосновывает его целесообразность. Также в ходе исследования автор выводит формулы влияния результатов массового опроса обучающихся на экспертную оценку. Подобное пересечение мнений разных участников образовательно-трудового процесса другими авторами не предлагалось.

Практическая значимость. Внедрение системы управления, являющейся практическим результатом научной работы, позволяет решить ряд актуальных задач по взаимодействию системы образования и рынка труда, уменьшить ее отставание от реальных потребностей в отраслях и тенденций в жизни общества.

Положения, выносимые на защиту:

- функциональная модель, отражающая принципы применения предлагаемых методов, математических моделей и алгоритмов для комплексного, социально ориентированного управления образовательным процессом;
- информационная модель учебного процесса, включающая материалы стандартов и классификаторов, данные о состоянии рынка труда, позволяющая объединить деятельность вузов в рамках единой системы управления и увеличить их взаимодействие с рынком труда;
- математические модели и алгоритмы формирования весовых коэффициентов компетенций на основе данных экспертного анализа и массового опроса обучающихся, характеризующиеся многоуровневой

обработкой данных и возможностью работы, как с итоговыми коэффициентами, так и с коэффициентами для отдельных профессий;

- алгоритмы и математические модели определения компетентности обучающихся на основе данных об успеваемости и актуальной информации о значимости компетенций, учитывающие особенности выполнения заданий каждым конкретным обучающимся.

Достоверность полученных результатов подтверждается применением методов математического и функционального моделирования, понятий реляционной алгебры и теории реляционных баз данных, статистических методов для анализа и обработки данных, методов экспертных оценок.

Реализация результатов работы. Полученные в диссертации теоретические и практические результаты реализованы в виде программных продуктов, имеющих свидетельства официальной регистрации программ для ЭВМ, баз данных и топологий ИМС в ФГБУ «Федеральном институте промышленной собственности»:

- Программа для комплексного, социально ориентированного управления образовательным процессом на основе компетентностного подхода (зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 13.03.2018 г., №2018613330).

Разработанные программные продукты были использованы в ходе экспериментальной апробации предложенных математических моделей и алгоритмов. Целью эксперимента было формирование коэффициентов значимости компетенций, утвержденных ФГОС 09.03.01. В эксперименте приняли участие обучающиеся «Московского Политеха» и эксперты из ряда российских компаний. Результаты работы внедрены в учебный процесс трех российских вузов, что подтверждено соответствующими актами.

Соответствие паспорту научной специальности. Диссертационная работа соответствует следующим пунктам Паспорта специальности 05.13.10: п. 4 «Разработка методов и алгоритмов решения задач управления и принятия

решений в социальных и экономических системах», п. 9 «Разработка проблемно-ориентированных систем управления, принятия решений и оптимизации экономических и социальных систем», п. 12 «Разработка новых информационных технологий в решении задач управления и принятия решений в социальных и экономических системах».

Апробация работы. Достоверность и обоснованность полученных в ходе диссертационного исследования результатов подтверждается проведенными экспериментами, апробацией на научных конференциях и практическим внедрением разработанной системы управления. Теоретические положения и выводы были доложены автором на научных конференциях молодых ученых и аспирантов МГУП имени Ивана Фёдорова (Москва, 2013-2015), научно-практической конференции «Университетская книга: традиции и современность» (Ростов-на-Дону, 2015), межвузовской научно-методической конференции «Развитие сетевых технологий для создания образовательных кластеров с участием вузов УМО по образованию в области полиграфии и книжного дела» (Москва, 2015), всероссийской научно-методической конференции "Виртуальная и дополненная реальность-2016: состояние и перспективы" (Москва, 2016), XXII всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях» (Рязань, 2017).

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 14 работ, в том числе 4 публикации в журналах, рекомендованных ВАК РФ и 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Личный вклад автора. Все основные результаты диссертации, опубликованные в приведенных работах, получены автором лично.

Сведения об объеме и структуре работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и трех приложений на 15 страницах. Работа содержит 13 таблиц, 57 рисунков и 2 листинга программного кода. Общий объем рукописи – 184 страницы, в том числе 169 страниц основного текста. Список литературы состоит из 96 источников.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность диссертационного исследования, рассмотрены цели и задачи, а также сформулированы основные положения, выносимые на защиту и научная новизна исследования.

В первой главе приводится обзор научных исследований в области автоматизированной оценки компетентности обучающихся, в частности, рассматриваются работы Сидорина В. В., Тигиной М. С. и Лазаревой О. Ю. Кроме того, приводятся данные о применении компетентностного подхода в зарубежных системах образования (рассматриваются работы таких исследователей, как Р. Уайт, Р. Бояцис, М. Рейнолдс, Д. Холл и др.) и описываются актуальные задачи, определенные в рамках Болонского процесса. На основе анализа научных исследований формулируются выводы об актуальных проблемах в данной области.

Во второй главе подробно рассматриваются принципы формирования предлагаемой автором информационной модели учебного процесса, а также функциональной модели управления учебным процессом. Формально информационная модель разделяется на три взаимосвязанных блока: данные стандартов и классификаторов, данные состояния рынка труда и данные учебного процесса

При рассмотрении блока стандартов и классификаторов автор приводит подробное описание ПС, ФГОС разных поколений, национальной рамки квалификаций и целого ряда классификаторов. Цель систематизации в рамках исследования в первую очередь связана с организацией процесса оценки значимости компетенций и использования полученных весовых коэффициентов. Автором предлагается проводить экспертную оценку значимости компетенций относительно отдельных должностей, которые может занимать выпускник, в соответствии с данными ПС. Для этого каждую из компетенций, утвержденных ФГОС, необходимо связать с соответствующими ПС. Кроме того, ФГОС и ПС автором определяются в качестве связующего звена для ряда других

классификационных документов, не утративших свою актуальность. Связь ПС с кодами ОКЗ в информационной модели позволяет сгруппировать профессии по роду занятия. С практической точки зрения, именно код ОКЗ ограничивает список ПС, относительно которых тот или иной эксперт может оценивать компетенции. Коды ОКСО на каждом уровне квалификации ПС определяют, по какому направлению необходимо пройти подготовку, чтобы занимать соответствующую должность.

В описываемой информационной модели ФГОС разных поколений хранятся в одной таблице. Такой подход позволяет не перестраивать структуру данных и не вводить новые таблицы при смене поколения ФГОС. Также к преимуществам можно отнести то, что каждой учебной группе задается строгое соответствие с таблицей ФГОС, независимо от поколения стандарта, по которому данная группа обучается. В тексте диссертации подробно рассматривается техническая обоснованность и способы реализации данного подхода. Логика описываемой системы такова, что определённый период она работает в режиме накопления информации, после чего происходит вычисление и обновление итоговых весовых коэффициентов компетенций, используемых в учебном процессе. В этом же подразделе второй главы автор подробно рассматривает принципы заполнения базы данных, используемые ресурсы, возможности использования полученной структуры данных, а также приводит описание блоков информации о состоянии рынка труда и учебном процессе. Фрагмент блока учебного процесса представлен на Рисунке 1.

В данной главе приводится также функциональная модель в нотации IDEF0, отражающая то, как предлагаемые математические модели, методы и алгоритмы применяются в разрабатываемой системе управления образовательным процессом. На рисунке 2 изображена декомпозиция основного модуля функциональной модели «Управлять образовательным процессом». На рисунке 3-4 приводятся диаграммы ключевых дочерних модулей: «Организовать учебный процесс» и «Осуществить процесс вычисления актуальности компетенций». В тексте диссертации данная модель рассмотрена более подробно.

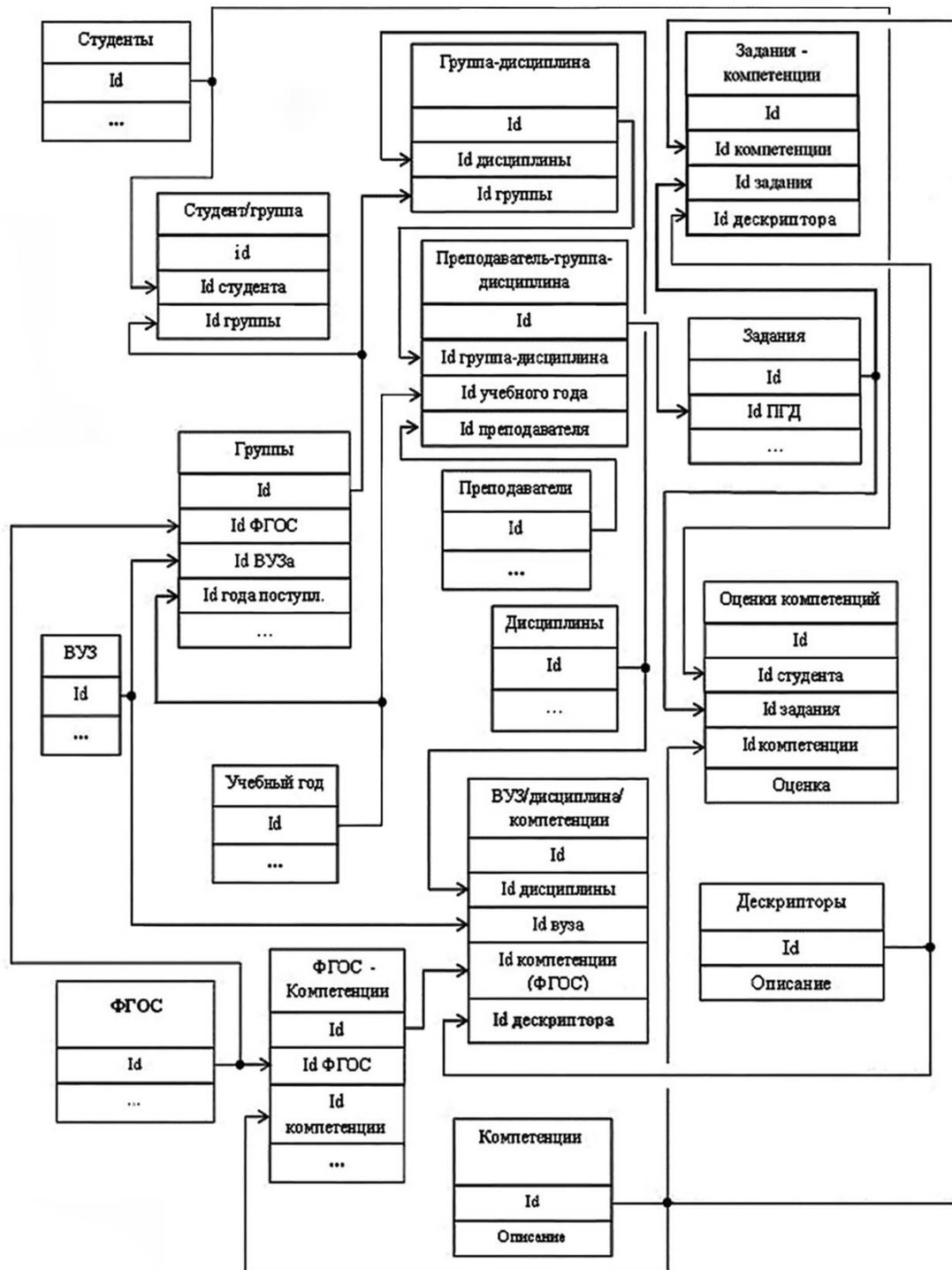


Рисунок 1 – Информационная модель учебного процесса

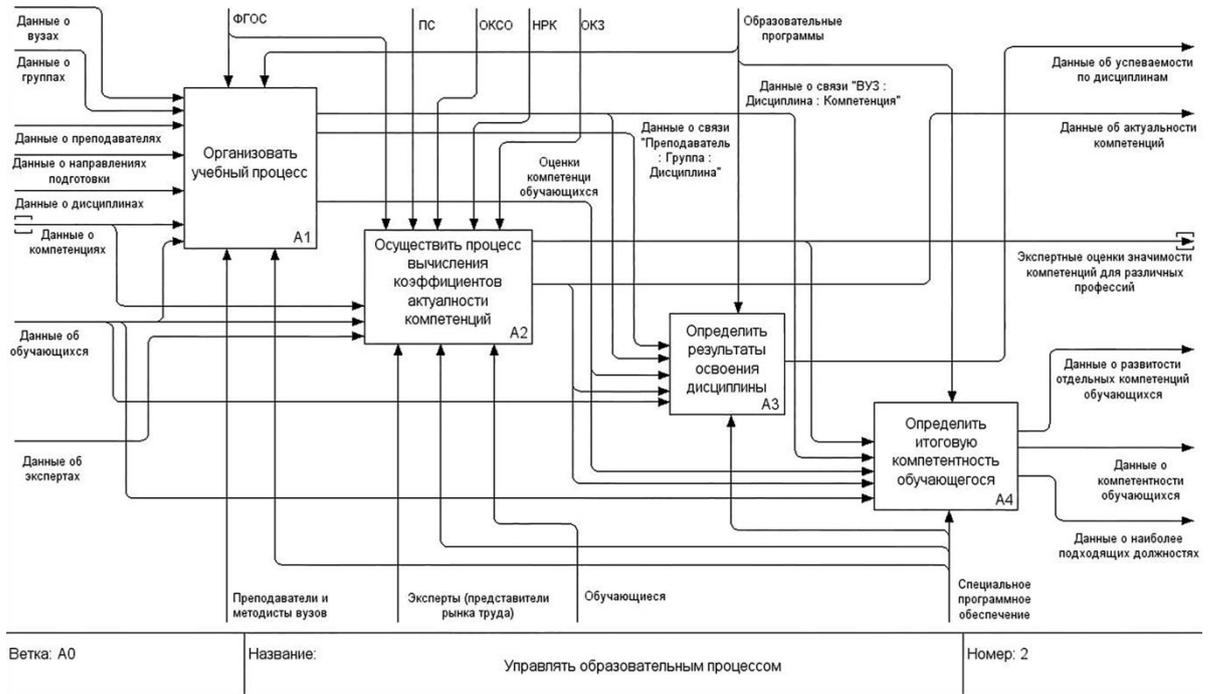


Рисунок 2 – Декомпозиция диаграммы «Управлять образовательным процессом»

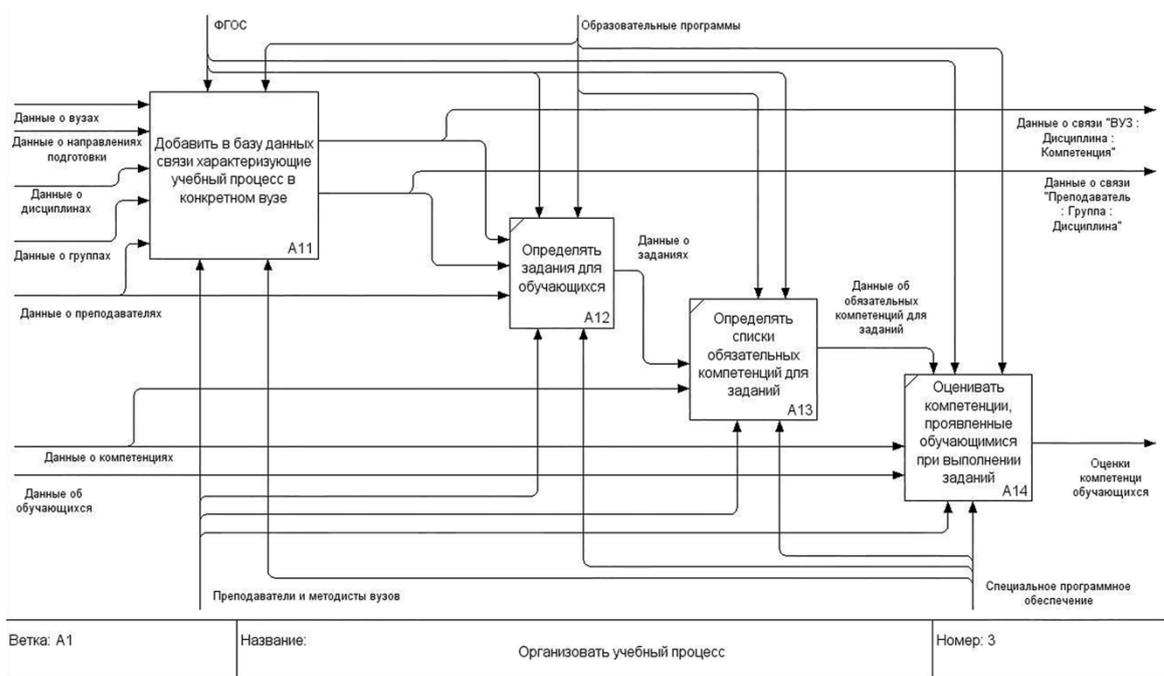


Рисунок 3 – Декомпозиция диаграммы «Организовать учебный процесс»

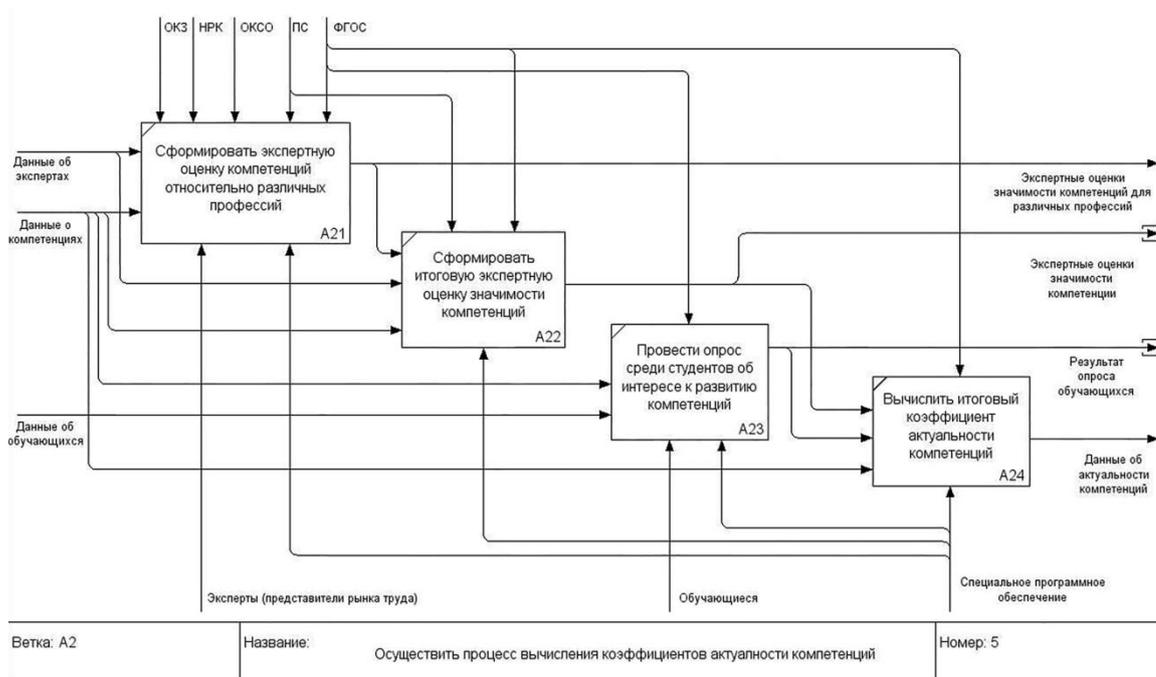


Рисунок 4 – Декомпозиция диаграммы «Осуществить процесс вычисления актуальности компетенций»

В заключительном подразделе главы описаны особенности работы со стандартами ФГОС 3++ и то, как предлагаемые методы, математические модели и алгоритмы могут быть применены при управлении образовательным процессом, осуществляемым в соответствии со стандартами данного поколения.

В третьей главе описаны все основные математические модели, предложенные автором в рамках научного исследования. К ним относятся:

- математическая модель обработки данных экспертного анализа;
- математическая модель обработки данных массового опроса обучающихся и его влияния на результаты экспертного анализа;
- математическая модель определения результатов освоения дисциплины;
- математическая модель определения общей профессиональной компетентности обучающегося.

В начале главы приводится подробный анализ фактических данных стандартов и классификаторов, используемых в системе. Кроме того значительное внимание уделено шкалам оценки значимости компетенций как экспертами, так и

обучающимися, участвующими в массовом опросе. Экспертные оценки могут быть получены в шкале отношений, а характеристики, указываемые обучающимися, только в интервальной шкале.

Математическая модель обработки данных экспертного анализа значимости компетенций. Обработка экспертных данных и получение итоговых оценок компетенций осуществляется в два этапа: на первом этапе вычисляется средняя оценка компетенции относительно каждого профессионального стандарта, с которым она связана, а на втором этапе вычисляется итоговая оценка значимости компетенции, учитывающая данные по всем профессиональным стандартам. Алгоритм вычисления оценок компетенции в рамках одного профессионального стандарта представлен в виде блок-схемы на Рисунке 5.

Представленный подход позволяет свести к минимуму влияние экспертных мнений, значительно выбивающихся из общей картины анализа в большую или меньшую сторону. Второй этап обработки данных – получение итоговых весовых коэффициентов компетенций. В качестве элементов для вычисления среднего арифметического выступают значения, посчитанные относительно каждого профессионального стандарта. Результаты во втором приближении отражают то, насколько каждый профессиональный стандарт соответствует конкретному направлению подготовки. Значение итоговых весовых коэффициентов второго приближения автор предлагает вычислять на основе данных о каждой отдельной паре «ФГОС-Профессиональный стандарт».

Итоговая экспертная оценка компетенции в первом приближении вычисляется по формуле 1:

$$k_{\text{итог.}i}^{[1]} = \frac{\sum_{q=1}^p k_{\text{cp.}iq}}{p}, \quad (1)$$

где p – количество ПС, относительно которых оценивается i -я компетенция;

$k_{\text{cp.}iq}$ – средняя оценка i -й компетенции относительно q -го ПС во втором приближении.

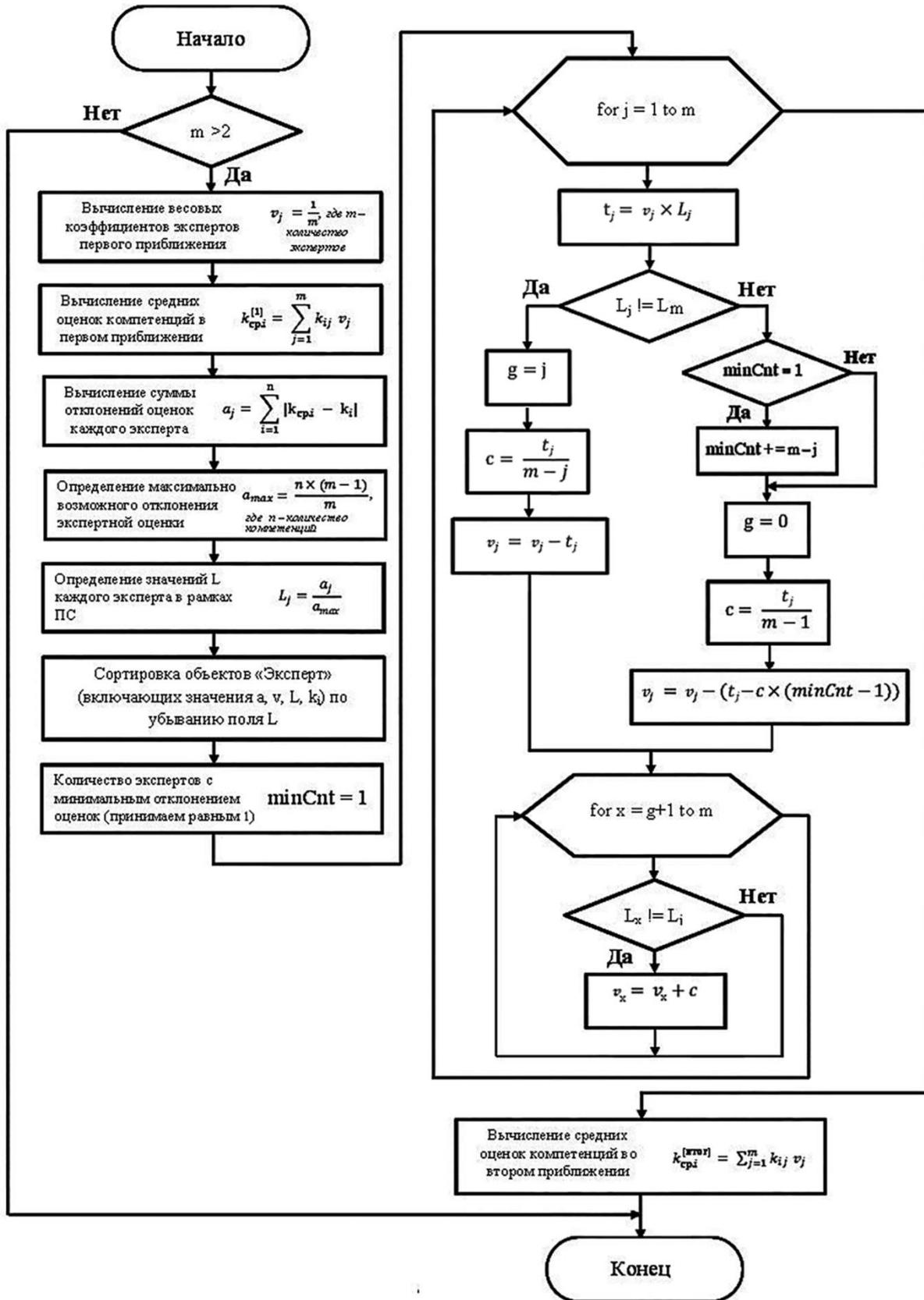


Рисунок 5 – Алгоритм определения значимости компетенций относительно ПС

Далее для каждой компетенции вычисляется нормировочный коэффициент λ первого приближения, исходя из данных обо всех парах «ФГОС-ПС», к которым данная компетенция относится. Принцип вычисления нормировочного коэффициента для каждой компетенции можно представить формулой 2.

$$\lambda_i = \sum_{z=1}^{u_i} \sum_{q=1}^{p_z} \sum_{d=1}^{n_z} k_{\text{ср.}dq}^{[\text{итог}]} \cdot k_{\text{итог.}d}^{[1]}, \quad (2)$$

где u_i – количество ФГОС, к которым относится i -я компетенция,

p_z – количество ПС, ссылающихся на z -й ФГОС,

n_z – количество компетенций в z -м ФГОС,

$k_{\text{ср.}dq}^{[\text{итог}]}$ – итоговая средняя оценка d -й компетенции относительно q -го ПС,

$k_{\text{итог.}d}^{[1]}$ – итоговая оценка d -й компетенции в первом приближении.

Степень соответствия каждой пары «ФГОС–ПС» для исследуемой компетенции вычисляется по формуле 3:

$$c_{iqz} = \frac{1}{\lambda_i} \sum_{d=1}^{n_z} k_{\text{ср.}dq}^{[\text{итог}]} \cdot k_{\text{итог.}d}^{[1]}, \quad (3)$$

где n_z – количество компетенций в z -м ФГОС,

$k_{\text{ср.}dq}^{[\text{итог}]}$ – итоговая средняя оценка d -й компетенции относительно q -го ПС,

λ_i – нормировочный коэффициент i -й компетенции,

$k_{\text{итог.}d}^{[1]}$ – итоговая оценка d -й компетенции в первом приближении.

Итоговая экспертная оценка компетенции, учитывающая оценки относительно всех, связанных с ней ПС, а также степень соответствия этих ПС всем ФГОС, к которым данная компетенция относится, определяется формулой 4.

$$k_{\text{итог.}i} = \sum_{z=1}^{u_i} \sum_{q=1}^{p_z} k_{\text{ср.}iq}^{[\text{итог}]} \cdot c_{iqz}, \quad (4)$$

где u_i – количество ФГОС, к которым относится i -я компетенция,

p_z – количество ПС, ссылающихся на z -й ФГОС,

$k_{\text{ср.}iq}^{[\text{итог}]}$ – итоговая средняя оценка i -й компетенции относительно q -го ПС,

c_{iqz} – коэффициент соответствия q -го ПС z -му ФГОС для i -й компетенции.

Представленный подход позволяет учитывать уровень подготовки каждого эксперта и то, насколько каждый ФГОС, определенный в рамках некоторого ПС, соответствует ему в реальных условиях.

Математическая модель влияния массового опроса на экспертные оценки компетенций. К основным критериям объективности результатов массового опроса автор относит согласованность мнения респондентов, а также то, сколько обучающихся из возможного количества (количество студентов в системе, развивающих данную компетенцию), приняли участие в опросе. Цель массового опроса – определение интересов обучающихся и того, насколько им понятна роль компетенций их направлений подготовки. Автор предлагает такую модель влияния результатов опроса на экспертную оценку, при которой коэффициент смещения прибавляется к итоговой экспертной оценке или вычитается из нее. Максимальный диапазон влияния получается для компетенции, у которой итоговая экспертная оценка равна 0.5. Минимальное смещение принимается равным нулю, максимальное – вычисляется по формуле 5.

$$s_{max.i} = |0,5 - |k_{итог.i} - 0,5||, \quad (5)$$

где $k_{итог.i}$ – итоговая оценка компетенции, выставленная экспертами.

Коэффициент смещения итоговой экспертной оценки вычисляется по формуле 6.

$$s_i = s_{max.i} \cdot \left(\frac{mp_i - mn_i}{m_i} \right), \quad (6)$$

где $s_{max.i}$ – максимальный коэффициент смещения для i -й компетенции;

m_i – общее количество обучающихся;

mp_i – количество позитивных мнений;

mn_i – количество негативных мнений.

Итоговый весовой коэффициент может быть получен по формуле 7.

$$w_{итог.i} = k_{итог.i} + s_i, \quad (7)$$

где $w_{итог.i}$ – итоговый весовой коэффициент компетенции;

$k_{итог.i}$ – итоговая экспертная оценка компетенции;

s_i – коэффициент смещения.

На Рисунке 6 приведены примеры влияния результатов массового опроса на экспертную оценку при различных входных данных.

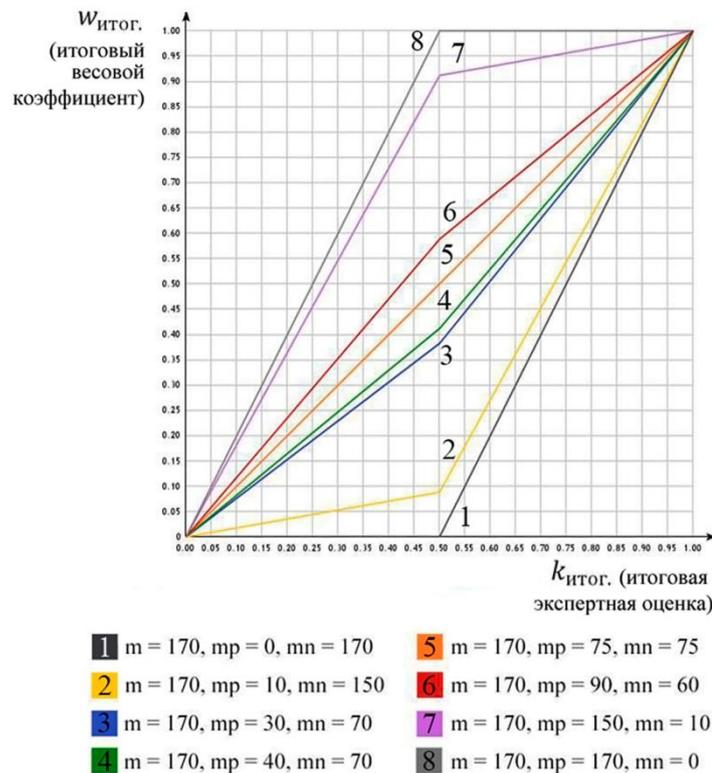


Рисунок 6 – Влияние результатов массового опроса на итоговую экспертную оценку

Математическая модель оценки компетентности обучающегося. На основе входных данных формируются как традиционные оценки успеваемости по дисциплинам, так и характеристика компетентности обучающегося в целом. При рассмотрении выполненного задания, преподаватель производит оценку отдельных компетенций, определенных для данного задания, а также компетенций, которые не были определены, но были особенно проявлены обучающимся. Оценка компетенций проводится по стобалльной шкале, которая соответствует шкале типа отношений. В актуальном на момент исследования образовательном стандарте ФГОС ВО компетенции делятся на три основные группы: общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные. На

первом этапе вычисления итоговой оценки по заданию определяется средневзвешенный балл по каждому типу компетенций отдельно (формула 8):

$$\varphi_{\tau} = \frac{\sum_{i=1}^{\eta_{\tau}} c_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^{\eta_{\tau}} w_i}, \quad (8)$$

где, η_{τ} – количество компетенций типа τ , определенных для задания,

c_i – оценка i -й компетенции,

w_i – весовой коэффициент i -й компетенции

Далее вычисляется итоговая оценка за выполненное задание (формула 9).

$$q_{\text{задания}} = \varphi_{\text{ОК}} \cdot \frac{\alpha}{\eta} + \varphi_{\text{ОПК}} \cdot \frac{\beta}{\eta} + \varphi_{\text{ПК}} \cdot \frac{\gamma}{\eta}, \quad (9)$$

где η – общее количество компетенций, определенных преподавателем для данного задания,

φ – средневзвешенный балл компетенций одного типа,

α – количество ОК,

β – количество ОПК,

γ – количество ПК.

Для формирования итоговой характеристики компетентности обучающегося из базы данных может быть получена информация о том, на какой дисциплине, в какой группе была получена каждая оценка компетенции. В основе принципов обработки указанных данных лежат следующие идеи:

- при определении степени развития компетенции учитываются оценки, выставленные ей на всех дисциплинах;
- на итоговую оценку компетенции влияет коэффициент вариации;
- итоговая оценка компетенции основывается на средних оценках за семестр с учетом того, сколько семестров из общего количества, пройдено.

Чем меньше разброс получаемых оценок, тем выше средняя оценка компетенции. В статистике данные считаются однородными при коэффициенте вариации в пределах 10%. Таким образом, средняя оценка компетенции за семестр вычисляется по формуле 10.

$$C_{i \text{ семестровая}} = \begin{cases} C_{i \text{ ср.}}, v_i \leq 10 \\ C_{i \text{ ср.}} - \frac{(v_i - 10) \cdot C_{i \text{ ср.}}}{90}, v_i > 10 \end{cases} \quad (10)$$

где $C_{i \text{ ср.}}$ – среднее значение оценки i -й компетенции по данным всех дисциплин за семестр,

v_i – коэффициент вариации оценки i -й компетенции.

Вычисление итоговой оценки компетенции за текущий период обучения осуществляется по формуле 11.

$$C_{i \text{ итог.}} = \frac{(\sum_{j=1}^{m_i} C_{ij \text{ семестр.}}) \cdot n \cdot k}{m_i \cdot 100}, \quad (11)$$

где m_i – количество полученных семестровых оценок i -й компетенции,

$C_{ij \text{ семестр.}}$ – семестровая оценка i -й компетенции, полученная в j -м семестре

n – количество пройденных семестров,

k – общее количество семестров.

Автором также вводится дополнительная средняя оценка компетенции, которая формируется на основе баллов, полученных на предметах, не предназначенных для ее развития. В случае, когда обучающийся имеет такие дополнительные оценки компетенции, значение k (общее количество семестров) для вычисления итоговой оценки данной компетенции увеличивается на 1.

В четвертой главе описаны основные модули программной реализации системы управления, разработанной на основе представленных теоретических положений. Система представляет собой web-ресурс, что позволяет упростить процесс ее внедрения в вузах, процесс работы с экспертами, а также позволяет дать доступ к отдельным блокам информации пользователям сети интернет. При реализации основных модулей использована СУБД MySQL и web-сервер Apache. Основная часть серверных скриптов написана на языке PHP. В клиентской части использованы технологии JavaScript/JQuery, Ajax, HTML, CSS.

Автор выделяет следующие укрупнённые модули системы:

- модуль учебного процесса;
- модуль регистрации эксперта;

- модуль экспертного анализа и массового опроса;
- модуль вычисления весовых коэффициентов компетенций;
- модуль вывода статистики;
- модуль вывода данных стандартов и классификаторов;
- модуль администрирования.

С точки зрения программной реализации, каждый формальный модуль представляет собой набор серверных скриптов, написанных на языке PHP и взаимодействующих с базой данных, клиентских сценариев, написанных на языке JavaScript с использованием библиотеки JQuery и пользовательского интерфейса, представляющего собой набор HTML-страниц, формируемых сервером. Представленные модули обмениваются данными с одной БД, сформированной в соответствии с описанной во второй главе исследования, информационной моделью. Все модули, кроме модулей вывода статистики и вывода данных стандартов и классификаторов, предназначены как для чтения информации из БД, так и для записи. В рамках модуля учебного процесса в базу вносятся организационные данные (дисциплины, преподаватели, обучающиеся и т. д.) и данные непосредственного учебного процесса (задания, оценки компетенций и т. д.). Модуль экспертного анализа и массового опроса предназначен для организации работы с экспертами и респондентами и осуществляет запись только необработанных данных: того, что вводят пользователи. Все вычисления коэффициентов и запись результатов в БД осуществляются соответствующим модулем. Модуль администрирования взаимодействует с отдельным интерфейсом – клиентом администратора, недоступным из сети интернет. С его помощью решаются такие задачи, как работа с заявками на регистрацию экспертов, запуск процесса формирования весовых коэффициентов компетенций на новый период обучения и др.

Представленные описания сопровождаются скриншотами реализованной системы управления, прошедшей экспериментальную апробацию и внедренной в учебный процесс трех российских вузов.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В процессе выполнения диссертационной работы была достигнута основная цель исследования: разработана система управления образовательным процессом, основанная на методах, алгоритмах, информационных и математических моделях, способствующих взаимодействию рынка труда и системы образования и формирующая актуальную компетентностную характеристику обучающихся. Данная цель достигнута путем решения всех поставленных задач:

1. Проанализированы существующие решения в области оценки компетентности обучающихся.

2. Проанализирована структура и содержание стандартов и классификаторов, относящихся к сфере труда и образования, и сформирована единая информационная модель, содержащая данные стандартов, информацию о процессе обучения и состоянии рынка труда.

3. Сформирована функциональная модель управления образовательным процессом.

4. Определены критерии актуальности компетенций и принципы их оценки.

5. Разработана математическая модель анализа экспертных мнений, касающихся актуальности компетенций.

6. Описаны способы проведения массового опроса, характеризующего интересы обучающихся, а также разработана математическая модель обработки его результатов.

7. Разработана математическая модель формирования весовых коэффициентов значимости компетенций.

8. Разработана математическая модель оценки компетентности обучающихся.

9. Реализована система управления образовательным процессом, отражающая на практике теоретические результаты исследования.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в журналах, рекомендованных ВАК

1. **Воробьев, Е.В.** Модель влияния рынка труда и общественного мнения на учебный процесс в компетентностно-ориентированной системе образования [Электронный ресурс] / Е.В. Воробьев. — Современные проблемы науки и образования, 2015. — № 1–1. — Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=19299>. — Дата обращения: 22.11.2016.

2. **Воробьев, Е.В.** Принципы проведения экспертного анализа значимости профессиональных компетенций [Электронный ресурс] / Е.В. Воробьев // Фундаментальные исследования, 2015. — № 12–2. — С. 238–242. — Режим доступа: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39397>. — Дата обращения: 22.11.2016.

3. **Воробьев, Е.В.** Принципы оценки профессиональной компетентности студента [Электронный ресурс] / Е.В. Воробьев // Современные наукоемкие технологии, 2016. — № 8–2, с. 294–297. — Режим доступа: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=36147>. — Дата обращения: 22.11.2016.

4. **Воробьев, Е.В.** Формирование и применение информационной модели оценки полученных компетенций / Е.В. Воробьев, Е.Д. Попова // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела, 2017. — №4. — С. 37–47. Личный вклад: предложил и описал математические методы оценки компетентности, сформировал информационную модель, представленные в статье.

Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ

5. Программа для комплексного, социально ориентированного управления образовательным процессом на основе компетентностного подхода: пат. Рос. Федерация / Е.В. Воробьев, Д.И. Попов; заявитель и патентообладатель Е.В. Воробьев. — №2018613330; заявл. 25.12.2017; опубл. 13.03.2018, Бюл. №3.

Статьи в других изданиях

6. **Воробьев, Е.В.** Дополненная реальность как средство взаимодействия с абитуриентами / Е.В. Воробьев // Виртуальная и дополненная реальность–2016: состояние и перспективы : материалы конференции. — М. : Издательство ГПБОУ МГОК, 2016. — С. 81–85.

7. **Воробьев, Е.В.** Определение актуальности компетенций: основные критерии, методы формализации, применение результатов / Е.В. Воробьев // Новые информационные технологии в научных исследованиях : материалы XXII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. — Рязанский государственный радиотехнический университет, 2017. — С. 30–32.

8. **Воробьев, Е.В.** Использование динамических паспортов компетенций в учебных электронных изданиях / Е.В. Воробьев // Университетская книга: традиции и современность : материалы научно-практической конференции. — Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2015. — С. 28–32.

9. **Воробьев, Е.В.** Особенности практической реализации автоматизированной системы экспертной оценки компетенций [Электронный ресурс] / Е.В. Воробьев // Вестник МГУП, 2015. — №6. — С. 50–52. — Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-prakticheskoy-realizatsii-avtomatizirovannoy-sistemy-ekspertnoy-otsenki-kompetentsiy>. — Дата обращения: 22.11.2016.

10. **Воробьев, Е.В.** Оценка значимости компетенций: опрос студентов [Электронный ресурс] / Е.В. Воробьев // Вестник МГУП, 2015. — №2. — С. 303–309. — Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-znachimosti-kompetentsiy-opros-studentov>. — Дата обращения: 22.11.2016.

11. **Воробьев, Е.В.** Подход к оценке знаний на основе компетенций [Электронный ресурс] / Е.В. Воробьев // Вестник МГУП, 2013. — № 7. — С.

133–135. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhod-k-otsenke-znaniy-na-osnove-kompetentsiy>. — Дата обращения: 22.11.2016.

12. **Воробьев, Е.В.** Принципы автоматизации оценки знаний при переходе к компетентностно-ориентированной образовательной системе [Электронный ресурс] / Е.В. Воробьев // Вестник МГУП, 2013. — №9. — С. 28–31. — Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/printsiyu-avtomatizatsii-otsenki-znaniy-pri-perehode-k-kompetentnostno-orientirovannoy-obrazovatelnoy-sisteme>. — Дата обращения: 22.11.2016.

13. **Воробьев, Е.В.** Структуризация данных профессиональных и образовательных стандартов [Электронный ресурс] / Е.В. Воробьев, Д.И. Попов // Вестник МГУП, 2016. — №1. — С. 87–90. — Режим доступа: http://vestnik.mgup.ru/issues/1_2016.pdf. — Дата обращения: 22.11.2016.

Личный вклад: сформировал и описал информационную модель, элементы которой представлены в статье.

14. **Воробьев, Е.В.** Оценка степени значимости отдельных компетенций для различных специальностей / Е.В. Воробьев // Развитие сетевых технологий для создания образовательных кластеров с участием вузов УМО по образованию в области полиграфии и книжного дела : Межвузовская научно-методическая конференция научно-педагогических работников МГУП имени Ивана Федорова и вузов – членов УМО по образованию в области полиграфии и книжного дела : сб. тезисов; Моск. гос. ун-т печати имени Ивана Федорова. – М. : МГУП имени Ивана Федорова, 2015. — С. 44–47.

Воробьев Евгений Викторович

**РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ, СОЦИАЛЬНО
ОРИЕНТИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ НА ОСНОВЕ
КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА**

Специальность 05.13.10 – Управление в социальных и экономических
системах

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 7 июня 2018 г. Формат бумаги 60×84/16
Бумага офсетная. Печать трафаретная. Усл. печ. л. 1,3.
Тираж 100 экз.
Отпечатано в Типографии ООО “ПринтСайдАп”
115093, г. Москва,
ул. Большая Серпуховская, д.38 к.8
Тел. 8-495-587-71-31
www.printside.ru