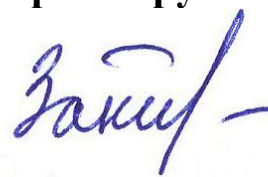


На правах рукописи



**ЗАКИРОВА Эльвира Ильшатовна**

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ  
ПРИ ОТБОРЕ СТУДЕНТОВ В МАГИСТРАТУРУ ВУЗА  
НА ОСНОВЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА**

**Специальность:**

**05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах**

**АВТОРЕФЕРАТ**

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

**Уфа – 2014**

Работа выполнена в Чайковском филиале ФГБОУ ВПО  
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»  
на кафедре автоматизации, информационных и инженерных технологий

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф.  
**СТОЛБОВ Валерий Юрьевич**

Официальные оппоненты: д-р техн. наук, проф.  
**СМЕТАНИНА Ольга Николаевна**  
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный  
авиационный технический университет»,  
проф. кафедры вычислительной математики  
и кибернетики

канд. техн. наук  
**ЗИМИНА Галина Анатольевна**  
ФГБОУ ВПО «Финансовый университет  
при правительстве Российской Федерации»  
(Уфимский филиал),  
доц. кафедры бухгалтерского учета, аудита,  
статистики

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО  
«Южно-Уральский государственный  
университет» (национальный  
исследовательский университет)

Защита диссертации состоится «20» июня 2014 г. в 10 час.  
на заседании диссертационного совета Д-212.288.03 на базе ФГБОУ ВПО  
«Уфимский государственный авиационный технический университет»  
по адресу: 450000, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке  
Уфимского государственного авиационного технического университета  
и на сайте <http://www.ugatu.ac.ru/>

Автореферат разослан «30» апреля 2014 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
д-р техн. наук, проф.



В. В. Миронов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** В рамках реализации многоуровневой модели высшего профессионального образования (ВПО) актуальной задачей является эффективное управление процессом отбора студентов при переходе с одного образовательного уровня на другой. При этом сформированные на предыдущем образовательном уровне компетенции могут существенно влиять на систему отбора, что обуславливает необходимость их учета при формировании контингента вуза.

На сегодняшний день резко увеличилось число основных образовательных программ (ООП) как магистратуры, так и бакалавриата, в соответствии с которыми осуществляется подготовка в вузе (например, в Пермском национальном исследовательском политехническом университете (ПНИПУ) количество ООП бакалавриата составляет около 70, а магистратуры – около 50). Кроме этого, резко возрос интерес на магистерские программы (МП) вуза со стороны бакалавров других направлений, а также выпускников специалитета, выпускников других вузов, работников предприятий, желающих повысить свой профессиональный уровень (в данной работе в контексте понятия «студент» рассматривается выпускник, окончивший одно из направлений бакалавриата или специалитета вуза, а в контексте «абитуриент» – выпускник другого вуза или работник предприятия), вследствие чего при поступлении часто не соблюдается профильность базового образования, что способствует еще большей разнородности исходных данных. Это обуславливает необходимость создания в вузах системы отбора студентов на МП, которая учитывала бы не только результаты конкурсных испытаний по программе бакалавриата, но и другие достижения, а также интересы поступающих.

**Степень разработанности темы исследования.** Увеличение объема аналитической работы людей, осуществляющих отбор студентов в магистратуру, требует необходимости внедрения современных информационных технологий и информационно-аналитической поддержки принятия решений (ППР). Актуальные методы ППР в организационных системах берут начало в работах таких российских и зарубежных ученых, как В. Н. Бурков, Л. Заде, К. Р. Нугаева, В. В. Подиновский, О. Н. Сметанина, С. В. Тархов, Л. Р. Черняховская, Р. А. Шкундина и др. Вопросами совершенствования управления образовательными процессами и изучения стратегии управления отбором студентов с использованием аналитических методов для ее реализации занимаются ведущие ученые: К. Адельман, М. Б. Гитман, О. А. Грачина, С. А. Езопова, Н. Н. Матушкин, В. Ю. Столбов, В. Д. Черкасов и др. В тоже время недостаточно исследованной является проблема ППР при управлении конкурсным отбором в многоуровневой системе ВПО, в частности, в магистратуру, что обуславливает актуальность темы диссертационной работы.

Диссертационная работа выполнена в рамках приоритетного научного направления ПНИПУ «Моделирование и управление в социально-технических системах в условиях неопределенности».

**Объект исследования.** Система отбора на МП, реализуемые вузом.

**Предмет исследования.** Средства ППР при отборе абитуриентов в магистратуру вуза.

**Цели и задачи исследования.** Целью диссертационной работы является повышение эффективности принятия решений при организации процедуры приема абитуриентов на МП и формировании их образовательных маршрутов (ОМ) с учетом индивидуальных образовательных результатов и уровня внеучебных достижений на основе исследования и разработки математических моделей и алгоритмов управления процессом отбора.

Достижение цели потребовало решения следующих задач:

1. Построить концептуальную модель управления процессом отбора студентов в магистратуру вуза, направленную на повышение эффективности принятия решений при организации процедуры приема абитуриентов на МП и включающую структурно-функциональную схему взаимодействий всех активных элементов (агентов) системы отбора.

2. Разработать общую методику отбора студентов с учетом принятой концептуальной модели, в том числе методику оценки уровней сформированности компетенций бакалавра и внеучебных достижений, а также методику диверсификации МП по различным признакам.

3. Разработать алгоритмы и математические модели отбора абитуриентов на МП, включающие методы логического, дискриминантного и комбинаторного анализа.

4. Разработать структуру базы данных (БД) и базы знаний (БЗ), а также программное обеспечение (ПО) для реализации информационно-аналитической ППР при управлении процессом отбора абитуриентов в магистратуру вуза на основе принятой концептуальной модели и алгоритмов отбора. Исследовать адекватность принятия решений разработанной информационно-аналитической системой на реальных примерах.

5. Исследовать эффективность функционирования информационно-аналитической системы поддержки принятия решений (СППР) при управлении отбором абитуриентов в магистратуру, а также продемонстрировать практику применения разработанной СППР на примерах.

**Методы исследования.** Проведенные исследования базируются на реализации методов системного анализа, логического анализа с применением булевых функций, дискриминантного анализа, комбинаторного анализа, имитационного моделирования, мультиагентных технологий (МАТ).

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Концептуальная модель управления процессом отбора абитуриентов на МП, реализуемые вузом.

2. Методика отбора абитуриентов в магистратуру вуза, включающая методику оценки уровня сформированности компетенций бакалавра и уровня внеучебных достижений, а также методику диверсификации МП по различным признакам.

3. Математические модели отбора абитуриентов в магистратуру вуза, разработанные на основе методов логического, дискриминантного и комбинаторного анализа, и алгоритмы решения задачи отбора абитуриентов с учетом их индивидуальных образовательных результатов и уровня внеучебных достижений, базирующиеся на построенных математических моделях ППР.

4. Программное обеспечение для реализации информационно-аналитической ППР при управлении процессом отбора абитуриентов на МП в системе ВПО.

5. Результаты оценки эффективности функционирования информационно-аналитической СППР при управлении процессом отбора на МП, а также примеры применения информационно-аналитической СППР при организации процедуры конкурсного отбора абитуриентов в магистратуру вуза.

**Соответствие диссертации паспорту специальности:** п. 2. Разработка методов формализации и постановка задач управления в социальных и экономических системах; п. 5. Разработка специального математического и программного обеспечения систем управления и механизмов принятия решений в социальных и экономических системах; п. 9. Разработка проблемно-ориентированных систем управления, принятия решений и оптимизации экономических и социальных систем.

**Научная новизна.** В работе получены следующие результаты, характеризующиеся научной новизной:

1. Предложенная концептуальная модель управления процессом отбора абитуриентов в магистратуру основана, в отличие от принятых на практике, на комплексе моделей и алгоритмов ППР при управлении процедурой приема абитуриентов на следующую образовательную ступень.

2. Предложенный оригинальный механизм в организационно-управленческой структуре вуза – отдел управления магистратурой (ОУМ) – представляет собой один из базовых элементов новой структуры образовательной системы и характеризует определенную ступень развития системы магистерской подготовки в вузе.

3. Разработанная методика отбора абитуриентов, в отличие от применяемой на практике, предполагает использование СППР при управлении процедурой приема абитуриентов на МП, учитывающей уровень сформированности компетенций бакалавра и уровень внеучебных достижений, а также профильность (непрофильность) базового образования.

4. Разработанные оригинальные математические модели и алгоритмы решения задачи отбора абитуриентов на МП с использованием логического, дискриминантного и комбинаторного анализа позволяют осуществить диверсификацию подготовки магистров по программам различного уровня сложности и содержательной наполненности с учетом результатов индивидуальной подготовки выпускников на предыдущем образовательном уровне и достижений во внеучебной деятельности.

5. Разработанный прототип СППР, в отличие от традиционно применяемой технологии приема абитуриентов в магистратуру, оказывает инфор-

мационно-аналитическую поддержку сотрудникам приемной комиссии и позволяет принимать объективные решения о возможности или невозможности обучения студентов в соответствии с выбранной МП.

**Практическую ценность** представляют разработанные в процессе исследования:

1. Концептуальная модель управления процессом отбора абитуриентов в магистратуру вуза, построенная с использованием современных методологий проектирования информационных систем.

2. Единая технология отбора абитуриентов в магистратуру вуза на основе применения информационно-аналитической СППР, внедрение которой позволило усовершенствовать процедуру приема абитуриентов на вторую ступень ВПО с учетом их индивидуальных образовательных результатов и уровня внеучебных достижений.

3. Комбинированная математическая модель отбора абитуриентов, использующая методы логического, дискриминантного и комбинаторного анализа, позволяющая осуществить диверсификацию подготовки магистров по программам различного уровня сложности и содержательной наполненности с учетом результатов индивидуальной подготовки выпускников на предыдущих образовательных уровнях и достижений во внеучебной деятельности.

4. Алгоритмическое обеспечение ППР, позволившее разработать ПО для организации процедуры конкурсного отбора абитуриентов на МП.

5. Прототип информационно-аналитической системы отбора абитуриентов в магистратуру вуза, разработанный на основе предложенной концептуальной модели, математического и алгоритмического обеспечения, и позволяющий обеспечить информационно-аналитическую ППР в процессе управления процедурой приема абитуриентов на вторую ступень ВПО.

**Реализация и внедрение результатов работы.** Предложенная методика отбора применяется в ПНИПУ при приеме абитуриентов в магистратуру, что подтверждается актом о внедрении. Используемые в диссертационной работе прикладные методы математического моделирования, методологии функционального моделирования и проектирования СППР на основе МАТ включены в преподаваемые в Чайковском филиале ПНИПУ курсы профессиональных дисциплин «Инновации в информационных технологиях», «Интеллектуальные системы», «Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления» и «Моделирование систем», что подтверждается актом об использовании результатов исследования.

**Апробация работы.** Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на **краевой конференции** «Автоматизированные системы управления и информационные технологии» (Пермь, 2012); **международных конференциях:** «Интеллект и наука» (Железногорск, 2013), «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе «IT + S&E`13» (Ялта–Гурзуф, 2013), «Научная дискуссия: вопросы технических наук» (Москва, 2013), «Технические науки – основа современной инновационной системы» (Йошкар-Ола, 2013), «Теоретические и практиче-

ские проблемы развития современной науки» (Москва, 2013), «Образование и наука: современное состояние и перспективы развития» (Тамбов, 2013), «Современное образование: плюсы, минусы и перспективы» (Саратов, 2013), «Перспективы развития информационных технологий», «Актуальные проблемы естественных и математических наук» и «Проблемы и перспективы развития образования в России» (Новосибирск, 2013), «Перспективные исследования» (София, 2014); **всероссийской школе-семинаре молодых ученых «Управление большими системами»** (Уфа, 2013).

**Публикации.** По результатам исследований опубликовано 19 печатных работ, в том числе 5 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных результатов диссертационных исследований. Разработанное ПО защищено свидетельством Роспатента об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2013660924 от 25.11.2013.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Основное содержание работы изложено на 147 страницах машинописного текста, включая 32 рисунка и 21 таблицу. Список литературы содержит 141 наименование и занимает 15 страниц. Объем приложений составляет 22 страницы.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обосновывается актуальность темы, формулируются цель и задачи исследования, излагаются результаты, выносимые на защиту, их новизна и практическая значимость.

**Первая глава** диссертационной работы посвящена комплексному исследованию процесса управления отбором абитуриентов в магистратуру вуза. Рассмотрены основные функции и стратегии управления отбором, приведен анализ известных теоретических и практических подходов, применяемых при решении проблем управления отбором в организационных системах (М. Б. Гитман, О. А. Грачина, В. А. Козырева, Д. А. Новиков, О. Н. Сметанина, В. Ю. Столбов, С. В. Тархов, Л. Р. Черняховская и др.). В ходе исследования выявлено, что на текущем этапе развития российского рынка образовательных услуг не присутствуют программные средства, способные удовлетворить потребности вузов в организации информационной ППР при отборе абитуриентов на МП с учетом их индивидуальных образовательных результатов и уровня внеучебных достижений, из чего следуют цели и задачи исследования, а также актуальность темы диссертационной работы.

**Во второй главе** диссертации разработана концептуальная модель управления процессом отбора студентов на МП, использующая:

– адаптированные к предметной области математические модели ранжирования абитуриентов по уровню их академической и исследовательской компетентности в качестве математического обеспечения на основе логического, дискриминантного и комбинаторного анализа;

- алгоритмы реализации процедуры отбора студентов в магистратуру вуза в качестве алгоритмического обеспечения;
- БД и БЗ в качестве информационного обеспечения;
- информационно-аналитическую СППР при отборе студентов в магистратуру вуза в качестве ПО.

Предлагаемая концептуальная модель (рисунок 1) обеспечивает обоснованную информационно-аналитическую ППР при управлении процессом отбора студентов на МП посредством сбора, обработки и комплексного анализа данных о предыдущих образовательных результатах абитуриентов и достижений во внеучебной деятельности.

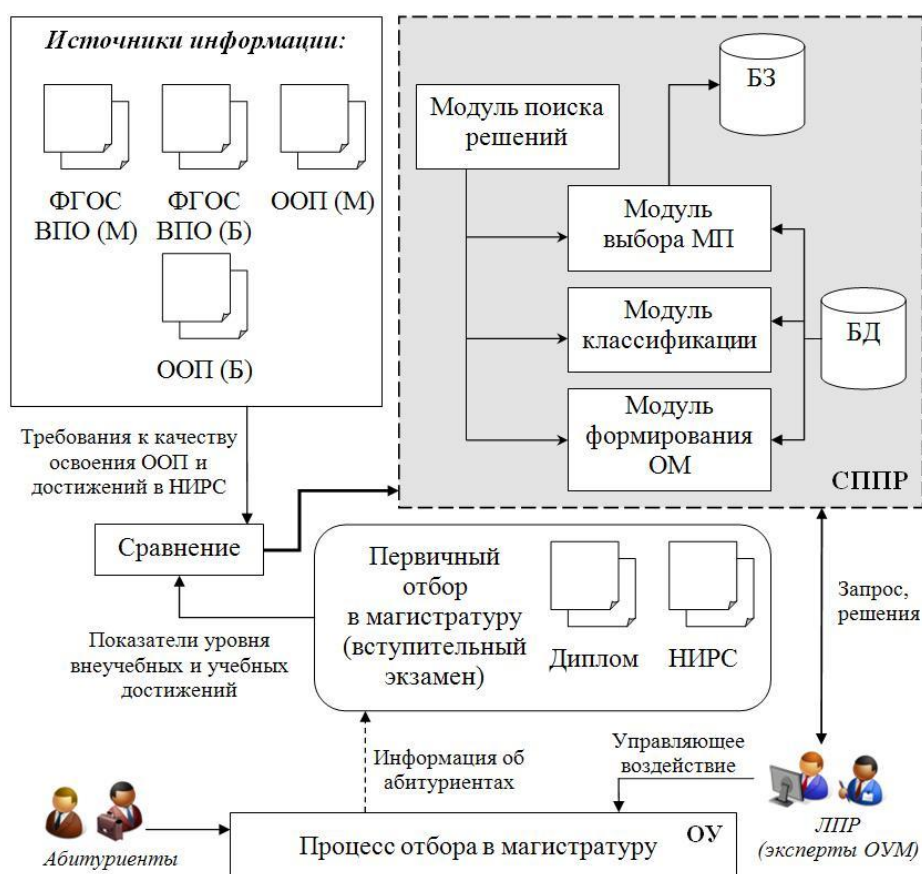


Рисунок 1 – Концептуальная модель управления процессом отбора абитуриентов в магистратуру вуза

В соответствии с декомпозицией решаемой задачи разработана функциональная модель управления процессом отбора абитуриентов в магистратуру, представленная на рисунке 2. Первый этап отбора состоит в сборе информации об абитуриентах, в том числе данных о достижениях в учебной и внеучебной деятельности, а также данных об имеющемся опыте работы. Вторым этапом отбора является выбор профиля в рамках выбранного направления подготовки магистратуры. Третьим этапом отбора является вычисление показателей уровня сформированности компетенций и уровня внеучебных достижений. Четвертым этапом отбора является классификация абитуриентов на



группы по заранее заданным признакам в рамках выбранного на втором этапе профиля направления подготовки магистратуры. Пятый этап отбора предполагает формирование индивидуального ОМ для тех абитуриентов, у которых в процессе обучения в бакалавриате сформированы не все компетенции, необходимые для обучения в магистратуре.

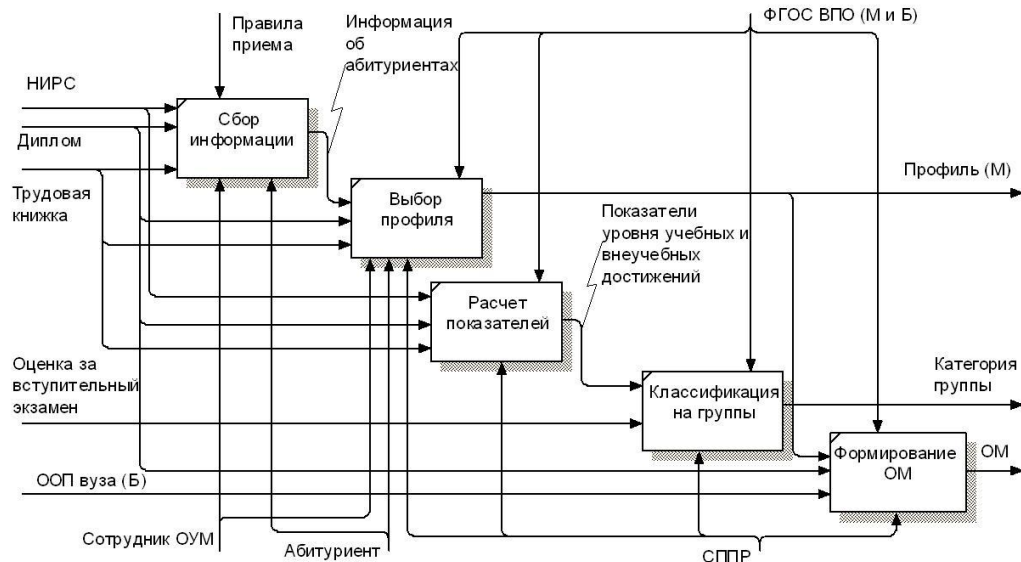


Рисунок 2 – Функциональная модель управления процессом отбора абитуриентов в магистратуру вуза

В соответствии с назначением разрабатываемой СППР сформулированы основные принципы разработки ее структуры, на основе которых предложена архитектура мультиагентной системы (МАС) управления отбором (рисунок 3), представленная шестью агентами, БД и БЗ. Координация агентов осуществляется на основе непрямого взаимодействия, которое соответствует распределению функциональных задач МАС.

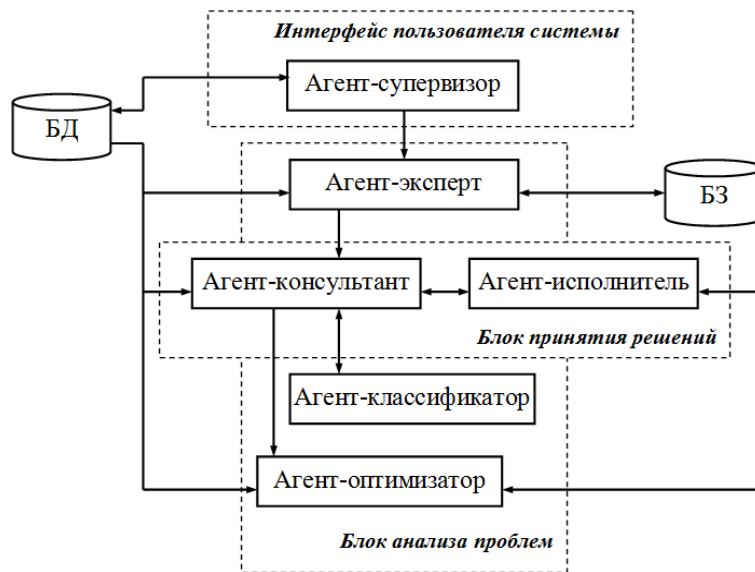


Рисунок 3 – Структура СППР на основе МАТ

БЗ – важный компонент МАС. Она представляет собой БД, разработанную для оперирования знаниями в виде функциональных связей между компетенциями магистра и бакалавра. БЗ содержит структурированную информацию, необходимую агенту-эксперту для управления отбором. БД также является необходимым компонентом МАС. Она позволяет в структурированном виде хранить и обрабатывать динамические (информация об абитуриентах, ООП магистратуры и бакалавриата) и статические (перечень компетенций магистра и бакалавра согласно ФГОС ВПО) наборы данных.

Агент-супервизор решает задачу взаимодействия агентов МАС и связи с пользователями. Агент-эксперт определяет оптимальный профиль магистратуры на основе известных ему сведений о функциональных связях между компетенциями магистра и бакалавра, хранящихся в БЗ, а также правил приема на вторую ступень вуза и ограничений, установленных вузом и стандартами в области ВПО. Агент-классификатор осуществляет деление абитуриентов на группы в зависимости от уровня подготовки в бакалавриате. Агент-оптимизатор формирует индивидуальный ОМ на основе анализа приложений к дипломам, компетентностных моделей абитуриентов и ООП по направлениям подготовки бакалавриата, утвержденным в вузе. Агент-консультант определяет значения показателей для проведения процедуры классификации абитуриентов на группы на основании данных о достижениях в НИРС и образовательных результатах, отраженных в приложениях к дипломам выпускников. Агент-исполнитель принимает решения по выбору образовательной программы для абитуриента.

**В третьей главе** разработана методика отбора студентов с учетом принятой концептуальной модели, а также математическое и алгоритмическое обеспечение системы управления процессом отбора абитуриентов в магистратуру.

Проведенный анализ эффективности стандартных математических методов показал, что наиболее перспективными для оптимизации процесса отбора абитуриентов на МП являются следующие:

- логический анализ на основе применения булевых функций при определении профиля магистратуры без учета индивидуального уровня качества освоения ООП бакалавриата для каждого выпускника;
- дискриминантный анализ, позволяющий на основе оценки индивидуальных академических достижений, а также уровня внеучебных достижений определить группу для обучения в магистратуре;
- комбинаторный анализ, позволяющий на основе данных о несформированных компетенциях бакалавра построить ОМ, учитывающий освоение дисциплин, формирующих требуемые компетенции, и распределение их по семестрам.

Разработана адаптированная к предметной области математическая модель задачи ППР при определении профиля магистратуры исходя из функциональных связей между компетенциями магистра и бакалавра.

Определение МП с учетом компетентностной модели бакалавра осуществляется с помощью аппарата булевых функций на основе логического анализа, имитационного моделирования и прогнозирования путем вычисления показателя прогнозируемой успешности обучения в магистратуре.

Рассматривается следующая задача. Пусть задано некоторое множество абитуриентов по различным направлениям подготовки ВПО, желающих продолжить обучение в магистратуре по выбранному направлению подготовки, в рамках которого реализуются несколько ООП, отличающихся профильностью (набором формируемых в процессе обучения компетенций). Выбор той или иной МП требует от абитуриентов определенного набора сформированных компетенций, заданных ООП бакалавриата. Анализ сформированных в бакалавриате компетенций и набора компетенций, формируемых в соответствии с выбранной МП, позволяет определить наилучший профиль для группы абитуриентов, обучавшихся в рамках одной и той же ООП.

Пусть даны два множества:  $X$  – счетное множество, элементами которого являются компетенции бакалавра (булевы переменные, обозначаемые символами  $x_1, x_2, \dots, x_n, \dots$ );  $F = \{+, \cdot, \neg\}$  – множество булевых функций, состоящее из функций дизъюнкции, конъюнкции и отрицания соответственно.

Отметим, что общекультурные и профессиональные компетенции бакалавра задаются ФГОС ВПО по направлению подготовки выпускников. Профильно-специализированные компетенции устанавливаются вузом. Перечень формируемых компетенций в рамках ООП считается заданным.

Для каждой компетенции магистра может быть задана ее функциональная связь с компетенциями бакалавра. Для этого эксперт формирует булеву функцию  $f_i(x_1, \dots, x_n)$  специальной формулой, где  $i = \overline{1, m}$  ( $m$  – количество компетенций магистра, формируемых в рамках выбранного направления).

Например, булева функция может быть представлена следующей формулой, описывающей функциональную связь между некоторой заданной компетенцией магистра и четырьмя компетенциями бакалавра, обозначенными через переменные  $x_1, x_6, x_{10}, x_{21}$ :

$$f(x_1, x_6, x_{10}, x_{21}) = x_1 \cdot x_6 \cdot x_{21} + x_6 \cdot x_{10} \cdot x_{21}. \quad (1)$$

Из формулы (1) видно, что для формирования данной компетенции магистра необходимы компетенции с номерами 6 и 21, а также компетенция с номером 1 или 10.

Считается, что каждому профилю бакалавриата соответствует определенный набор компетенций, также как и профилю магистратуры. В связи с этим переменная  $x_j$  ( $j = \overline{1, n}$ , где  $n$  – общее количество общекультурных, профессиональных и профильно-специализированных компетенций бакалавра) может принимать одно из двух значений: 1, если данная компетенция формируется в результате освоения ООП бакалавриата, и 0 в противном случае.

Таким образом, на основании состояния входных данных ( $x_j$ ), отражающих сформированность компетенций ООП бакалавра, получаем состояния выходных данных ( $f_i$ ), показывающих уровень готовности абитуриента к

формированию компетенций магистра. В результате получаем набор компетенций магистра, которые могут быть сформированы у абитуриентов (для данных компетенций значение  $f_i$  должно быть равно 1). Сопоставление этого набора с комбинациями компетенций, соответствующих профилям магистратуры по выбранному направлению подготовки, позволит рекомендовать студентам продолжить обучение по той МП, к которой они в соответствии с результатами проведенного анализа по приведенной методике в наибольшей степени подготовлены. Для этого по каждому профилю магистратуры рассчитывается показатель прогнозируемой успешности обучения (PST – Projected Success of Training) по следующей формуле (в %):

$$PST = \frac{\sum_{i=1}^m f_i}{m} \cdot 100\% , \quad (2)$$

где  $f_i$  – компетенции магистра, закрепленные за выбранным профилем магистратуры и формируемые при дальнейшем обучении;  $m$  – количество компетенций, закрепленных за данным профилем магистратуры.

Данный показатель позволяет оценить возможность освоения ООП выпускниками (или, другими словами, возможность, а также относительную трудоемкость освоения образовательных программ магистратуры), и чем выше его значение для отдельных профилей магистратуры выбранного направления подготовки, тем больший уровень соответствия базовых (бакалаврских) компетенций магистерским компетенциям.

Также разработана адаптированная к предметной области математическая модель ППР при классификации абитуриентов на группы в соответствии с уровнем их академической подготовки к обучению в магистратуре, а также достижений в НИР. Ранжирование студентов с учетом их образовательных результатов и уровня внеучебных достижений осуществляется на основе дискриминантного анализа (т. е. классификации по каким-либо показателям на основе многомерного статистического анализа, включающего методы классификации многомерных наблюдений по принципу максимального сходства при наличии обучающих признаков) и имитационного моделирования.

Пусть в качестве объектов статистической классификации выступает группа абитуриентов, желающих продолжить обучение в магистратуре в соответствии с определенным на предыдущем этапе профилем магистратуры. Для оценки качества подготовки к дальнейшему обучению предлагается использовать три индивидуальных показателя: уровень сформированности компетенций (оценка индивидуальных результатов обучения в бакалавриате), результаты вступительных испытаний в магистратуру и уровень внеучебных достижений (оценка достижений в НИРС за период обучения в бакалавриате).

На основании академических достижений выпускников, информация по которым берется из приложений к дипломам, по каждой компетенции определяется оценка уровня ее сформированности, характеризующая результа-

ты индивидуальной подготовки в бакалавриате, в диапазоне от 60 до 100 баллов. При этом считается, что каждая компетенция состоит из компонентов «знать», «уметь» и «владеть», которые формируются в процессе изучения учебных дисциплин, прохождения производственных практик, а также подготовки и защиты выпускной квалификационной работы (ВКР), соответственно. В зависимости от полученных оценок и трудоемкости учебных разделов ООП рассчитывается оценка уровня сформированности компетенции в виде линейной свертки по следующей формуле:

$$O_k = \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{\sum_{q=1}^d DISC_q \cdot TD_q}{\sum_{q=1}^d TD_q} + \frac{\sum_{l=1}^v PRAC_l \cdot TP_l}{\sum_{l=1}^v TP_l} + VKR \right), \quad (3)$$

где  $DISC_q$  – оценка в дипломе студента по  $q$ -й дисциплине (с формой контроля зачет или экзамен);  $d$  – количество дисциплин;  $TD_q$  – трудоемкость  $q$ -й дисциплины;  $PRAC_l$  – оценка в дипломе студента по  $l$ -му виду практики или виду работ (курсовая работа или проект);  $v$  – количество практик и видов работ;  $TP_l$  – трудоемкость  $l$ -ой практики или вида работ;  $VKR$  – оценка за защиту ВКР.

Определение параметра, характеризующего уровень внеучебных достижений в диапазоне от 0 до 100 баллов, осуществляется с помощью следующей формулы:

$$O_m = \frac{1}{5} \cdot \left( \frac{\sum_{a=1}^w OL_a \cdot K_a}{\sum_{a=1}^w OL_a} + \frac{\sum_{b=1}^w PK_b \cdot K_b}{\sum_{b=1}^w PK_b} + \frac{\sum_{c=1}^w PL_c \cdot K_c}{\sum_{c=1}^w PL_c} + \frac{\sum_{d=1}^w NR_d \cdot K_d}{\sum_{d=1}^w NR_d} + JB \cdot K_e \right), \quad (4)$$

где  $K_a, K_b, K_c, K_d, K_e$  – коэффициенты уровня внеучебных достижений (в диапазоне от 0 до 100);  $OL_a$  – число участия в олимпиадах  $w$ -го уровня;  $PK_b$  – число участия в проектах и конкурсах  $w$ -го уровня;  $PL_c$  – количество публикаций  $w$ -го уровня;  $NR_d$  – сумма других видов НИРС  $w$ -го уровня;  $JB$  – наличие ( $JB=1$ ) или отсутствие ( $JB=0$ ) стажа работы по выбранному направлению профессиональной деятельности;  $w$  – количество уровней для ранжирования.

Реализация предлагаемого алгоритма позволяет классифицировать абитуриентов с известными значениями исходных переменных с целью распределения по заданным группам, различающихся уровнем сложности магистерской образовательной программы.

В работе также представлена математическая модель задачи ППР при формировании ОМ, построение которого осуществляется на основе комбинаторного анализа, подразумевающего рассмотрение конечного числа состояний логической системы с целью выявления истинности логического утверждения посредством независимого анализа каждого состояния.

Предположим, что выпускник с конкретным набором компетенций, сформированных в бакалавриате, планирует поступить на МП, не в полной мере соответствующую уровню его подготовки, т. е. у абитуриента сформированы не все компетенции на уровне бакалавриата, являющиеся базовыми для формирования в дальнейшем компетенций магистра. В данном случае необходимо построить для него индивидуальный ОМ, учитывающий дисциплины, которые необходимо дополнительно изучить в магистратуре. Построение ОМ магистра начинается с предварительного анализа компетенций, которые не сформированы в бакалавриате, но необходимы для дальнейшего обучения в магистратуре. Для каждой несформированной компетенции в соответствии с учебным планом и ООП бакалавра определяется перечень дисциплин, участвующих в ее формировании, и их трудоемкость. Если дисциплина участвует в формировании нескольких компетенций, то берется часть дисциплины (модуль дисциплины) и кратная этой части трудоемкость (в зачетных единицах трудоемкости (ЗЕТ)). Предполагается, что возможность образовательного процесса будет обеспечена, если сумма ЗЕТ за весь период обучения в магистратуре по всем недостающим дисциплинам не превысит значения 6, т. е. две дополнительные недели обучения в год, что не противоречит требованиям ФГОС ВПО.

При формировании ОМ необходимо учитывать логические связи (ограничения) и критерий оптимальности. Логические связи между дисциплинами устанавливаются по компетенциям: по заданным связям между компетенциями бакалавра и магистра устанавливаются зависимости между дополнительными дисциплинами и дисциплинами ООП магистратуры. При этом дополнительные дисциплины должны быть в учебном плане раньше дисциплин, формирующих новые компетенции. В качестве критерия оптимальности ОМ выбрана равномерность учебной нагрузки по семестрам.

**Четвертая глава** посвящена разработке структуры БД и БЗ, а также программной реализации предложенных алгоритмов и математических моделей.

Для оценки адекватности разработанных алгоритмов отбора рассмотрены три сценария принятия решений по набору абитуриентов на направление подготовки 230100.68 «Информатика и вычислительная техника»:

- с соблюдением (отбор выпускников направления подготовки 230100.62 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Автоматизированные системы обработки информации и управления») и без соблюдения профильности базового образования (отбор выпускников направления 022000.62 «Экология и природопользование», профиль «Экология»);
- с классификацией абитуриентов на группы;
- с формированием ОМ.

По результатам проведенного анализа СППР определила, что все выпускники направления подготовки 230100.62 могут продолжить обучение в магистратуре по профилю «Интеллектуальные системы» направления подготовки 230100.68, а выпускникам направления 022000.62 не рекомендуется

обучаться в магистратуре по указанному направлению (показатель прогнозируемой успешности обучения составляет соответственно 80% и 40%). Результаты проведенной классификации студентов на группы с помощью СППР совпадают с аналитическими расчетами. ОМ, сформированный СППР, совпал с экспертным вариантом. Он удовлетворяет всем заданным требованиям и ограничениям и может быть предложен абитуриенту.

**Пятая глава** посвящена описанию основных возможностей, а также оценке эффективности функционирования СППР.

Для оценки эффективности разработанного прототипа СППР был имитирован набор выпускников различных направлений подготовки бакалавриата в магистратуру на направление 230100 «Информатика и вычислительная техника» и проведено сравнение полученных результатов с результатами стандартной процедуры приема в магистратуру (посредством проведения только вступительных экзаменов).

В первом случае (рисунок 4, диаграмма черного цвета), описывающем традиционную форму приема в магистратуру, абитуриенты участвуют в конкурсе при условии успешной сдачи экзамена, т. е. оценка должна быть в диапазоне от 3 до 5 баллов (в данной ситуации экзамен сдали не все абитуриенты, окончившие непрофильные направления бакалавриата).

Во втором случае (рисунок 4, диаграмма белого цвета) в соответствии с рекомендациями СППР в магистратуре не рекомендуется обучаться всем выпускникам с непрофильным базовым образованием, поскольку не представляется возможным экспертно сопоставить профессиональные компетенции по данным направлениям. В этой связи отмечается снижение числа абитуриентов, участвующих в конкурсном отборе, что способствует более обоснованному и объективному распределению абитуриентов по программам магистратуры за счет не только результатов вступительных испытаний, но и соответствия сформированных компетенций компетенциям выбранного профиля магистратуры.

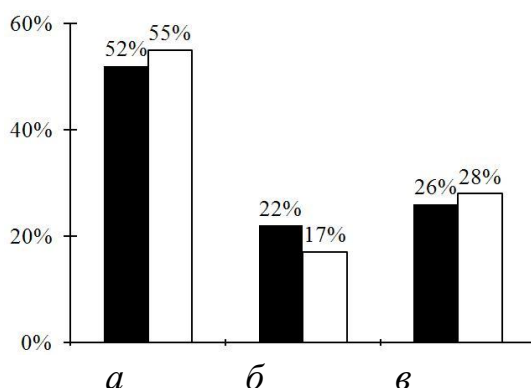


Рисунок 4 – Распределение абитуриентов, участвующих в конкурсном отборе в магистратуру, поступающих: *а* – с соблюдением профильности базового образования; *б* – без соблюдения профильности; *в* – с частичным соблюдением профильности

Исследование эффективности функционирования СППР позволило выявить два вида эффектов от внедрения предложенной технологии управления отбором абитуриентов в магистратуру вуза: социальный эффект заключается в том, что абитуриенты более мотивированно и объективно осуществляют выбор МП, а экономический – в том, что большее количество абитуриентов, поступающих в магистратуру на конкурсной основе на бюджетные места, успешно завершают обучение, что обеспечивает поступление и сохранение доли денежных поступлений в бюджете вуза за счет оказания образовательных услуг, а также способствует удовлетворению потребностей рынка в кадрах высшей квалификации и вуза в кадровых ресурсах.

**В заключении** делаются выводы, излагаются основные результаты диссертационного исследования.

## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ**

1. Обоснована актуальность разработки информационно-аналитической СППР для управления отбором студентов в магистратуру вуза. Предложена концептуальная модель управления процессом отбора студентов в системе ВПО, которая направлена на повышение эффективности принятия решений при организации процедуры приема абитуриентов в магистратуру вуза с учетом индивидуальной подготовки и уровня внеучебных достижений абитуриентов. В соответствии с принятой концептуальной моделью разработана структура системы управления отбором абитуриентов, позволившая обосновать функции экспертов, осуществляющих набор на МП, и повысить эффективность работы магистратуры вуза за счет более объективного распределения студентов по МП.

2. Разработана общая методика отбора студентов с учетом принятой концептуальной модели, в том числе методика оценки уровня сформированности компетенций бакалавра и уровня внеучебных достижений абитуриентов. Показано, что разработанная методика обеспечивает индивидуализацию обучения и позволяет осуществить межуровневый выбор ОМ.

3. Обоснована целесообразность применения методов логического, дискриминантного и комбинаторного анализов для реализации алгоритмов и математических моделей отбора абитуриентов. Разработаны алгоритмы и математические модели отбора студентов на МП, позволяющие осуществлять классификацию студентов на академические группы с учетом их индивидуальных образовательных результатов и построение ОМ магистрантов, учитывающих формирование требуемых компетенций.

4. Разработано ПО, реализующее предложенные модели и алгоритмы решения задач отбора в системе управления ВПО вуза. Установлено, что разработанная информационно-аналитическая система обеспечивает поддержку принятия решений при отборе студентов на МП и позволяет снизить объем аналитической работы преподавателей-экспертов.

5. Исследована эффективность функционирования информационно-аналитической СППР при управлении процессом отбора абитуриентов в ма-



гистратуру. Выявлен социальный эффект от предложенной технологии управления выбором МП со стороны абитуриентов и вуза и экономический эффект от предложенной технологии управления отбором в магистратуру со стороны вуза и работодателей. Осуществлена апробация разработанного прототипа СППР при отборе студентов на МП в системе управления многоуровневым ВПО.

## **ПУБЛИКАЦИИ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ**

### ***В рецензируемых журналах из перечня ВАК***

1. Управление отбором студентов в многоуровневой образовательной системе университета / Т. А. Кузнецова, Э. И. Закирова, В. Ю. Столбов // Университетское управление: практика и анализ. 2013. № 1. С. 100–105.
2. Информационная поддержка принятия решений при отборе в магистратуру на основе интеллектуальных технологий / Э. И. Закирова // Научно-технический вестник Поволжья. 2013. № 4. С. 151–153.
3. Управление образовательными системами с использованием мультиагентных технологий / Э. И. Закирова // Наука и образование: электрон. журн. МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2013. № 9. DOI: 10.7463/0913.0606440.
4. Информационно-аналитическая система поддержки принятия решений как средство отбора на магистерские программы / Э. И. Закирова, Т. Н. Иванова // Вестник ИжГТУ. 2013. № 3. С. 131–133.
5. Мультиагентная система поддержки принятия решений при отборе студентов в магистратуру вуза / Э. И. Закирова, В. Ю. Столбов // Системы управления и информационные технологии. 2014. № 1.1 (55). С. 146–151.

### ***Патенты, свидетельства о регистрации программ для ЭВМ***

6. Свид. о гос. рег. программы для ЭВМ № 2013660924. Система поддержки принятия решений при отборе студентов в магистратуру вуза / Э. И. Закирова. За-рег. 25.11.2013. М.: Роспатент, 2013.

### ***В других изданиях***

7. Исследование экономических процессов с помощью математического моделирования / Э. И. Закирова // Успехи современного естествознания. 2011. № 3. С. 89–91.
8. Автоматизация процесса проектирования индивидуальной образовательной траектории магистра / Э. И. Закирова // Автоматизированные системы управления и информационные технологии: матер. краевой науч.-техн. конф. (Пермь, 17 мая 2012). Пермь: ПНИПУ, 2012. С. 16–21.
9. Алгоритм поддержки принятия решений при отборе студентов на магистерские программы / Э. И. Закирова // Перспективы развития информационных технологий: матер. XI междуна. научн.-практ. конф. (Новосибирск, 28 фев. 2013). Новосибирск: СИБПРИНТ, 2013. С. 116–120.
10. Математические модели дискриминантного анализа в задаче отбора студентов на магистерские программы / Э. И. Закирова // Актуальные проблемы есте-

ственных и математических наук: матер. междуна. заоч. научн.-практ. конф. (Новосибирск, 4 марта 2013). Новосибирск: СибАК, 2013. С. 41–47.

11. Информационно-аналитическая система как средство оценивания результатов освоения основной образовательной программы бакалавриата / Э. И. Закирова // Образование и наука: современное состояние и перспективы развития: матер. междуна. научн.-практ. конф. (Тамбов, 28 фев. 2013). Тамбов: Бизнес-Наука-Общество, 2013. С. 44–45.

12. Автоматизированная информационно-аналитическая система управления конкурсным отбором в магистратуру вуза / Э. И. Закирова // Научная дискуссия: вопросы технических наук: матер. VII междуна. заоч. научн.-практ. конф. (Москва, 7 марта 2013). М.: Международный центр науки и образования, 2013. С. 15–19.

13. Об использовании интеллектуальных технологий для решения задачи отбора студентов в магистратуру / Э. И. Закирова // Интеллект и наука: матер. XIII междуна. молодеж. научн. конф. (Железногорск, 16–18 апр. 2013). Железногорск: Копирка, 2013. С. 80–82.

14. Мультиагентные системы управления отбором студентов в многоуровневых образовательных системах / Т. А. Кузнецова, Э. И. Закирова // Управление большими системами: матер. X всерос. шк.-конф. молодых ученых (Уфа, 5–7 июня 2013). Уфа: УГАТУ, 2013. С. 138–142.

15. Управление отбором студентов на основе мультиагентных систем / Т. А. Кузнецова, Э. И. Закирова // Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе «IT + S&E'13»: матер. XI междуна. конф. молодых ученых. (Ялта–Гурзуф, 25 мая – 04 июня 2013). Ялта; Гурзуф: ЗНУ, 2013. С. 50–52.

16. Мультиагентные технологии интеллектуального управления в образовательной системе вуза / Э. И. Закирова // Технические науки – основа современной инновационной системы: матер. II междуна. научн.-практ. конф. (Йошкар-Ола, 25 мар. 2013). Йошкар-Ола: Коллоквиум, 2013. С. 75–78.

17. Применение метода логического анализа при соотношении компетенций бакалавра и магистра / Э. И. Закирова // Теоретические и практические проблемы развития современной науки: матер. I междуна. научн.-практ. конф. (Москва, 1 марта 2013). М.: Перо, 2013. С. 19–22.

18. Поступление в магистратуру: проблема конкурсного отбора / Э. И. Закирова // Современное образование: плюсы, минусы и перспективы: матер. междуна. научн.-практ. конф. (Саратов, 26 мар. 2013). Саратов: Академия Бизнеса, 2013. С. 51–54.

19. Отдел управления магистратурой как эффективный механизм в организационно-управленческой структуре вуза / Э. И. Закирова // Проблемы и перспективы развития образования в России: матер. XIX междуна. научн.-практ. конф. (Новосибирск, 5 апр. 2013). Новосибирск: СИБПРИНТ, 2013. С. 238–243.

20. К вопросу о профильности базового образования при выборе магистерской программы / Э. И. Закирова, Т. Н. Иванова // Перспективные исследования: матер. междуна. научн.-практ. конф. (Болгария, София, 17–25 фев. 2014). София: Бял ГРАД-БГ, 2014. С. 31–33.

Диссертант

Э. И. Закирова

ЗАКИРОВА Эльвира Ильшатовна

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ  
ПРИ ОТБОРЕ СТУДЕНТОВ В МАГИСТРАТУРУ ВУЗА  
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 14.04.2014. Формат 60×90/16.  
Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № 806/2014.

---

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии издательства  
Пермского национального исследовательского  
политехнического университета.  
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.  
Тел. (342) 219-80-33.