

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

На правах рукописи

ШАХНАЗ НАДИР КЫЗЫ ШАХБАЗОВА

**МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
РАСПРЕДЕЛЕННЫХ БАЗ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ
НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

3338.01 – Системный анализ, управление и обработка информации

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**диссертации на соискание учёной степени
доктора наук по технике**

БАКУ – 2015

Диссертационная работа выполнена в Азербайджанском Техническом Университете

Научные консультанты:

профессор Университета Беркли,
Калифорнии, США

Лотфи А. Заде

действительный член НАН Азербайджана,
доктор технических наук, профессор

А.М. Аббасов

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор

С. Д. Погорелый

доктор технических наук, профессор

М. Г. Мамедова

Доктор технических наук, профессор

С. И. Юсифов

Ведущая организация:

Бакинский Государственный Университет
Кафедра “Информационные технологии и программирования”

Защита состоится **19 мая 2015 г. в 14.00** часов на заседании диссертационного совета FD.01.231 при Институте Информационных Технологий НАН Азербайджана.

Адрес: AZ 1141, г.Баку, ул. Б.Вахабзаде, 9.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института Информационной Технологий НАН Азербайджана.

Автореферат разослан **17 апреля 2015 г.**

Ученый секретарь диссертационного
совета, доктор философии по технике

Р.Г.Шыхалиев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В современном мире образованность населения играет важную роль в обеспечении конкурентоспособности как на уровне стран, так и на уровне каждого индивидуума в отдельности. Обеспечение актуальности получаемых знаний является на сегодняшний день уже не рекомендацией для успешного карьерного роста, а требованием и насущной необходимостью. Знания и опыт, приобретаемые в ходе учебной, а в дальнейшем и профессиональной деятельности, являясь нематериальным капиталом, становятся конвертируемой ценностью, составляющей основу так называемой «экономики знаний». Из года в год в большинстве стран расходы на образование неуклонно увеличиваются соответственно уровню роста экономики. Однако следствием неравенства в средствах, выделяемых на образование, является невозможность поддержки единого стандарта качества получаемого образования. Не удивительно, что учебные планы и содержание учебных материалов по одной и той же специальности в двух разных странах по актуальности могут отличаться на 5-10 лет. Инертность традиционной системы образования с необходимостью приводит к развитию альтернативных форм получения образования. Например, находясь в стране с отстающей системой образования, студент при помощи средств дистанционного образования может получить специальность в университете с общемировой репутацией. Конечно, данная возможность доступна не всем, и основная масса молодых людей получает образование традиционными способами, которым в развивающихся странах присущи следующие и другие недостатки, ставящие под сомнение возможность получения качественного образования. Это может быть нехватка учебно-методической литературы, оборудования и помещений, не достаточное материальное обеспечение преподавательского состава и т.п.

В данной диссертационной работе ставится задача проектирования интеллектуальных моделей и методов, создающих среду, в которой студенту предоставляется возможность самостоятельно получить образование под руководством виртуального преподавателя, способного обучать и контролировать процесс усвоения знаний, вполне сравнимых с обычным способом получения образования. Дело в том, что благодаря новейшим информационным технологиям, опыт экспертов преподавателей, ученых и инженеров, преобразованные в учебные дисциплины и объединённые в специальности, становятся доступными студентам и специалистам, повышающим квалификацию. Конечно, данный способ получения знаний подходит не для всех специальностей. Некоторые области знаний невозможно описать алгоритмически, однако для подавляющего большинства из них под руководством виртуального преподавателя могут быть составлены учебные материалы для самостоятельного образования.

Актуальность настоящей работы определяется возможностью создания оригинальной среды самостоятельного обучения, которая с помощью

интеллектуальных экспертных технологий способна имитировать поведение преподавателя в процессах индивидуального обучения и контроля усвояемости знаний студента. Проектирование и разработка подобного способа обучения является оригинальной научной задачей, ранее недостаточно исследованной в силу сложности и неопределённости характера учебного процесса. Подобный подход не составляет конкуренцию традиционным способам получения образования, таким как, высшее, среднее, заочное, дистанционное образование, а также системами сертификатов. Напротив, разрабатываемые модели и методы, составляющие основную тему данной диссертационной работы, представляют собой полезное дополнение, позволяющее студентам достигнуть гарантированного уровня знаний и навыков, по выбранной специальности.

Изложенное выше может служить достаточным обоснованием актуальности поставленной в диссертационной работе проблемы, а именно, разработка методики создания адаптируемой автоматизированной интеллектуальной информационной системы непрерывного обучения и управления учебным процессом.

Цель и задачи работы. Целью настоящей диссертационной работы является проектирование интеллектуальной информационной системы обучения и контроля знаний и разработка ключевых узлов комплекса с использованием методов математического моделирования и технологий принятия решений. В соответствии с указанной целью в диссертационной работе поставлены следующие основные научные задачи:

- разработка модели обучения, минимизирующей участие преподавателя в учебном процессе, и тем самым обеспечивающей устранение человеческого фактора из структуры обучения и контроля усвоения знаний;

- моделирование учебного процесса, позволившее более подробно исследовать особенности и аномалии, вносящие искажения и шум в блоки принятия решений;

- создание механизма, позволяющего учитывать субъективные мнения экспертов без необходимости внесения изменений в систему;

- разработка методов, позволяющих моделировать искусственные нейронные сети оптимальной сложности;

- разработка нового способа формирования учебных материалов, состоящих из взаимосвязанных фрагментов, каждый из которых представляет собой самостоятельную учебную единицу, содержащую определенный объем знаний;

- разработка концепции «карты студента», являющейся трёхмерной диаграммой, наглядно отображающей фактический объём знаний студента по всему учебному материалу;

- разработка оригинального способа контроля знаний студента, максимально близко имитирующего поведение преподавателя в ходе опроса студента.

Методы исследования. Для достижения поставленных целей использованы методы математического моделирования систем принятия решений, информационное и аналитическое моделирование, математический аппарат нечёткой логики, модели построения экспертных систем, моделирование искусственных нейронных сетей, гибридные технологии, имитационное моделирование поведения, статистический анализа, адаптивные методы контроля и подавления возможных искажений.

Основные положения, выносимые на защиту:

- методы и модели, способные описывать полноценный учебный процесс;
- методы и модели имитации поведения преподавателя в ходе процедуры обучения и оценки знаний;
- процессы проектирования интеллектуальной информационной системы обучения и контроля знаний и разработка ключевых узлов комплекса;
- развитые интеллектуальные информационные системы управления в Интрасети ВУЗов;
- методы, с помощью которых реализуется распределённая информационная система на базе Интрасети ВУЗа;
- методы, позволяющие моделировать искусственные нейронные сети оптимальной сложности, позволяющие экспертной системе эффективно развиваться без необходимости повторного проектирования и математического моделирования нейросетей при возрастании нагрузки на блок принятия решений.

Научная новизна. В рамках диссертационной работы были получены следующие основные результаты, обладающие научной новизной:

- предложена учебная модель, способная минимизировать необходимость участия преподавателя в учебном процессе, ведущая к уменьшению роли человеческого фактора преподавателя из структуры обучения и контроля знаний, что даёт возможность задать определённую гарантированную строгость в отношении режима обучения студента и требуемого результирующего уровня знаний;
- проведено моделирование учебного процесса, позволившее более подробно исследовать особенности и аномалии, вносящие искажения и шум в блок принятия решений. Предложены способы выявления подобных ситуаций и создания дополнительных процедур обработки информации, направленные на повышение корректности и адекватности реакции информационной модели;
- создан механизм на базе искусственных нейронных сетей, позволяющий учитывать субъективные мнения экспертов без необходимости внесения изменений в систему;
- предложены методы, позволяющие моделировать искусственные нейронные сети оптимальной сложности, что даёт возможность эффективного развития экспертной системы без необходимости повторного проектирования и математического моделирования нейросетей при возрастании нагрузки на блок принятия решений;

- получены результаты по повышению качества базы знаний и повышению уровня достоверности решений, принимаемых экспертной системой;

- предложен новый способ формирования учебных материалов, состоящих из взаимосвязанных фрагментов, каждый из которых представляет собой самостоятельную учебную единицу, содержащую определенный объем знаний;

- спроектирован и обоснован объект «вопрос-ответ», каждый элемент неверного варианта ответа которого является индикатором определенных заблуждений студента и одновременно является множеством указателей на содержащие разъясняющие и устраняющие заблуждения учебные фрагменты;

- при помощи аппарата нечеткой логики разработан оригинальный способ контроля знаний студента, максимально близко имитирующий поведение преподавателя в ходе опроса студента, сочетающие в себе мощность и лаконичность, ранее не доступные для автоматизированных обучающих систем;

- разработана интеллектуальная информационная система обучения и контроля знаний (ИИСОКЗ), в которой на базе оригинальных моделей и методов реализована информационная модель учебного процесса на качественно новом уровне и создана среда для самостоятельного прохождения полностью индивидуального режима обучения, сравнимым по качеству и эффективности с традиционным обучением в различных учебных заведениях или с индивидуальным преподавателем. ИИСОКЗ, базируясь на применении современных математических технологий и методов аналитического и информационного моделирования, позволяет осуществлять непрерывный интегрированный учебный процесс, в котором студент будет проходить обучение под управлением интеллектуальных автоматизированных моделей и методов.

Практическая ценность работы. Практическая значимость диссертации подтверждается актами о внедрении результатов исследования в Информационном вычислительном центре Азербайджанского Государственного экономического университета, с многочисленными полученными положительными фактами, утверждающие эффективности предложенных методов, моделей и алгоритмов.

Реализация и внедрение работы. Основные результаты получены в ходе выполнения госбюджетной НИР на кафедре «Информационных технологии и программирования» по темам «Разработка интеллектуальной системы обучения и управления в ВУЗах технического профиля на базе виртуальной сетевой среды» (гос. регистрация № 0102 AZ 00295, инв. № 0206 AZ 00439) за 2001-2005 годы, «Исследования области применимости и моделирования алгоритмов принятия решений на основе гибридной нейро-нечеткой архитектуры для обучающих систем в неопределенной среде образовательного процесса» (гос. регистрация № 0106 Az 00921, инв. № 0211 Az0308) за 2006-2010 годы и "Разработка алгоритмов принятия решений на базе гибридной нейро-нечеткой

архитектуры для обучающих и тестирующих систем в распределенной сети в хаотической среде учебного процесса" (гос. регистрация № 0111 Az 1057) за 2011-2015 годы.

Основные научно-теоретические результаты были признаны отделением научно-исследовательских работ (НИР) Азербайджанского Технического Университета как важнейшие и включены в соответствующие годовые отчеты за 2001-2005 и 2006-2010.

На основе проведенных в работе исследований при непосредственном участии автора были разработаны и испытаны:

- интеллектуальные информационные системы обучения и контроля знаний;
- интеллектуальные информационные системы управления в Интрасети ВУЗов;
- распределенная информационная система на базе Интрасети ВУЗа.

Испытания указанных систем проводились в следующих учреждениях:

1. Азербайджанский Государственный Экономический университет.
2. IONA колледж Нью Йорк, США. Соответствующие акты прилагаются.

Апробация работы. Основные теоретические и практические результаты диссертации докладывались и обсуждались на Международных конференциях: «Fourth International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing» (Siegen, Germany, 2000), «First International Conference on Soft Computing and Computing with Words in System Analysis, Decision and Control» (Antalya, Turkey, 2001), «Fifth International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing» (Milan, Italy, 2002), «Second International Conference on Soft Computing and Computing with Words in System Analysis, Decision and Control» (Antalya, Turkey, 2003), «Sixth International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing» (Barcelona, Spain, 2004), «Proceedings of the Fourth International Conference BSU-Vinnitsia National Technical University-St. Cyril and St. Methodius University of Veliko Turnovo, Internet Education Science» (2004); First International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology, G.H.Raisoni College of Engineering Nagpur, (Maharashtra, India, 2008); The Third International Conference "Problems of Cybernetics and Informatics", PCI'2010 (Baku, 2010), 1st World Conference on Soft Computing, San Francisco State University (San Francisco, California, 2011); 31st Annual Conference of North American Fuzzy Information Processing Society (Berkeley, CA, USA, 2012), International Conference on application of information and communication technology and statistics in economy and education, University of National and World Economy (Sofia, Bulgaria, 2012), 2nd World Conference on Soft Computing, (Baku, Azerbaijan, 2012), IFSA World Congress & NAFIPS Annual Meeting, Edmonton, Canada (June 24-28, 2013), 3rd World Conference on Soft Computing, San Antonio State University (San Antonio, Texas, 2013); 4th World Conference on Soft Computing, Berkeley, California, USA, (Berkeley, California, May 25-27, 2014); XXII Международная научная конференция, Математические методы в технике

и технологиях, IV Международный научно-методический симпозиум, Современные проблемы многоуровневого образования (Ростов-на-Дону, 2009); «Информатизация образования-2010» Международная научная конференция «Педагогические аспекты создания информационно-образовательной среды», (Минск, Октябрь, 2010); Международная конференция Института ЮНЕСКО по «Информационным технологиям в образовании», ISBN 978-5-905175-04-6, (Москва, Май, 2011); на Республиканских научных конференциях: «Новые информационные технологии проблемы прикладной математики» (БГУ, 1997, 2002); «Учебно-практическая и научно-техническая конференция Азербайджанского Технического Университета».

Публикации. По теме диссертации опубликованы 95 печатных работ (из них 59 – без соавторов), в том числе одна монография. При этом 40 статей напечатаны в научно-технических журналах, входящих в список ВАК-а, 7 статей в журналах с импакт-факторами, 8 статей – в рецензируемых международных журналах, 20 докладов в сборниках международных конференций и 20 докладов в сборниках научно-технических и практических конференций Азербайджанской Республики.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка используемой литературы, включающего 252 наименования и приложения. Объем основного материала диссертации составляет 240 страниц машинописного текста, включая 53 рисунка, 7 таблиц.

Автор считает своим долгом выразить глубокую благодарность своим научным консультантам-профессору Университета Беркли Калифорнии, США, Лотфи А. Заде и действительному члену НАН Азербайджана, доктору технических наук, профессору Али М. Аббасову за ценные советы, постоянное внимание к работе и оказание всесторонней поддержки при выполнении диссертационной работы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, а также приведены основные положения, выносимые на защиту, показаны научная новизна и практическая ценность полученных результатов.

В первой главе дан теоретический и практический анализ вопросов организации системы образования в современных условиях ускоренного развития науки и техники. Представлены аналитические и математические результаты исследования прикладных вопросов систем образования.

Проведён структурный анализ практической эффективности традиционных форм получения образования. Рассмотрены причинно-следственные факторы, имеющие особое значение в плане уровня полученного в итоге качества образования. Исследованы наиболее распространённые на сегодняшний день формы, модели обучения и различные способы получения образования.

На базе статистических данных различных стран проведён сравнительный анализ взаимосвязи уровня развития страны с параметрами, характеризующими систему образования. Выявлены факторы, имеющие стратегическое влияние на перспективу развития стран, проведён кластерный анализ, определивший систему классификации и позволяющий выявить необходимые условия, на которые необходимо обратить внимание руководству соответствующих стран для того, чтобы эффективно повысить качество системы образования, а значит, и заложить основы для поступательного роста экономики.

Исследованы проблемы извлечения, накопления и усвоения знаний в современном обществе, дан анализ наиболее распространённых методов получения образования, повышения квалификации и контроля уровня знаний.

С новой точки зрения исследованы вопросы актуальности дистанционного образования и его востребованности в текущих социальных условиях. Разработан механизм, позволяющий начать процесс интеграции различных систем дистанционного образования на базе технологии обмена данными.

В этой же главе предложен эффективный механизм кластеризации группы студентов на виртуальные подгруппы, обеспечивающий преподавателю возможность индивидуального подхода к каждому студенту по отдельности при работе с группой в целом. Использование классификатора значительно облегчает нагрузку на преподавателя, если после предварительной обработки мы получим линейно разделимую задачу, и каждый студент будет представлен в ряде множеств, в каждом из которых он будет объединён с другими студентами, обладающими теми же определёнными в характеристике множества сходством.

При этом могут быть учтены такие факторы, как успеваемость студента, пробелы в знаниях и другие характеристики.

Группа может быть представлена как объединение виртуальных подгрупп студентов, что позволит преподавателю систематизировать работу со студентами и повысить эффективность своей работы. Проанализированы и даны конкретные решения, позволяющие улучшить достоверность и объективность в оценке курсов и опросов, что особенно важно в условиях использования автоматизированных учебных курсов, которые, как правило, состоят из некоторой среды обучения и системы контроля знаний. Как правило, учебный материал разбит на разделы, и оценка знаний ведётся по каждому из них в отдельности и их совокупности. Путём анализа статистической информации по времени, затрачиваемому на изучение конкретных учебных курсов, результативность контроля знаний, показываемых студентами, частота обращения и цитируемости являются факторами, дающими объективную характеристику разработчику курса, что позволит повысить качество подачи информации и эффективность учебного процесса.

Проанализированы и даны конкретные решения, позволяющие улучшить достоверность и объективность в оценке курсов и результатов опросов, что особенно важно в условиях использования автоматизированных учебных курсов, которые, как правило, состоят из некоторой среды обучения и системы контроля знаний.

Вторая глава посвящена разработке экспертной системы, реализованной в распределённой среде. Преимуществами этой системы являются интеграция экспертной системы в распределённую сеть ВУЗа, возможность накопления и развития базы данных, а также наращивание базы знаний, построенной на достаточно мощных и гибких правилах.

Обоснованы математические модели построения экспертных систем, которые в дальнейшем будут задействованы в модулях принятия решений комплекса интеллектуальная информационная система обучения и контроля знаний (ИИСОКЗ). Она обеспечивает контроль процесса обучения и оценку результатов тестирования проходящих обучение студентов, реализованной в среде интрасети ВУЗа. Изучены способы её применения в учебном процессе. Рассмотрены и предложены решения по большинству ключевых вопросов, касающихся проектирования Интрасети ВУЗа, и экспертной системы учебного назначения.

Предложены методы, позволяющие моделировать искусственные нейронные сети (ИНС) необходимой сложности, что позволит эффективно развиваться экспертной системе без необходимости повторного проектирования и математического моделирования нейросетей при возрастании нагрузки на блок принятия решений. В данной главе рассмотрены также вопросы проектирования и построения архитектуры автоматизированного учебного комплекса, исследованы и конкретизированы основные, необходимые и

достаточные, модели и методы способные качественно улучшить эффективность учебного процесса.

Решена проблема эффективного интегрирования процессов традиционного обучения с процессами открытого образования, с возможностью обучения без отрыва от производства, непосредственно по месту жительства обучаемого, возможность подготовки качественных и конкурентоспособных курсов, что создаст предпосылки для стандартизации обучения в различных странах. Обоснована необходимость в непрерывном повышении интеллектуальности информационной системы, что достигается во-первых, разработкой более эффективных алгоритмов и методов представления электронного учебного материала и, во-вторых, применением разработанных моделей и методов, позволяя совершенствовать технические, программные и информационные компоненты сторонних автоматизированных систем обучения и контроля знаний.

Интеллектуальный уровень проведения учебного процесса экспертной системы, реализованной в распределённой среде, определяется интеграцией экспертной системы в распределённую сеть ВУЗа, возможность накопления и развития базы данных, а также наращивание базы знаний, построенной на достаточно мощных и гибких правилах. Оригинальная система представления учебных материалов позволит качественно модернизировать учебные программы, планы и соответствующие методические материалы с учетом в выше перечисленных требований, так как предъявляет более жёсткие требования к их содержанию в плане осуществимости задачи контроля понимания и усвоения материала.

На базе результатов проведенных исследований и разработок, могут быть качественно и эффективно реорганизованы существующие, и при необходимости, созданы соответствующие новые интеллектуальные комплексы и информационная инфраструктура отдельных вузов и всей системы образования в целом с соблюдением принципов системности, стандартизованности и модульности.

Учитывая открытую архитектуру разрабатываемых моделей и методов системы, проанализированы и даются рекомендации в решении вопросов, связанных с опознанием субъектов и объектов соответствующих типов и разграничением доступа субъектов к конкретным узлам системы.

В заключение проведен анализ и осуществлено проектирование архитектуры системы. Определены основные узлы и модули, проводится функциональное проектирование, способы взаимодействия для осуществления поставленной задачи.

В третьей главе рассмотрены теоретические и практические основы построения экспертной системы, реализованной в распределённой среде. Предложены решения по большинству ключевых вопросов, касающихся математического проектирования качественных элементов экспертной системы учебного назначения.

Перед разработкой математической модели учебного процесса, предстояло выбрать математический аппарат, на базе которого будет алгоритмизирована вся будущая система. Основными требованиями были мощность, гибкость и простота при решении задач содержащих большое количество неопределенных переменных. Ещё одной составляющей проблемы являлась необходимость в постоянной готовности к модификации и усовершенствованию ядра системы. Всем этим требованиям отвечает математический аппарат нечетких множеств. В качестве основных элементов базы знаний использованы нечеткие правила в виде легко алгоритмизируемых логических конструкций:

$$\begin{aligned} &IF \mu_A(x_1) THEN \mu_B(y_1) \\ &IF \mu_A(x_2) THEN \mu_B(y_2) \\ &\dots \\ &IF \mu_A(x_n) THEN \mu_B(y_m) \end{aligned} \quad (1)$$

где $\mu_A()$ – функция выбора нечеткого правила согласно входящему нечеткому сигналу x , $\mu_B()$ – функция выбора реакции системы согласно нечеткому выводу y . Множества A и B являются нечеткими пространствами возможных входящих сигналов и исходящих реакций системы: $A=\{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$, $B=\{b_1, b_2, b_3, \dots, b_m\}$.

Выражения (1), по сути, являются шаблоном функций для логической выборки соответствующей реакции блока принятия решений на входящий нечеткий сигнал, сгенерированный обучающей системой, на изменение внешней среды. Способ выбора реакции системы показан на рис. 1.

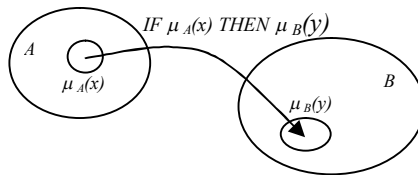


Рис. 1. Способ выбора реакции системы $\mu_B(y)$ на поступивший входящий нечеткий сигнал $\mu_A(x)$

Применимость математического аппарата нечеткой логики для использования в неопределенной среде учебного процесса подтверждается возможностями, продемонстрированными на практике в виде разработок в области интеллектуальных задач, простирающихся от множества экспертных систем до моделей искусственного интеллекта. Значениями лингвистических переменных являются слова или словосочетания естественного языка, характеризующие принимаемые человеком решения, как и ответная реакция на принимаемые системой решения.

В случае математической формализации учебного процесса и, в частности, объекта обучения “студент”, лингвистическая переменная в базе данных студента, упрощенно может быть задана в виде следующего лингвистического выражения:

$$R_i = \langle M, K, A_Q, R, T \rangle \quad (2)$$

R_i – лингвистическое выражение, характеризующее свойства объекта “студент” для частного случая i как показатель знаний по некоторому учебному курсу K учебного материала M , при ответе A на вопрос Q , по которому была дана оценка R с комментарием T .

Преимуществом данной модели формализации показателей знаний студента является то, что каждым словом лингвистического предложения достаточно легко может быть описана практически любая заранее не предусмотренная ситуация, на возникновение которой может быть задана соответствующая реакция блока принятия решений. Так, например, переменная M_{new} – описывающая множество учебных материалов, может содержать как название некоторого определенного учебного материала, так и целой области знаний. Таким образом, при возникновении новой учебной дисциплины или слиянии нескольких учебных курсов не требуется модификация основополагающих принципов построения системы, а соответствующий учебный материал образуется созданием новых учебных курсов K_{new} , или переподчинением существующих подмножеств учебных материалов в новое множество M_{new} (Рис.2).

$$M_{new} = \left\{ \begin{array}{l} K_{new}, K_{i1} \in M_k, K_{i1} \in M_k, \\ K_{i2} \in M_i, K_{i3} \in M_j \end{array} \right\} \quad (3)$$

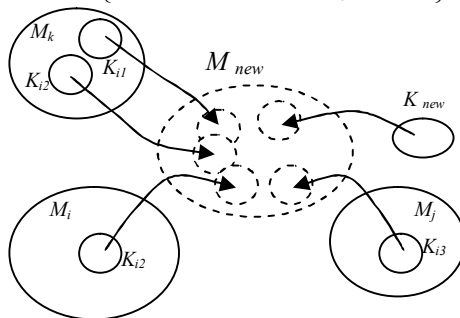


Рис. 2. Модель создания нового значения лингвистической переменной M_{new} – нового учебного материала

Следующей проблемой, которая требует усовершенствования для соответствия выбранному математическому аппарату, является способ оценивания знаний студента. Если при традиционной системе оценки, студент

получает некоторое натуральное число или букву в качестве характеристики его знаний в некоторой области учебных материалов, то в данной работе система оценки приведена к нечеткому виду показанному на рис.3.

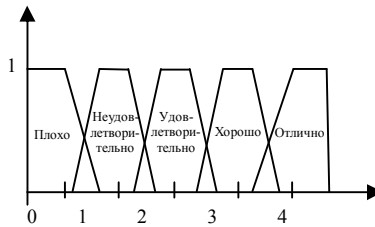


Рис. 3. Функция принадлежности модели оценки знаний студента, на базе лингвистической переменной со значениями: плохо, неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично

Согласно данной функции принадлежности оценка “плохо” характеризуется отсутствием знаний, а оценка “отлично” означает, что студент обладает максимальным объемом знаний и навыков по изученному учебному материалу. Таким образом, оценка знаний характеризуется как одна из разновидностей неопределенности, так как она не поддается анализу и измерению с большой точностью.

Способы определения знаний студента, выявление областей с недостаточным уровнем понимания, определение момента готовности студента к переходу к новому учебному курсу составляют многофакторную интеллектуальную задачу. Для её решения создана модель, обрабатывающая два типа принимаемых системой состояний. Каждое состояние подается в виде имеющего классический вид, нечеткого правила:

- Реакция на возникшую ситуацию используется, например, при проведении процедуры контроля знаний студента.

$$\begin{aligned} &IF \text{ ввод (текущая ситуация)} \\ &THEN \text{ вывод (реакция системы)} \end{aligned} \quad (4)$$

- Обновление информации по результатам учебных процедур используется, например, при обновлении информации о знаниях и заблуждениях студента и уточнении учебного плана, индивидуального для каждого студента.

$$\begin{aligned} &IF \text{ ввод (текущий результат)} \\ &THEN \text{ вывод (обновление базы данных)} \end{aligned} \quad (5)$$

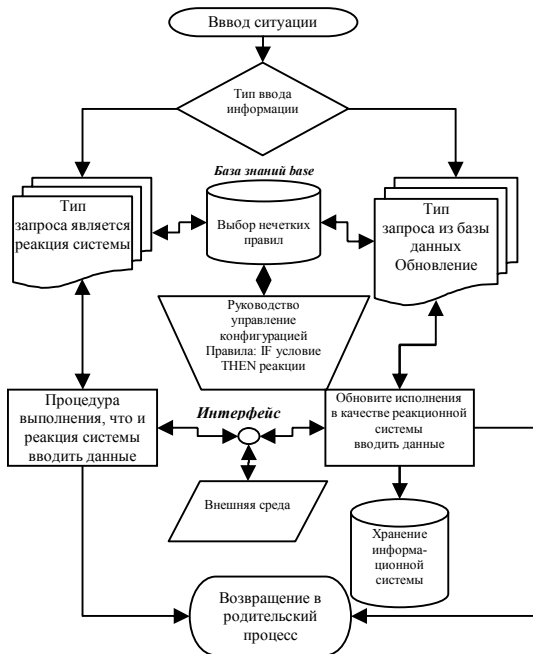


Рис. 4. Модель обработки входной информации и логика реакции системы на возникшую ситуацию

Система принимает решение об уровне понимания соответствующего раздела учебного курса, а также должна быть способна ответить на вопрос о целесообразности перехода к следующему разделу учебного курса. Архитектура системы принятия решений, основанной на данном принципе, показана на блок-схеме рис. 4.

Действенность данной модели и качество обработки входной информации можно продемонстрировать путём применения нечетких правил для выборки вопросов, выдаваемых в процессе контроля знаний. В этом случае критерием выборки последующего вопроса является результат ответа на предыдущий вопрос.

В блоке проведения опроса студентам применяются два нечетких правила:

- 1) ЕСЛИ на предыдущий вопрос студент ответил правильно, ТО в данном случае студенту задается более сложный вопрос;
- 2) ЕСЛИ на предыдущий вопрос студент ответил не правильно, ТО в данном случае студенту задается более простой вопрос.

Математически их можно описать следующей формулой:

$$V_i = \begin{cases} A_{i-1} \in A_{true} \Rightarrow \mu_{A-}(A_{i-1}, A_{i-2}, \dots, A_0) \\ A_{i-1} \notin A_{true} \Rightarrow \mu_{A+}(A_{i-1}, A_{i-2}, \dots, A_0) \end{cases} \quad (6)$$

где V_i – вопрос который будет задан следующим, A_{true} – множество правильных ответов, μ_{A-} – функция выборки вопроса при неправильном ответе, определяемая выражением (7), μ_{A+} – функция выборки вопроса при правильном ответе, определяемая выражением (8), $(A_{i-1}, A_{i-2}, \dots, A_0)$ – множество ответов, полученных за данную сессию контроля знаний,

$$\mu_{A-}(A_{temp}) = V \left(\frac{\left\{ \frac{\max(A_{temp} \notin A_{true})}{A_{max}} + \left\{ \frac{\min(A_{temp} \in A_{true})}{0} \right\} \right\}}{2} \pm 2\% \right) \quad (7)$$

$$\mu_{A+}(A_{temp}) = V \left(\frac{\left\{ \frac{\max(A_{temp} \in A_{true})}{A_{max}} + \left\{ \frac{\max(A_{temp} \notin A_{true})}{A_{max}} \right\} \right\}}{2} \pm 2\% \right) \quad (8)$$

где A_{temp} – временное множество, содержащее набор значений ответов, полученных на текущий момент процедуры контроля знаний $A_{temp} = \{A_{i-1}, A_{i-2}, \dots, A_0\}$, $\left\{ \frac{\max(A_{temp} \notin A_{true})}{A_{max}} \right\}$ – выборка ответа с максимальным значением из множества A_{temp} , не принадлежащего множеству правильных ответов. Если такого элемента нет, то берется значение A_{max} являющееся ответом на максимальный по сложности вопрос из области знаний по которой проводится процедура контроля знаний: $\left\{ \frac{\min(A_{temp} \in A_{true})}{0} \right\}$ – выборка ответа с минимальным значением из множества A_{temp} принадлежащего множеству правильных ответов. Если такого элемента нет, то берется значение 0 – как минимально возможное значение ответа на самый легкий вопрос: $\left\{ \frac{\max(A_{temp} \in A_{true})}{A_{max}} \right\}$ – выборка ответа с максимальным значением из множества A_{temp} , принадлежащего множеству правильных ответов. Если такого элемента нет, то берется значение A_{max} – являющееся ответом на максимальный по сложности вопрос из области знаний, по которому проводится процедура контроля знаний, $\pm 2\%$ – является диапазоном, в пределах которого выбирается число вносящее элемент случайности в выборку сложности вопросов, дополнительным следствием которого является неповторимость списков вопросов задаваемых студентам. Даже если порядок правильно и неправильно данных ответов на вопросы у них одинаков: функция $V()$ – является процедурой подбора вопроса

из базы данных со сложностью, максимально приближенной к входному значению.

Отличием формул (7) и (8) является их несимметричность, которая проявляется в том, что вслед за правильным ответом выбирается гораздо более сложный вопрос, а вслед за неправильным ответом выбирается вопрос лишь немногим более простой. Таким образом, с одной стороны студент мотивируется на то, чтобы показать свои лучшие знания, с другой – количество вопросов для определения уровня знаний студентов. Можно показать, что необходимо задать намного меньше вопросов, чем при традиционном тестировании.

Применение только этих двух типов правил позволяет качественно улучшить характеристики системы контроля знаний, так как позволяет дать оценку не только подсчетом количества правильных и неправильных ответов, но и представляет возможность путем анализа заданных в ходе тестирования вопросов выявить общую картину знаний студента и уровень понимания им заданного учебного материала.

Процесс запоминания формулы и навык подстановки заданных переменных выявляет лишь такую характеристику, как память студента. Однако в дальнейшем, при переходе к следующим разделам программирования, если на предыдущем разделе не было достигнуто понимания, формулы забываются, т.е. формальный объем знаний оказывается намного больше фактического. Под формальным уровнем знаний подразумевается оценка знаний студента, внесенная в базу личного дела студента как показатель прохождения соответствующего учебного раздела. Под фактическим уровнем знаний подразумевается реальная оценка знаний студента, реальный уровень его компетентности, способности решать соответствующие задачи, мыслить и строить умозаключения, основываясь на изученном учебном материале.

Если сразу же после прохождения определенного учебного раздела формальный и фактический уровень знания равны друг другу, то по прошествии некоторого времени фактический уровень знаний значительно снижается.

Через продолжительный срок у студента, не получившего достаточно полного понимания по изученному учебному курсу, остается лишь смутное представление, сводящее на нет большую часть усилий, затраченных на обучение как усилий преподавателя, так и усилий самого студента. На рисунке 5 отобрана зависимость сокращения объема фактических знаний студента от времени со дня окончания изучения соответствующего учебного материала. Данная кривая получена серией промежуточных контрольных тестов по ранее изученному учебному курсу на протяжении 6 месяцев.

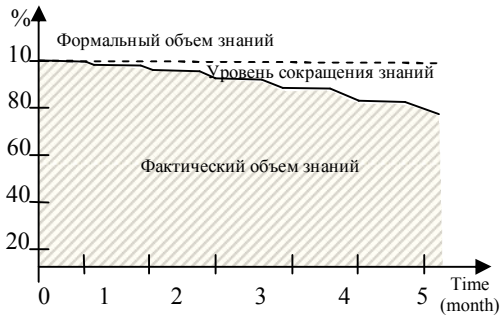


Рис. 5. Кривая ускорения сокращения фактических знаний с зависимости от времени в процентах

Поддержание фактического уровня знаний на достаточно высоком уровне может быть достигнуто при регулярном практическом использовании и применении изученного материала или если при изучении конкретного учебного материала было достигнуто полное понимание глубинных основ, на которых базируется изучаемый учебный курс. Во втором случае, даже через очень продолжительный период времени (5-10 лет), бывший студент будет способен восстановить практически полный объем знаний по требуемой теме.

Для выявления фактического объема знаний используется механизм опроса студента по учебным материалам, пройденным 3 месяца назад и более.

Для выявления реального положительного эффекта понимания учебного материала на увеличение значения фактического объема знаний был проведен эксперимент на двух группах студентов, параллельно изучающих один и тот же объем учебного курса по тематике, одинаково необходимой для получаемой в итоге профессии, инженер-программист и инженер-системотехник.

Сравнивая объем фактических знаний в двух группах студентов, первой из которых преимущественно задавались обычные тестовые вопросы на знание и использование определенных формул, а второй кроме таких же вопросов (в меньшем объеме) были добавлены вопросы на определение глубинного смысла изученных знаний. Повторив опрос поэтому же учебному материалу через 6 месяцев, было выявлено, что вторая группа гораздо лучше справилась и получила средний бал намного выше, чем студенты первой группы.

В таблице 1 представлены результаты учебного эксперимента, проведенного в двух группах студентов. Первая группа студентов изучила учебный курс в обычном объеме, второй группе студентов в дополнение к обычному учебному курсу были назначены дополнительно 8 часов с упором на углубление понимания изучаемого предмета.

Таблица 1. Развернутые данные эксперимента

№№	Часы преподавания	Дополнительные часы на развитие понимания	Полученная оценка	Оценка, полученная через 6 месяцев
I Группа студентов				
1	34	0	67	50
2	34	0	54	34
3	34	0	75	59
4	34	0	73	56
5	34	0	64	46
6	34	0	87	81
7	34	0	71	53
8	34	0	78	64
9	34	0	90	85
10	34	0	65	48
Средний балл			72,4	57,6
II Группа студентов				
1	34	8	80	73
2	34	8	68	63
3	34	8	83	75
4	34	8	91	83
5	34	8	68	61
6	34	8	88	86
7	34	8	78	69
8	34	8	71	63
9	34	8	56	51
10	34	8	81	75
Средний балл			76,4	69,9

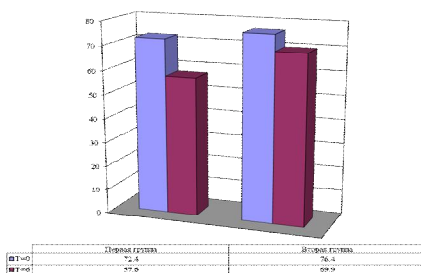


Рис. 6. Сравнительная диаграмма итогов эксперимента

Как видно из рис. 6, в целом, вторая группа получила закономерно более высокий средний балл, чем первая группа. Но главным показателем является повторное определение уровня знаний студентов, проведенное через 6 месяцев.

Для математического анализа введем формулу, характеризующую потерю знаний, с помощью которой можно численно определить успешность различных методик развития понимания учебного материала.

(9)

где dS – уровень сокращения объема знаний студента, в процентах, за период времени T , V_0 – показатель оценки объема знаний студента, полученный сразу после изучения учебного материала, V_T – показатель оценки объема знаний студента, полученный по прошествии времени T после изучения учебного материала.

Так, например, согласно формуле (9) средняя потеря в знаниях через 6 месяцев для первой группы составляет:

$$dS_6^I = \frac{57,6 - 72,4}{72,4} = - 0,204$$

т.е. более 20%, для второй группы этот показатель составляет:

$$dS_6^{II} = \frac{69,9 - 76,4}{76,4} = - 0,085$$

т.е. менее 9%. Экспериментальные данные показывает, что разрыв в знаниях по данному разделу учебного материала между первой и второй группами со временем будет только увеличиваться.

Четвертая глава посвящена вопросам и проблемам проектирования распределённой инфраструктуры интеллектуальной информационной системы обучения и контроля знаний студентов, которая имеет очень важное значение для успешности всей разработки в целом, так как без чёткой проработки вопросов взаимодействия комплекса с внутренней средой Интрасети ВУЗа и прозрачной интеграции в неё, система будет носить лишь экспериментальный характер, так как она будет не в состоянии упорядочить информационные потоки, которые придадут ей большую функциональность и гибкость.

В данной главе представлены результаты практической реализации предложенных моделей и методов. Данные решения являются основной элементной базой, для определения практической эффективности применения интеллектуальных систем в учебном процессе.

Разрабатываемая модель автоматизированной учебной системы предназначена для применения в распределенных средах учебных учреждений. Основными пользователями системы являются преподаватели и студенты, обладающие разным уровнем компьютерной грамотности. Получаемое в итоге множество учебных фрагментов представляет собой первоначальный этап перевода учебных материалов в формат, требующийся для автоматизированной системы. Так как автоматизированные средства интеллектуального анализа учебных материалов достаточно ограничены, то основная нагрузка ложиться на

экспертов. В основе системы контроля знаний студента лежит метод формализации учебного процесса. Учебный материал, посвященный некоторой области науки и техники, разбивается на определённые логически взаимосвязанные группы учебных курсов (Рис. 7):

- множество учебных материалов
 - множество учебных курсов
 - множество учебных материалов
 - множество «Вопрос-Ответ» Учебный курс

Множество учебных материалов (Ω) состоит из подмножеств учебных курсов (ω) и представляет собой сложное поле пересекающихся подмножеств (Рис. 8).

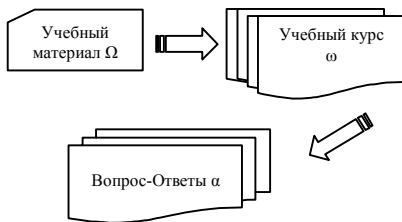


Рис. 7. Структура учебных ресурсов

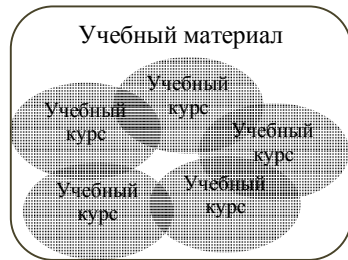


Рис.8. Пересечение учебных курсов

Множество учебных курсов (ω) состоит из учебных элементов, которые можно охарактеризовать как главы соответствующих курсов (Рис.9).

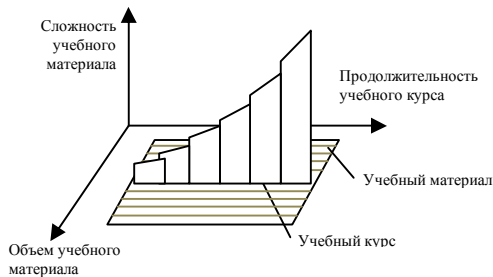


Рис. 9. Трехмерное представление системы обучения и тестирования

Разработанный алгоритм принятия решений, способен определить знания тестируемого на базе опроса минимально возможного количества вопросов, что позволяет в кратчайшие сроки дать оценку знаниям с высоким уровнем достоверности, сравнимым с традиционным методом опроса,

проведённым преподавателем. Особенности математической модели и реализация объектов «Вопрос-Ответ», их создание, весовое определение и взаимосвязь с информационными ресурсами являются основой системы контроля знаний и связующим звеном между тремя элементами системы – информационными материалами, модулем контроля знаний и студентом.

Множество «Вопрос-Ответы» (α), является основой системы контроля знаний. Вопрос, задаваемый системой контроля знаний, содержит группу ответов, каждый из которых является интерпретацией определённого уровня знаний или заблуждений. Если правильный ответ не нуждается в детальном анализе, то неправильные ответы представляют собой некие ошибочные представления студента по сути вопроса. Каждый неправильный вариант ответа создан с целью выявления пробелов знаний студента в определённой области изучаемого предмета.

Неправильные ответы одновременно являются указателями на соответствующие разделы знаний. Одной из особенностей разрабатываемой системы контроля знаний является гибкость метода оценивания неправильных ответов. Неверные ответы характеризуются оценкой уровня заблуждения студента. Если правильный ответ оценивается в 100 баллов, то за неверные ответы также начисляются баллы, размер которых находится в зависимости от классификации уровня заблуждения (смысловой удалённости от правильного ответа).

Система контроля знаний является одним из основных модулей, определяющим общую успешность исследовательской работы, поскольку все остальные модули в своей работе преимущественно опираются на результаты, выдаваемые каждым из модулей.

Упрощённо метод обучения сводится к принятию решения о выборе уровня сложности следующего вопроса, который будет задан студенту, на основании результата ответа на предыдущий вопрос.

Решение этой задачи зависит от большого количества параметров, большинство из которых неизвестны интеллектуальной системе, однако более точный ответ может быть найден при помощи математического аппарата нечёткой логики.

В процессе анализа текущей ситуации существенную роль играют следующие события:

- на предыдущий вопрос обучаемый ответил правильно;
- на предыдущий вопрос обучаемый ответил неправильно;
- имеется предварительный анализ способности студента;
- известно количество правильных ответов на вопросы, помноженные на их сложность по отношению к ошибкам и т.д.

Этот список отражает реальные вычислительные задачи, стоящие перед программой анализа. Принятие решений сводится к выбору вопроса, который, по мнению программы, соответствует способностям студента. При неверном ответе производится переоценка данных о студенте, и на следующем шаге будет

задан менее сложный вопрос. При правильном ответе программа задаёт вопрос с прогрессирующей сложностью.

Данный способ принятия решения о последовательности выбора вопросов позволяет индивидуально произвести процесс обучения или тестирования и, по окончании, выдать наиболее точную оценку способностей студента.

По окончании тестирования – принимается решение, относящиеся как к студенту так и к преподавателю (например, в связи с окончанием времени обучения), подводится итог пройденным вопросам, количеству правильных ответов и их сложности. Программа анализа производит изменение в соответствующих записях базы данных студента, затем начинается процесс анализа, цель которого выдать информацию о студенте.

В эту информацию может входить: текущий уровень интеллекта студента; сравнение значения с предыдущим; анализ ответов, на которые студент ответил неверно, и вывод правильных ответов с комментариями. Комментарии включаются преподавателем при вводе вопроса в базу данных.

Решение относительно значения оценки за выполненный тест может быть принято, как программой, так и преподавателем или же быть их совместным решением. Данный способ принятия решения позволяет проводить обучение или тестирование любого уровня сложности, от индивидуального теста до государственного экзамена.

При тестировании студента очередной вопрос считывается из базы данных на основе выводов из базы знаний, находящейся в локальной сети, и выдается на экран в удобной для студента форме.

Выбор вопроса осуществляется выполнением нескольких нечётких выражений, результаты которых передаются подсистеме принятия



решений (Рис. 10).

Рис. 10. Упрощённая схема функционирования системы контроля знаний

Эти выражения могут быть представлены в виде условных операторов сложной структуры.

В качестве самого простого примера может служить выражение вида:

***Если ПредыдущийОтвет = Правильно,
То ПравильныеОтветы = ПравильныеОтветы + 1***

Следующим усложнением будет учет веса вопросов (их сложности):

***Если ПредыдущийОтвет = Правильно,
То ВесПравОтвет = ВесПравОтвет +
ТаблВесов (ИндексТекущегоОтвета)***

Добавив учет затраченного времени и несколько других параметров, и усложняя логику выражений, достигается уровень интеллектуальности подсистемы тестирования, сравнимый с реальным опросом преподавателя. Дополнительным параметрам в математических выражениях служат уровень значений следующих характеристик: способность к запоминанию, внимательность, скорость реакции, скорость принятия решений, скорость чтения и т.д.

В процессе работы с программой студент может не только тестировать свои знания, но и обучаться. Это достигается как способом, которым задаётся вопрос, так и наличием при каждом вопросе комментариев и объяснений, данных преподавателем.

По достижении стабильных результатов в вопросах определённой группы, студент может перейти на следующий уровень сложности вопросов. Этот переход даст студенту возможность не останавливаться на достигнутых результатах, а развиваться дальше.

Ступенчатость в обучении предоставляет необходимое время для полного усвоения и закрепления материала, а затем уже позволяет переход к новому, более сложному материалу. Каждый переход сопровождается небольшим тестом по предыдущему материалу с анализом его усвоения.

Принятие решений в управлении обучением и контролем знаний

Алгоритм выборки первого и последующих вопросов опирается на результаты выполнения следующих задач:

- предварительный анализ знаний студента – используется для оценки уровня знаний студента, для принятия решения о выборе первого вопроса (отстающему студенту вначале будет задан вопрос из группы простых, в то время как подготовленному студенту будет задан более сложный вопрос) (Рис.11).

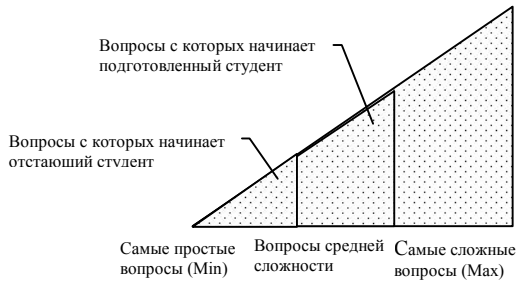


Рис. 11. Стратегия выбора первого вопроса

Ниже представлены формулы, упрощенно описывающие одну из функций блока принятия решений, суть которой сводится к выбору следующего вопроса, который, вероятнее всего, соответствует знаниям студента. При неверном ответе производится переоценка данных о студенте и следующим будет задан менее сложный вопрос (11). При правильном ответе программа выберет более сложный вопрос (10).

- пусть на предыдущий вопрос студент ответил правильно – в данном случае студенту задается вопрос повышенной сложности. Формула выбора следующего вопроса в этом случае представлен ниже:

$$Q = \frac{(\text{Max}(A^+) + \text{Max}(A^-))}{2} \pm 2\% \quad (10)$$

где Q – следующий вопрос, (A+) – значение уровня сложности правильного ответа, Max(A+) – значение максимального по уровню сложности вопроса на который тестируемый дал правильный ответ, (A-) – значение уровня сложности неправильного ответа, Max(A-) – значение максимального по уровню сложности вопроса на который тестируемый дал неправильный ответ. В случае, если неправильного ответа тестируемый ещё не давал, в качестве крайнего ограничения принимается значение максимального по сложности вопроса по данному курсу, $\pm 2\%$ – это предельное отклонение, в диапазоне которого случайно выбирается следующий вопрос (Рис.12).

Рис. 12. Стратегия выбора вопроса после правильного ответа

пусть на предыдущий вопрос студент ответил неправильно – в данном случае студенту задается вопрос пониженной сложности. Формула выбора следующего вопроса для этого случае имеет вид:

$$Q = \frac{(\text{Max}(A^-) + \text{Min}(A^+))}{2} \pm 2\% \quad (11)$$

где $\text{Min}(A^+)$ – значение минимального по уровню сложности правильного ответа. В случае если правильного ответа тестируемый ещё не давал, крайним ограничением берётся значение минимального по сложности вопроса по данному курсу (Рис.13).

Рис. 13. Стратегия выбора следующего вопроса после неправильного ответа

Предельное отклонение создаёт ситуацию, когда для любой группы тестируемых не будет таких двух студентов, у которых окажутся одинаковые вопросы даже если порядок правильных и неправильных ответов будет одинаковым.

$$Z + jP = f \left(\frac{\sum_{i=1}^N (A_i^+)}{N}, \frac{\sum_{j=1}^M (A_j^-)}{M}, [A_1^+, A_2^+, \dots, A_N^+], [A_1^-, A_2^-, \dots, A_M^-] \right) \quad (12)$$

где Z – оценка знаний, P – неопределенность оценки, f – подпрограмма принятия решения, на вход которой подаются следующие характеристики проведённого тестирования: (A_{i+}) – множество значений уровня сложности правильно отвеченных вопросов, (A_{j-}) – множество значений уровня сложности неправильно отвеченных вопросов, N – количество вопросов, на которые получены правильные ответы, M – количество вопросов, на которые получены неправильные ответы.

Полученное в соответствии с формулой 3 сложное число представляет собой ответ подпрограммы принятия решения, характеризующее оценку знаний студента с некоторой неопределённостью. Данная неопределенность представляет собой уровень уверенности блока принятия решения в выданной оценке. На её значение в основном влияет охват учебного курса вопросами. Чем выше охват, тем меньше неопределенность, которая, в свою очередь, зависит от количества заданных вопросов (Рис. 14). Так, например, студент может ответить на небольшое количество вопросов и получить оценку отлично, но неопределённость в данном случае будет очень высокой, так как несколькими вопросами охватить более-менее значимый объем учебного курса крайне сложно.

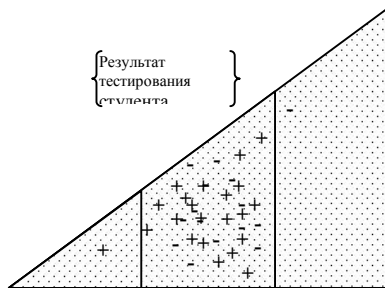


Рис. 14. Пример распределения ответов по окончании тестирования

Таким образом, в системе реализован гибкий алгоритм опроса, когда преподаватель сам решает какой объем учебного курса и количество вопросов необходимо задать студенту для качественного определения знаний студента. Это может быть как промежуточный тест, и соответственно, небольшой объем учебного курса (10-20 вопросов – 20-30 минут), так и полномасштабный экзамен по всему объёму пройденного материала (100-150 вопросов – 3-4 часа).

Описанный выше механизм выборки вопросов в ходе проведения процедуры контроля знаний можно представить в виде алгоритма, блок-схема, которого приведена на рис 15.

В процессе работы студент может не только определять свои знания, но и дополнительно обучаться на анализе собственных ошибок, которые влияют на генерацию учебного плана. По достижении стабильных результатов в опросах по определённой теме, студент может перейти к следующим разделам учебного курса.

Ступенчатость в обучении предоставляет необходимое время для полного усвоения и закрепления материала, с последующим возможным переходом к новому, более сложному материалу. Каждый переход сопровождается небольшим тестом по предыдущему материалу с анализом его усвоения.

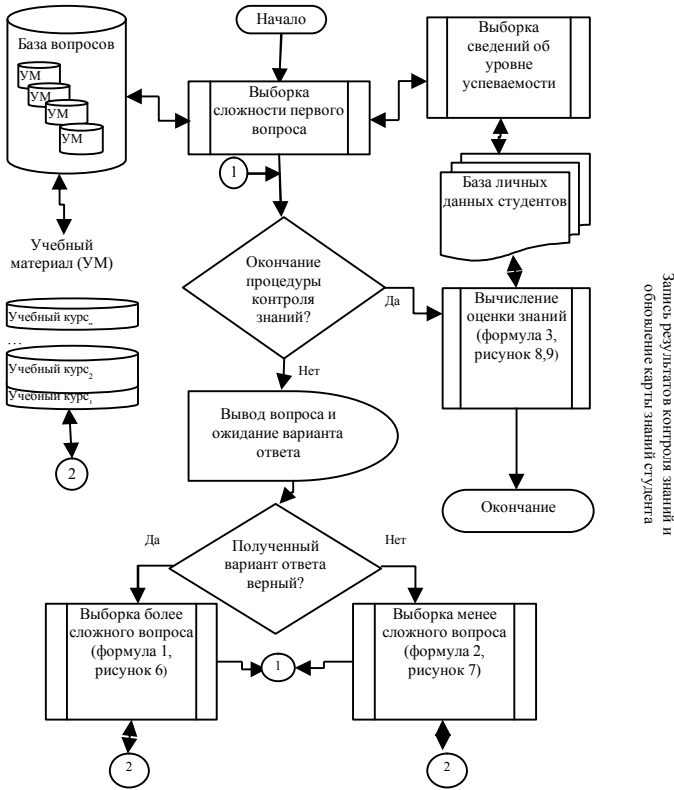


Рис. 15. Блок-схема подпрограммы контроля знаний

Изначально блок принятия решений разрабатывался на базе двух параллельных технологий – нечёткой логики и нейронных сетей. Однако, во многих ситуациях нейронная сеть оказывалась малопригодной именно из-за невозможности логического контроля полученных результатов. Переход на использование нечёткого нейрона позволил качественно усовершенствовать механизм принятия промежуточных решений, а также упростить режим отладки и обучения сети.

При поступлении на вход нечёткого нейрона сигнала X_i , рассчитывается сумма $\sum_{i=0}^{Max} f_{FN}(X_i)\Delta l$ вычисляемая из размера нечётких весов Δl и входов $f_{FN}(X_i)\Delta l$, с учётом коэффициента коррекции Λ .

Схематично, применяемый в работе нечёткий нейрон изображён на рис.16.

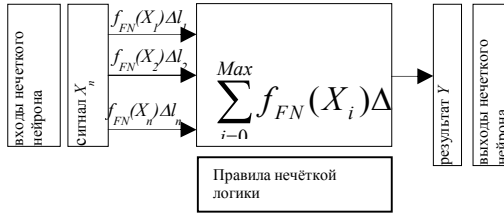


Рис. 16. Общая схема структуры нечёткого нейрона

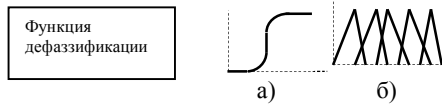


Рис. 17. Стандартная кривая-функция дефаззификации: а) для оценки зачтено/не зачтено; б) для оценки по пятибалльной шкале

Сигнал, преодолев фильтр (настроенный на ограничение слабых сигналов), преобразуется в область нечёткого множества, связанного с доступными уровнями активаций. Выводимый сигнал, представляющий собой совокупную силу сигналов реакции системы, пройдя через функцию дефаззификации (Рис. 17), конвертируется из нечёткой системы координат в область скалярных величин, характеризующих скалярное представление нечёткой переменной, выданной блоком принятия решений.

При обучении и тестировании нечёткой нейросети использовались 2 источника контроля качества принимаемых решений: традиционная процедура тестирования и оценка данная преподавателем.

В ходе экспериментов с нейросетями различных конфигураций была получена система, имеющая среднеквадратическую ошибку, равную 0.227. Это значение является максимальной по результатам десяти экспериментальных этапов, в которых участвовали группы по 5-6 испытуемых. Ошибка была получена измерением отклонения оценки знаний студента, со стороны преподавателя и обычной процедурой тестирования по определённому учебному курсу. При вычислении оценки были введены коэффициенты доверия, равные 3 для преподавателя и 1 для оценки, полученной по тестам. Окончанием процедуры обучения было получение минимального значения максимальной ошибки.

Карта студента является оригинальным способом быстрого анализа совокупности знаний студента как результата аккумуляции всех данных, полученных в ходе проведения процедур проведения контроля знаний.

Рис. 18. Пример результирующей оценки по окончании тестирования

Представленная на рис. 18 нечеткая функция оценки знаний удобна для обработки в вычислительной среде, однако для преподавателя данное представление достаточно неудобно, поэтому на данном этапе обработка результатов оценки знаний не прекращается. На рис.19 представлена преобразованная в трехмерную модель, карта распределения плотности ответов по учебному материалу, а на рис. 20 та же модель выполнена в виде цветовой градаций, характеризующих плотность ответов, так как она гораздо лучше воспринимается и анализируется человеком. Наиболее ярко отображается область, в которой студент показал самые высокие стабильные знания.

Рис. 19. Трехмерное отображение результатов тестирования

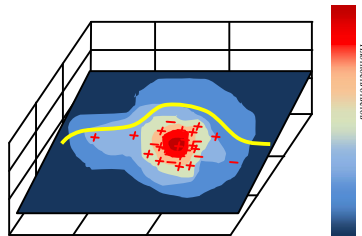


Рис.20. 3хмерное отображение плотности ответов по результатам тестирования

В результате прохождения обучения в личном разделе студента создаётся обобщённая карта знаний (Рис. 21).

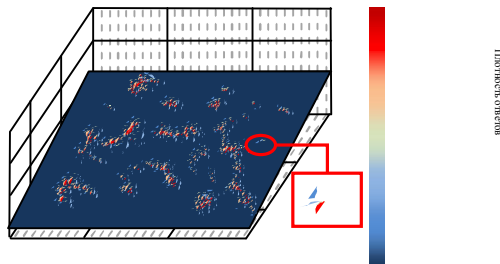


Рис. 21. Трехмерное отображение обобщённой карты плотностей результатов тестирования усвоения учебного материала

Базовое ядро системы позволяет построить учебный процесс, удовлетворяющий потребностям широкого спектра учебных заведений, учебные

материалы которых можно представить в формальном виде, а принятые решения, выразить в виде логических выражений. Структура уровней доступа максимально упрощена, но в тоже время полностью обеспечивает необходимую защищённость и гибкость.

При разработке системы были использованы перспективные алгоритмы интеллектуализации обработки информационных процессов, основанные на нечёткой логике, реализованной в виде нечёткой нейросети (Рис. 22).

Оригинальным способом представления итоговых результатов обучения является преобразование их в наглядное представление в виде карты знаний студента, которая позволяет преподавателю в считанные секунды оценить объем и качество усвоения студентом учебного материала.

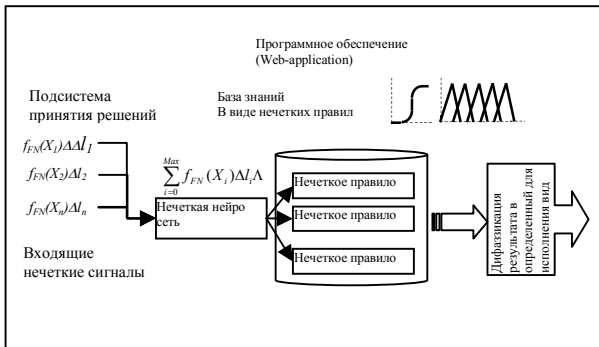


Рис. 22. Подсистема принятия решений

Таким образом, в диссертации предложена методология прикладной разработки программного комплекса ИИСОКЗ, в которой проанализированы и исследованы все аспекты функционирования системы.

В пятой главе рассмотрены теоретические и практические основы реализации интеллектуальной информационной системы обучения и тестирования для реализации в Интранете ВУЗа.

Рассмотрены алгоритмы функционирования большинства основных модулей, обеспечивающие сочетание простоты, гибкости и потенциальной мощности предлагаемых решений. При этом, логика работы не зависит от жёстко запрограммированного алгоритма, а определяется по сути, текстовыми файлами, играющими роль свода инструкций, записанных с применением математического аппарата нечёткой логики. Преимущество нечёткой логики заключается в возможности анализировать большой объем информации и в кратчайшие сроки выдавать результат с 85-95% достоверностью.

В работе получены результаты по повышению надежности базы знаний и повышению уровня достоверности решений, принимаемых экспертной системой. Проработаны вопросы защиты реализуемой системы в условиях необходимости противодействия случайным или умышленным вредным воздействиям.

Подробно изложены методы, с помощью которых уязвимые места учебных систем могут быть надёжно защищены с применением достаточно простых функций проверки и подтверждения, проработаны и сложные методы трудно обнаружимых активных атак, таких как ложные маршруты и подмена адресов серверов, в том числе корректно авторизованных. Предложены оптимальные решения защиты баз данных, поддержки целостности данных, а также использованы возможности параллелизма и другие методы безопасного повышения общей производительности серверного оборудования.

Особенно важным в условиях использования распределённых запросов к базам данных является использование гибкого и, в то же время, надёжного способа управления (и контроля) транзакциями.

В заключении диссертационной работы сформулированы основные научные результаты, полученные в рамках решения поставленной научно-практической проблемы разработки моделей и методов проектирования распределённых баз знаний на основе нечетких нейронных сетей:

1. проведён анализ современно-традиционной системы образования и выделены характерные особенности, влияющие на фактический объём получаемых студентом знаний и навыков;
2. предложена и исследована обобщенная схема функционирования учебных учреждений и сертификационных центров и введено понятие формального и фактического объёма знаний, рассматриваемые как критерий расхождения со временем фактических знаний и навыков, полученных студентом в ходе обучения, и их формальной оценки;
3. предложена учебная модель, минимизирующая участие преподавателя в учебном процессе, и тем самым обеспечивающая устранение

человеческого фактора из структуры обучения и контроля знаний в автоматизированной системе образования. Это даёт возможность задать гарантированную строгость в отношении режима обучения студента и требуемого результирующего уровня знаний;

4. проведено моделирование учебного процесса, позволившее более подробно исследовать особенности и аномалии, вносящие искажения и шум в блоки принятия решений. Предложены способы выявления подобных ситуаций, сводящиеся к созданию дополнительных процедур обработки информации для повышения корректности и адекватности реакции со стороны информационной модели;
5. на базе искусственных нейронных сетей создан механизм, позволяющий учитывать субъективные мнения экспертов без необходимости внесения изменений в исходную систему;
6. предложены методы, позволяющие моделировать искусственные нейронные сети высокой сложности, что дает возможность эффективно развиваться экспертной системе без необходимости повторного проектирования и математического моделирования нейросетей при возрастании нагрузки на блок принятия решений;
7. проведён анализ информационных данных циркулирующих в учебной среде, и такие факторы как нечёткость или отсутствие требуемых данных были решены применением оригинальных методов и процедур, созданных на базе математического аппарата нечёткой логики, которая также используется в качестве основной технологии кодирования информации и операций над ней;
8. полученные результаты, направленные на повышение качества базы знаний, повышение уровня достоверности решений, принимаемых экспертной системой;
9. предложен новый способ формирования учебных материалов, состоящих из взаимосвязанных фрагментов, каждый из которых представляет собой самостоятельную учебную единицу, содержащую определенный объем знаний;
10. спроектирован и обоснован объект «вопрос-ответ», в котором каждый элемент неверного варианта ответа является индикатором определённых заблуждений студента и одновременно множеством указателей на содержащие разъясняющие и устраняющие подобные заблуждения учебные фрагменты;
11. с применением аппарата нечёткой логики разработан оригинальный способ контроля знаний студента, максимально близко имитирующий поведение преподавателя в ходе опроса студента, который сочетает в себе мощностъ и лаконичность, ранее не доступные для автоматизированных обучающих систем;

12. обобщённые результаты обучения представлены в виде особой «карты студента», являющейся трёхмерной картой, наглядно отображающей фактический объём знаний студента по всему учебному материалу;
13. в итоге предложена интеллектуальная информационная система обучения и контроля знаний (ИИСОКЗ), в которой на базе оригинальных моделей и методов реализована информационная модель учебного процесса на новом уровне качества и эффективности.

Основное содержание диссертационной работы изложено в следующих публикациях:

1. Аскеров Т.М., Абидов Ч.Дж., Шахбазова Ш.Н. Физическая модель базы данных, обеспечивающая динамическую независимость и эффективность выполнения процедур обработки данных в микро ЭВМ // Известия АН Азербайджана, серия физико-технических и физико-математических наук, выпуск “Информатика и проблема управления”. 1994, Т. XV, №1, с. 74-81.
2. Шахбазова Ш.Н. Физическая модель базы данных, обеспечивающая без аномальное выполнение процедур обработки данных // Материалы докладов 44-й научно-технической и методической конференции. АЗТУ, 1996, с.55-58.
3. Шахбазова Ш.Н. Оперативная информационная справочная система “Кадры ВУЗ” // Ученые записки. АЗТУ, 1996, №2, с.237-241.
4. Шахбазова Ш.Н. Алгоритм генерации физической модели данных // Ученые записки АЗТУ. 1996, №2, с.263-267.
5. Шахбазова Ш.Н. Разработка алгоритма процедур, обеспечивающего динамическую независимость данных // Ученые записки АЗТУ, Баку, 1996, т. V, №4, с.56-58.
6. Шахбазова Ш.Н. Виртуальные коммутируемые частные сети удаленного доступа // Ученые записки АЗТУ, 1997, т. VI, № 3, с.95-98.
7. Шахбазова Ш.Н. Разработка структуры физической модели интегрированной базы данных// Известия Академии Наук Азербайджана. Серия физико-технических и математических наук. 1997, Т. XVII, №6, с.104-107.
8. Шахбазова Ш.Н. Оперативная информационная справочная система “Деканат” // Ученые записки АЗТУ, 1997, Т. VI, №2, с.108-114.
9. Шахбазова Ш.Н. Корпоративные сети экстранет и интранет // Труды конференции “Новые информационные технологии и проблемы прикладной математики”. 1997, БГУ, с.117-120.

10. Шахбазова Ш.Н. Информационная безопасность в корпоративных сетях Интранет // Ученые записки АзТУ, 1998, Т. VII, № 4, с.173-177.
11. Шахбазова Ш.Н. Компьютерные курсы, пройденные в Индии по плану ITEC/SCAAP/ COLOMBO/PLAN // Ученые записки АзТУ, 1998, том. VII, № 3, с.198-201.
12. Machmud-zade R.A. Shahbazova Sh.N. Organization of a protection pf an information in corporate webs of the industrial enterprises // Second International Symposium on Mathematical & Computational Applications. Baku, 1999, September 1-3, p.16.
13. Shahbazova Sh.N. Protection of information from unauthorized access crypto transformation method // Second International Symposium on Mathematical & Computational Applications. Baku, 1999, September 1-3, p.17.
14. Shahbazova Sh.N., Freisleben B.A Network-Based Intellectual Information System for Learning and Testing // Fourth International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing, Siegen, Germany, June 27-29, 2000, pp.308-313.
15. Шахбазова Ш.Н. Исследование задач преподавателя в ИИС обучения в сетях // Ученые записки АзТУ, 2000, №3, стр.26-29.
16. Шахбазова Ш.Н. Исследование применения нечеткой логики в процессе обучения и тестирования // Материалы докладов 47-й юбилейной учебно-методической и научно-технической конференции. АзТУ, 2000, с.168-172.
17. Шахбазова Ш.Н. Трехмесячная научно-исследовательская работа, выполненная в Зигенском университете, Германии, завоеванная у фонда DAAD // Ученые записки АзТУ, 2000, № 3, с. 41-44.
18. Шахбазова Ш.Н., Сулейманов М.Р. Динамические данные в реляционных информационных системах // Материалы докладов 48-й юбилейной учебно-методической и научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава. АзТУ, 2001, с. 29-31.
19. Шахбазова Ш.Н. Анализ преимущества проведения тестирования знаний на базе Интернета // Материалы VII Республиканской конференции аспирантов, Азерб. Гос. Экономического Университета. 2001, с.110-111.
20. Shahbazova Sh.N., Suleymanov M. Development of the expert systems Intranet of Higher schools // First International Conference on Soft Computing and Computing with Words in System Analysis, Decision and Control, Antalya, Turkey, June 6-8, 2001, pp.212-217.
21. Shahbazova Sh.N. Creation of an intellectual information system learning and testing // Известия Национальной Академии Наук Азербайджана, Серия физико-технических и математических наук. Информатика и проблемы управления. 2001,Т XXI, №3, с. 91-95.

22. Shahbazova Sh.N. Application of the Hybrid Neuro-Fuzzy expert Monitoring knowledge system // Fifth International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing, Milan, Italy, September 17-18, 2002, pp.141-145.
23. Шахбазова Ш.Н., Исмаилова Е.Б. Разработка дистанционного обучения в сетях, основные компоненты и подходы создания открытого дистанционного образования // Материалы научно-технической конференции аспирантов АЗТУ, 2002, с. 36-38.
24. Shahbazova Sh.N. Application of the Hybrid Neuro-Fuzzy expert Monitoring knowledge system // Fifth International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing, Milan, Italy, September 17-18, 2002, pp.141-145.
25. Шахбазова Ш.Н. Исследование проблем применимости естественного языка в интеллектуальных системах // Материалы научной конференции «Современные проблемы прикладной математики». БГУ, Баку, 2002, с.216-218.
26. Шахбазова Ш.Н. Анализ способов транспортировки мультимедийных массивов информации // Ученые Записки АЗТУ. Баку, 2002, т. XI, №1, с. 30-33.
27. Machmud-zade R.A., Shahbazova Sh.N., Suleymanov M. Creation an intellectual learning and testing // Journal of Applied mathematics and Fuzzy systems, Azerbaijan Republic, L.Zadeh International Academy of Modern Sciences. Baku, 2002, pp.45-50.
28. Shahbazova Sh.N. Problem specification of the decisions made by neural networks in knowledge testing systems// Second International Conference on Soft Computing and Computing with Words in System Analysis, Decision and Control, Antalya, Turkey, September 9-11, 2003, pp.197-206.
29. Shahbazova Sh.N., Suleymanov A., Aliev S. The distributed intellectual information systems – an opportunity of reception of education, tests, examinations, certification and improvement of the professional skill// Second International Conference on Soft Computing and Computing with Words in System Analysis, Decision and Control, Antalya, Turkey. September 9-11, 2003, pp.305-311.
30. Шахбазова Ш.Н., Гахраманова Б.А Анализ и разработка информационной системы «Электронный учебник» // Azərbaycan Respublikasının prezidenti, ZATİ-ALİLƏRİ HEYDƏR ƏLİYEVİN 80 illik yubileyinə həsr olunmuş konfrans. AzTU, 2003, s.52-55.
31. Шахбазова Ш.Н., Алиев З.А. Анализ проблемы организации дистанционного образования // Azərbaycan Respublikasının prezidenti, ZATİ-ALİLƏRİ HEYDƏR ƏLİYEVİN 80 illik yubileyinə həsr olunmuş konfrans. AzTU, 2003, s.29-32.
32. Шахбазова Ш.Н., Сулейманов М.Р. Проблемы отказоустойчивости серверов баз данных моделирования множественного доступа // Heydər

- Əliyev və Azərbaycanca elmi-texniki tərəqqi mövzusunda professor-müəllim heyətinin və aspirantların elmi praktiki konfransı. AzTU, 2003, s.42-44.
33. Шахбазова Ш.Н. Выбор модели и проектирование экспертной системы контроля и диагностики сетевой активности, проблема массовых атак // Heydər Əliyev və Azərbaycanca elmi-texniki tərəqqi mövzusunda professor-müəllim heyətinin və aspirantların elmi praktiki konfransı. AzTU 2003, s.44-47.
 34. Shahbazova Sh.N., Bonfig K.W., Suleymanov M. Technology of creation distance learning system with the application of complex intelligence information system of tutoring and testing// Sixth International Conference on Application of Fuzzy Systems and SoftComputing, Barcelona, Spain. September 28-30, 2004, pp. 116-123.
 35. Шахбазова Ш.Н. Параллельная обработка в системах принятия решений // 51-ая научно-техническая и учебно-методическая конференция профессорско-преподавательского состава АзТУ, Баку, с.77-79, 2004.
 36. Shahbazova Sh.N. Discernment of no conventional images and speeches in the architecture on the basis of apparatus of hybrid neuron-fuzzy logic// Proceedings of the Forth International conference BSU-Vinnytsia National Technical University-St.Cyril and St. Methodius University of Veliko Turnovo, Internet Education Science. Septemb. October, 28, 2004, pp.573-576.
 37. Шахбазова Ш.Н. Этапы распознавания вероятностных образов // Ученые Записки АзТУ. Баку, 2004, т. XIII, №4, с. 6-9.
 38. Шахбазова Ш.Н. Исследование применения гибридных нейросетевых экспертных систем контроля знаний // Ученые Записки АзТУ. Баку, 2005, №2, с. 39-43.
 39. Шахбазова Ш.Н. Исследование повышения эффективности нейронных сетей в подсистеме контроля знаний // Ученые Записки АзТУ. Баку, 2005, №3, с. 6-8.
 40. Шахбазова Ш.Н., Гахраманов М. Проектирование распределенной информационной системы в области обучения и тестирования знаний // Ученые Записки АзТУ. Баку, 2005, №3, с. 60-61.
 41. Шахбазова Ш.Н. Технология создания системы дистанционного образования // Professor-müəllim heyətinin və aspirantların AzTU-nun 55-illiyinə həsr edilmiş konfransı. Bakı, 2005, s.39-41.
 42. Шахбазова Ш.Н. Выбор модели и проектирование экспертной системы контроля и диагностики сетевой активности // Professor-müəllim heyətinin və aspirantların AzTU-nun 55-illiyinə həsr edilmiş konfransı. Bakı, 2005, s.41-43.
 43. Аскеров Т.М., Шахбазова Ш.Н. Разработка математического аппарата нейросети для применения в обучении и тестировании// Информационные технологии в управлении организационными системами. Известия Российской Академии Государственной Службы при Президенте РФ. Москва, 2005, с.62-73.

44. Шахбазова Ш.Н. Исследование интеллектуальных систем с применением нейросетевых технологий // Материалы конференции аспирантов АзГУ. Баку, 2005, с.45-48.
45. Шахбазова Ш.Н. Разработка автоматизированной информационной системы // Тезисы докладов 48-й научно-технической конференции АзГУ. Баку, 2005, с.22.
46. Шахбазова Ш.Н. Разработка математической модели расписания уроков // Тезисы докладов 48-й научно-технической конференции АзГУ. Баку, 2005, с.23
47. Шахбазова Ш.Н., Аскерзаде Б., Мурадова Г.И. Разработка алгоритма модели распознавания речевой информации // Материалы конференции профессорско-преподавательского состава АзГУ. Баку, 2005, с.38-39.
48. Шахбазова Ш.Н. Интеллектуальные информационные системы обучения и тестирования учебного назначения // Монография. Издательство «Чашыоглы», 192 стр. 2005.
49. Şahbazova Ş.N. Virtual şəbəkə mühitində təlim və idarəetmə intellektual sistemində işlənilməsi (texniki profili) // Q/№ 0102 Az00295 İN № 0206 Az004392001-2005-cü illər üzrə ETİ-nin hesabatı, s. 39-107.
50. Шахбазова Ш.Н. Динамическая генерация учебного плана и математическое моделирование учебного процесса// Известия Бакинского Государственного Университета, Серия Физико-математических наук. 2006, №2, с. 87-92.
51. Шахбазова Ш.Н. Решение проблемы интеллектуальности в области обучения и тестирования знаний// Известия Бакинского Государственного Университета. Серия Физико-математических наук. 2006, №4, с. 91-96.
52. Шахбазова Ш.Н. Математические исследования вопросов способов построения моделей // Ученые записки АзГУ. 2006, № 2, с. 34-37.
53. Шахбазова Ш.Н. Проблемы контроля времени в интеллектуальных задачах // Ученые Записки АзГУ. том XI, 2006, №2, с. 61-65.
54. Шахбазова Ш.Н. Интеллектуальность интеллектуальной информационной системы обучения и тестирования в образовании// Международный научно-технический журнал "Информационные технологии моделирования и управления". Воронеж, 2006, №8(33), с. 947-951.
55. Shahbazova Sh.N. Application of Intelligent Information System of Tutoring and Testing in Creation of Distance Education System // First International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology. 16-18 July, 2008, G.H.Raisoni College of Engineering Nagpur, Maharashtra, India, p-1146-1149.
56. Шахбазова Ш.Н. Применение информационно-коммуникационной технологии в многоуровневом образовании // XXII Международная научная конференция.

- Математические методы в технике и технологиях. IV Международный научно-методический симпозиум. Современные проблемы многоуровневого образования. Ростов-на-Дону, 2009, с.271-276.
57. Шахбазова Ш.Н., Гусейнов Г.Т., Насибов Д.Р. Проблема обучения студентов в ONLINE // AzTU-nun professor-müəllim heyətinin və aspirantlarının 54-cü elmi-texniki və tədris-metodiki konfransı. Bakı, 2009, s. 50-52.
 58. Шахбазова Ш.Н., Гасанов Р.А., Гурбанов Г.Т. Организация живучих клеточных структур в пространственно-распределенных системах // AzTU-nun professor-müəllim heyətinin və aspirantlarının 54-cü elmi-texniki və tədris-metodiki konfransı. Bakı, 2009, s. 29-31.
 59. Шахбазова Ш.Н. Зейналова С. Новый этап развития электронных образовательных ресурсов в ВУЗах Азербайджана// Информатизация образования-2010. Педагогические аспекты создания информационно-образовательной среды. Материалы международной научной конференции. Минск, 2010, стр.556-561.
 60. Şahbazova Ş.N. Tədris prosesinin xaos mühitində öyrədici sistemlər üçün hibrid qeyri-səlis arxitektura bazası əsasında qərarların qəbulu alqoritminin tətbiqi ilə modelləş-dirilməsi sahələrinin tətbiqi // Q/№ 0106 Az00921, İN № 0211 Az0308, 2006-2010-cu illər üzrə ETİ-nin hesabatı (138 s.)
 61. Shahbazova Sh.N., Zeynalova S. Decision-making in definition of knowledge in the conditions of uncertainty of educational process // The Third International Conference "Problems of Cybernetics and Informatics". Baku, 2010, Volume 1, pp.305-309.
 62. Shahbazova Sh.N. Application of Fuzzy Sets for Control of Student Knowledge// ISSN 1683-3511, Applied and Computational Mathematics, An International Journal (Impact Factor: 0.633), 2011, Volume 10, N 1, Special Issue on Fuzzy Set Theory and Applications, pp.195-208.
 63. Yager R. R. Reformat M. Z. Shahbazova Sh.N. Ovchinnikov S.Proceedings of the 1st World Conference on Soft Computing // 1st World Conference on Soft Computing, San Francisco State University, San Francisco, California, May 23-26, 2011.
 64. Шахбазова Ш.Н. Зейналова С. Разработка комплекса интеллектуальной информационной системы обучения и тестирования для управления учебным процессом в распределенной среде // Ученые Записки АзТУ. Баку, 2011, №2, с. 60-62.
 65. Shahbazova Sh.N. Features of Development of The Knowledge Base Learning System In Environments of Distance Education//1st World Conference on Soft Computing, San Francisco State University, San Francisco, California, May 23-26, 2011. Special Event devoted of the 45th Anniversary of Lotfi A. Zadeh's Pioneering Fuzzy Set Paper and 90th birthday of Lotfi A. Zadeh.

66. Mammadov H.A., Shahbazova Sh.N. Definition of Knowledge in Conditions of Uncertainty in Decision Making for Applications in Educational Process // 1st World Conference on Soft Computing, San Francisco State University, San Francisco, California. May 23-26, 2011. Special Event devoted of the 45th Anniversary of Lotfi A. Zadeh's Pioneering Fuzzy Set Paper and 90th birthday of Lotfi A. Zadeh.
67. Шахбазова Ш.Н. Открытые образовательные ресурсы в СНГ: современные состояние, проблемы и перспективы развития // Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании. ISBN 978-5-905175-04-6, Москва, 2011, стр.9-32.
68. Shahbazova Sh.N. Development of the Knowledge Base Learning System for Distance Education // USA, International Journal of Intelligent System (Impact Factor: 1.416), April 2012, Volume 27, No., 4, Wiley Periodicals, Inc., Wiley - Blackwell, pp. 343-354.
69. Shahbazova Sh.N. Applied research in the field of automation of Learning and knowledge control, // Editors-Ronald R.Yager, Ali M.Abbasov, Marek Z.Reformat, Shahnaz N.Shahbazova, SPRINGER, Series Title: Studies in Fuzziness and Soft Computing, "Soft Computing : State of the Art Theory and Novel Application", 2012, pp.223-240.
70. Shahbazova Sh.N. Intellectual Information Learning and Control of Knowledge System(IILCKS): Overview and Implementation Intellectual Information Learning and Control of Knowledge System(IILCKS): Overview and Implementation // 31st Annual Conference of North American Fuzzy Information Processing Society, August 6-8, 2012, Berkeley, CA, USA.
71. Шахбазова Ш.Н. Имитация поведения преподавателя, применением экспертных систем в области учебных комплексов // Управляющие системы и машины. Научный журнал Института кибернетики им. Глушкова Национальной академии наук Украины. №3, 2012, стр.68-75.
72. Mammadov H., Shahbazova Sh.N., Babanli M. Functional design of the control of knowledge on base of fuzzy logic // International Conference on application of information and communication technology and statistics in economy and education, October 5-6, 2012, University of National and World Economy, Sofia, Bulgaria, pp.24-31.
73. Shahbazova Sh.N. Mathematical model of the applicability of the expert systems based on neural networks technology and hybrid systems for decision making // 2nd World Conference on Soft Computing, December 3-5, Baku, Azerbaijan. 2012.

74. Mammadov H., Shahbazova Sh.N., Huseynov Q., Babanli M. Simulation of Building of the Complex on Intelligent Information Systems Training and knowledge Control // 2nd World Conference on Soft Computing. December 3-5, Baku, Azerbaijan, 2012.
75. Zadeh L. A., Abbasov A.M., Yager R. R., Reformat M. Z., Shahbazova Sh.N. Proceedings of the 2nd World Conference on Soft Computing // 2nd World Conference on Soft Computing, December 3-5, Baku, Azerbaijan, 2012. (298 p).
76. Shahbazova Sh.N. Decision-making in determining the level of knowledge of students in the learning process under uncertainty // USA, Informatica, An International Journal of Computing and Informatics, 2013, Print edition ISSN: 0350-5596, Volume 37, No.3, pp. 339-344.
77. Shahbazova Sh.N. Cybernetic theory of informational modeling the behavior the teacher in the learning process based on fuzzy logic // 2013 IFSA World Congress, NAFIPS Annual Meeting, Edmonton, Canada, 2013, June 24-28,
78. Abbasov A.M., Shahbazova Sh.N. Implementation of the main units of complex intelligent information system of learning and knowledge control based on fuzzy sets // 3rd World Conference on Soft Computing, San Antonio, Texas, USA, 2013.
79. Шахбазова Ш.Н. Исследование основных проблем и направлений традиционных систем образования // Международный научный журнал Управляющие системы и машины. Института кибернетики им. Глушкова Национальной академии наук Украины. 2013, №5, стр. 88-92.
80. Шахбазова Ш.Н. О применимости экспертных систем в учебном процессе // ISSN 1028-9763. International technical journals of Mathematical Machines and Systems, Ukraine. 2013, №3, pp.110-117.
81. Abbasov A., Shahbazova Sh.N. Model of the applicability of the expert systems based on neural networks technology and hybrid systems for decision making // Editors-Lotfi A.Zadeh, Ali M.Abbasov, Ronald R.Yager, Shahnaz N.Shahbazova and Marek Z.Reformat, SPRINGER, Series Title: Studies in Fuzziness and Soft Computing, "Recent Developments and New Directions in Soft Computing", 2014, pp. 3-18.
82. Shahbazova Sh.N. Creation the model of educational and metodical support based on fuzzy logic // Editors-Lotfi A.Zadeh, Ali M.Abbasov, Ronald R.Yager, Shahnaz N.Shahbazova and Marek Z.Reformat, SPRINGER, Series Title: Studies in Fuzziness and Soft Computing, "Recent Developments and New Directions in Soft Computing", 2014, pp. 317-330.
83. Shahbazova Sh.N., Olga Kosheleva "Fuzzy" Multiple-Choice Quizzes And How to Grade Them // Journal of Uncertain Systems, 2014, Vol.8, №3, pp. 216-221, Online at: www.jus.org.uk
84. Abbasov A.M., Shahbazova Sh.N. Informational modeling the behavior the teacher in the learning process based on fuzzy logic // International Journal of

- Intelligent System, 2014, Volume , Issue , Wiley Periodicals, Inc., Wiley – Blackwell.
85. Octavio Lerma, Kosheleva O., Shahbazova Sh.N., Kreinovich V. Towards Designing Optimal Individualized Placement Tests // USA, International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems (Impact Factor: 1.633), 2014.
 86. Shahbazova Sh.N. Modeling of Creation of the Complex on Intelligent Information Systems Learning and Knowledge Control (IISLKC) // USA, International Journal of Intelligent System (Impact Factor: 1.416), April 2014, Volume 29, issue 4, Wiley Periodicals, Inc., Wiley-Blackwell, pp. 307-319.
 87. Шахбазова Ш.Н. Особенности разработки учебных материалов и системы контроля знаний // Journal of automation and information science, Ukraina. 2014, N 6, pp.95-100.
 88. Abbasov A.M., Shahbazova Sh.N. Information model of the applicability of expert system for decision making // 4th World Conference on Soft Computing, Berkeley, California, USA, May 25-27, 2014.
 89. Shahbazova Sh.N. Functioning of control module of learning materials // 4th World Conference on Soft Computing, Berkeley, California, USA, May 25-27, 2014.
 90. Zadeh L.A., Abbasov A.M., Yager R.R., Shahbazova Sh.N., Reformat M.Z. Proceedings of the 4th World Conference on Soft Computing // 4th World Conference on Soft Computing, Berkeley, California, USA, May 25-27, 2014. (122 p).
 91. Abbasov A.M., Shahbazova Sh.N. Information model of the applicability of expert system for decision making // Editors: Zadeh L.A., Abbasov A.M., Yager R.R., Shahbazova Sh.N., Reformat M.Z. SPRINGER, Series Title: Studies in Fuzziness and Soft Computing, Volume 319, “Soft Computing: New Directions in Foundations and Applications”, 2015.
 92. Shahbazova Sh.N. Functioning of control module of learning materials // Editors: Zadeh L.A., Abbasov A.M., Yager R.R., Shahbazova Sh.N., Reformat M.Z. SPRINGER, Series Title: Studies in Fuzziness and Soft Computing, Volume 319, “Soft Computing: New Directions in Foundations and Applications”, 2015.
 93. Abbasov A.M., Shahbazova Sh.N. Functional solution of the problem to control the level of knowledge, the principles of rules of fuzzy logic and linguistic variables // SPRINGER, Series Title: Studies in Fuzziness and Soft Computing, Volume 2941, 2015.
 94. Шахбазова Ш.Н. Исследование и разработка алгоритмов принятия решений на базе архитектуры нечеткой логики для интеллектуальной обучающей и тестирующей системы в распределенной сети хаотической образовательной среде учебного назначения // Q/№ 0111 Az1057, IN № 0206 Az00439. Отчет по НИР за 2011-2015 гг. (76 стр).

95. Zadeh L.A., Abbasov A.M, Shahbazova Sh.N. Fuzzy-based Analysis of Social Networks: Current Status and Future Directions // USA, International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems (Impact Factor: 1.633), 2015.

Личный вклад, внесенный соискателем:

Работы 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 19, 21, 24, 25, 26, 28, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 60, 61, 64, 66, 67, 69, 70, 72, 74, 75, 76, 78, 79, 81, 85, 86, 88, 91, 93 выполнены самостоятельно, в работах 80, 83, 87, 89, 90, 92, 94 разработка алгоритмов выполнена совместно с А.М. Аббасовым, в работах 1, 12, 14, 18, 43, 57, 84 выполнены разработки математического аппарата нейросети в обучении и тестировании, комплекс интеллектуальной информационной системы обучения и тестирования в распределенной среде разработана в работах 31, 32, 40, 58, 59, 68 в работах 22, 23, 27, 47, 65, 74, 77, 95 предложена математический модель основанных на технологии нейронных сетей и гибридных систем для принятия решений, а также в работах 20, 29, 30, 34, 62, 63, 73, 82 предложена модель возможности использования экспертных систем.

Şahnaz Nadir qızı Şahbazova

**QEYRİ-SƏLİS NEYRON ŞƏBƏKƏ ƏSASINDA PAYLANMIŞ BİLİKLƏR
BAZASININ LAYİHƏLƏNDİRİLMƏ
MODELLƏRİ VƏ METODLARI**

XÜLASƏ

Dissertasiya işinin əsas məqsədi intellektual tədris kompleksinin yaradılmasıdır ki, bu da müəllimin iştirakı olmadan təlimin tam kursuna və tələbənin biliklərinə nəzarəti həyata keçirir. Həmçinin onun inteqrasiya imkanlarını reallaşdırır və tədris müəssisələrində müəllimlərin yükünün əhəmiyyətli dərəcədə azaldılmasına, tədris materiallarının yaxşılaşmasına və tədris prosesinin səmərəliliyinin daha da yüksəldilməsinə imkan verir.

Dissertasiya işində tədris prosesinin bütün aspektləri üzrə orijinal tədqiqat işi həyata keçirilmişdir ki, bu müasir avtomatlaşdırılmış təlim və biliyə nəzarət komplekslərinin yaradılmasında elmi işlərin problemlərinə görə böyük əhəmiyyət kəsb edən əsas meyarların təyin edilməsi məqsədini daşıyır.

Analistik və riyazi modelləşdirmədən istifadə etməklə tədris prosesinin yüksək intellektli, mürəkkəb mühitində onun səmərəli fəaliyyəti üçün intellektual informasiya sistemlərinin tətbiqinin bütün potensialını açmağa imkan verən modellər və metodlar müəyyən edilmişdir. Tətbiq sahəsində dərin riyazi tədqiqatlar, həmçinin təlimin keçirilməsinin, biliklərə nəzarət və tədris proqramları kurslarının idarə edilməsi artıq mövcud olan metodların səmərəliliyinin artırılması istiqamətində həyata keçirilmişdir.

İşlənmiş qərarların qəbulu alqoritmi minimal mümkün olan sualların soruşulması bazasında oyrənənin biliklərini təyin etməyə qadirdir. Bu ənənəvi sorğu metodu ilə müqayisədə yüksək səviyyədə etibarlılıqla az vaxt kəsiyində biliyi qiymətləndirir. Qeyri-səlis neyron şəbəkə texnologiyası bilik bazası əsasında qurulan və özündə qeyri-səlis qaydaları saxlayan qərarların qəbulu bloku olub qəbul edilən qərarların keyfiyyətinin yeni səviyyəyə çıxarmasına imkan verir. Elastiklik və məntiqi şəffafıqlıq onu praktik olaraq asanlıqla istənilən tədris materialı ilə modifikasiya etməyə imkan verir.

Dissertasiya işinin elmi-tədqiqat nəticələrini müasir proqram-aparat təminatı vasitəsi ilə ali məktəblərin şəbəkə sistemlərində öyrədici və biliyə nəzarət intellektual informasiya kompleksinə tamamilə reallaşdırmağa imkan verir. Sistemin nüvəsi tətbiqi əsasla tədris materialları ilə uyğunlaşmaya da bilər, buna istənilən ali məktəbin tədris və mühazirə materialları, professor-müəllim heyətinin şəxsi təcrübəsinin məhdud nəticəsi əsas ola bilər.

Shahnaz N. Shahbazova

**MODELS AND METHODS OF THE DESIGN OF DISTRIBUTED
KNOWLEDGE-BASED FUZZY NEURAL NETWORKS**

SUMMARY

The main purpose of the thesis is to create an intelligent learning complex capable of performing a full course of study and control the knowledge of students without participation of teachers. The paper also talks about realizing the integration possibilities as well as significantly reducing the burden on teachers in educational institutions, which allows concentrate on improving the training materials and the effectiveness of the learning process.

The dissertation work carried out original research of all aspects of the educational process in order to identify the main criteria. These are very important issues for research papers on the creation of modern automated systems of training and knowledge control. The new models and methods are defined in order to open the full potentiality of intelligent application of intellectual information systems for effective activity in educational highly difficult intellectual environment with analytical and mathematical simulation. The deep mathematical research in the application, as well as improvement of the efficiency of existing methods of training, knowledge control, and course management training programs were carried out.

Designed decision-making algorithm is able to determine the knowledge of a tested student based on the survey of the smallest possible number of questions. This, in comparison to the traditional survey method, can evaluate the knowledge with a high level in a short time. Decision-making unit built on the basis of fuzzy neural network technology, coupled with the knowledge base that contains fuzzy rules enabling a totally new level of quality of decision-making. Flexible and logical transparency makes it easy to modify it to work with almost any educational material.

Modern software and hardware programs allows the research results of dissertation work be implemented to the comprehensive intellectual, informational, training system network of universities, because the core of the system is not linked in any way with an application basis as teaching materials, which means that any participation of the university may be limited in terms of training and lecture materials like a personal experience of the faculty staff.

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
İNFÖRMASIYA TEXNOLOGİYALARI İNSTİTUTU**

Əlyazma hüququnda

ŞAHNAZ NADİR QIZI ŞAHBAZOVA

**QEYRİ-SƏLİS NEYRON ŞƏBƏKƏ ƏSASINDA PAYLANMIŞ
BİLİKLƏR BAZASININ LAYİHƏLƏNDİRİLMƏ
MODELLƏRİ VƏ METODLARI**

3338.01 – Sistemli analiz, idarəetmə və informasiyanın işlənməsi

**Texnika üzrə elmlər doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın**

AVTOREFERATI

BAKI - 2015