

На правах рукописи

Жуйков Виктор Викторович

**СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ НА
ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

13.00.08 – теория и методика профессионального образования

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Курск - 2009

Работа выполнена в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Курский государственный университет» на кафедре программного обеспечения и администрирования информационных систем.

Научный руководитель: кандидат педагогических наук, доцент
Кудинов Виталий Алексеевич

Официальные оппоненты: доктор педагогических наук, профессор
Образцов Павел Иванович

кандидат педагогических наук, доцент
Шевурдин Игорь Вячеславович

Ведущая организация: государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский городской педагогический университет»

Защита состоится «26» июня 2009 года в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.104.01 в Курском государственном университете по адресу: 305000, г.Курск, ул. Радищева, д. 33.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета по адресу: 305000, г.Курск, ул. Радищева, д.33

Текст автореферата размещён на сайте Курского государственного университета: www.kurks-uni.ru «22» мая 2009 года.

Автореферат разослан «22» мая 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Н.А. Тарасюк

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации.

Современный уровень развития науки и технологий ставит перед системой высшего профессионального образования задачу переосмысления проблем контрольно-оценочного процесса. Существующие на данный момент подходы к оценке качества знаний студентов зачастую имеют множество недостатков, таких как повышенная сложность, узкая применимость, стихийность, нерациональное использование методов и форм, отсутствие дидактической целенаправленности, недостаточная упорядоченность проведения контроля.

Увеличение объёма получаемой информации и повышение сложности образовательных программ выдвигают на первый план аспекты оперативности их изучения и систематизации. В современных системах контроля и оценки качества знаний данное направление остаётся неисследованным.

Проблема системы оценки качества знаний студентов получила теоретическую разработку в трудах многих исследователей. Вопросы построения систем контроля и оценки знаний интересовали многих учёных в разных областях знания. Так, в области обучения информатике студентов вуза этим занимались Д.С. Костылёв, Л.Ю. Зайкина, в области профессионально-педагогического образования - Ф.М. Калимуллин, в области повышения качества познавательной деятельности в образовательном процессе - Л.П. Тихонова, в области подготовки учащихся профильных школ - И.Р. Павлова, Н.М. Скотникова. В разработку проблемы управления качеством подготовки студентов внесли значительный вклад в разработку этой проблемы В.П. Беспалько, Н.Ф. Ефремова, А.А. Аветисов, А.Г. Бермус, П.И. Образцов, С. В. Шелапутина, М.М. Поташник. Исследованиями управления качеством в образовательных системах национального уровня занимались Н.А. Селезнева, А.И. Субетто, Г.В. Гутник. Вопросы методологии построения образовательных технологий были в сфере научных интересов Л.Андерсона, Н.В. Апатовой, В.П. Беспалько, В.И. Боголюбова, В.В. Гузеева и др. Исследованиям в области построения рейтинговых систем контроля и качества обучения посвящены труды С.Н. Дуброва, Ю.В. Попова, В.П. Подлеснова, Е.С. Брискина, В.И. Садовникова, И. Р. Павловой, Н.А. Воронковой. Вопросы в области построения систем контроля и качества обучения на основе тестовых технологий интересовали О.Д. Юнеева, М.Б. Шашкина, Н.Д. Нестеренко, Г.Н. Хубаев, О.А. Маркова.

Научный подход к совершенствованию учебного процесса ставит перед собой задачу информатизации всех его этапов для обеспечения более эффективного усвоения знаний, умений, навыков обучаемыми с целью реализации успешного выполнения задач профессиональной деятельности. Без систематического и достаточного по объёму осуществления принципа обратной связи не может всерьёз идти речь об эффективном управлении процессом обучения.

К сожалению, до сих пор в практике вузовского обучения данный принцип реализуется очень слабо и в весьма несовершенной форме. Каждый из применяемых методов и форм проверки уровня знаний студентов имеет свои преимущества и недостатки, свои ограничения. Данные, полученные на этапе контроля и измерения результатов обучения, могут способствовать изменению методики изложения материала, поэтому решение вопросов информатизации соответствующего направления является важной задачей с педагогической точки зрения.

Для контроля над ходом образовательного процесса необходимо внедрять современные системы обработки информации, основанные на теории искусственного интеллекта. Результаты контроля учебной деятельности представляют собой набор ответов, зависящий от многочисленных параметров, многие из которых трудно формализуемы. Для того чтобы учитывать их, необходимы гибкие математические инструменты, одним из которых может служить нейронная сеть.

Нейронные сети, несмотря на то что не имеют универсальной структуры, подходящей для всех областей применения, являются инструментом для эффективного решения широкого круга задач. В настоящий момент уровень развития информационных технологий предоставляет возможность использовать нейронные сети, в том числе и при оценке качества знаний. Система оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей позволит упростить и реструктуризировать контрольно-оценочный процесс.

Проблемы использования достижений в области искусственного интеллекта, в том числе искусственных нейронных сетей, в различных сферах деятельности получили теоретическую и практическую разработку в трудах многих исследователей. Вопросам построения интеллектуальных обучающих систем уделили внимание В.Л. Латышев, М.В. Суханова, О.В. Покалицына, И.А. Сулова, В.А. Кудинов. Тем не менее, в комплексе система оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей ещё не исследовались. Сложность исследования усугубляется его междисциплинарным характером, обусловленным его положением на стыке педагогических и технических теорий и парадигм.

Анализ существующих источников информации, посвящённых контролю и оценке результатов обучения, вскрывает целый ряд противоречий:

- существование предпосылок в необходимости создания системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей, с одной стороны, и недостаточное внимание вопросам реализации и методики использования системы в профессиональном образовании - с другой;

- существование необходимости использования в области оценки качества знаний студентов последних достижений в области нейронных сетей, с одной стороны, и отсутствие исследований в данной области, с другой стороны;

- существование необходимости создания модели обучающегося относительно предметной области и отсутствие методики и информационных средств решения данной задачи.

Научно-практические потребности и выявленные противоречия позволили определить **проблему** исследования: каковы теоретические основы и педагогические условия моделирования и применения системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей?

Цель исследования – разработка и апробация математической модели системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей.

Объект исследования - образовательный процесс в высшей школе.

Предметом исследования является математическая модель системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей.

Гипотеза исследования заключается в предположении о том, что искусственные нейронные сети позволят повысить результативность контрольно-оценочного процесса знаний студентов. Эффективность системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей может быть значительно повышена, если:

- при решении многокритериальной задачи генерации контрольно-оценочного материала будет использована ЭВМ;

- в процессе мониторинга качества знаний с использованием модели усвоения предметных знаний обучающегося будут использованы нейронные сети;

- на основе объективных контрольно-оценочных данных с эффектом накопления будет строиться модель полноты усвоения знаний образовательной области на основе нейронных сетей;

- обеспечивается управление процессом оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей.

Исходя из гипотезы и цели исследования, были поставлены следующие **задачи**:

1) проанализировать состояние системы оценки качества знаний студентов в профессиональном образовании;

2) разработать математическую модель системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей;

3) создать программные средства, обеспечивающие информационную поддержку мониторинга оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей;

4) определить организационно-педагогические условия эффективности системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей.

Методологическую основу исследования составляют работы в области системного анализа (А.В. Антонов, Н.П. Бусленко, В.Н. Волкова, А.А. Денисов, Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко); работы в области тестового контроля качества учебных достижений обучающихся (В.С. Аванесов, Б.В. Володин, В.Н. Бочаров, В.И. Васильев, Г.А. Епанчинцева, К.Т. Кузовлева, Н.И. Пак, А.Л. Симонова); работы в области измерения качества знаний (А.А. Аветисов, Т.С. Анисимова); работы в области управления качеством образования (А.Г. Бермус, П.Л. Брусиловский); работы в области нейронных сетей (А.В. Гаврилов, В.А. Головкин, А.Н. Горбань, В.В. Круглов, В.В. Борисов).

Теоретической основой исследования явились:

- идеи и теории тестового контроля качества учебных достижений обучающихся (В.С. Аванесов, В.Н. Бочаров, А.Н. Майоров);
- теории в области мониторинга качества знаний профессионального образования (А.И. Кукуев, А.Н. Майоров, А.А. Макаров);
- теории педагогических измерений (А.А. Аветисов, В.П. Беспалько, Т.С. Анисимова, Н.М. Розенберг, Г.Н. Хубаев);
- теория системного анализа (А.В. Антонов, Н.П. Бусленко, В.Н. Волкова, А.А. Денисов, Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко, Э.В. Попов, И.Б. Фоминых, В.Н. Спицнадель);
- теории качества профессионального образования (В.П. Беспалько, О.Е. Лебедев, И.Я. Лернер, В.Д. Шадриков);
- теория нейронных сетей (А.В. Гаврилов, В.В. Круглов, В.В. Борисов, Ф. Уоссерман);
- теории педагогических систем (В.П. Беспалько, О.Е. Лебедев);
- фундаментальные теории кибернетики (В.И. Арнольд, Р. Аткинсон, А.И. Захаров, А.М. Матюшкин, А.Н. Колмогоров);
- теории управления педагогическими процессами (Ю.К. Бабанский, П.Л. Брусиловский, С.Н. Дубров, Н.В. Кузьмина, А.И. Герцен);
- теории управления качеством профессионального образования (А.Г. Бермус, Н.Ф. Ефремова, Г.В. Гутник, В. А. Качалов, Э.М. Коротков, М.М. Поташник, А.И. Субетто);
- педагогические и психологические теории целостного развития личности (Н.Ф. Талызина, Ю.К. Бабанский, Е.А. Климов, П.Г. Марквард, В.В. Сериков).

Методы исследования:

- теоретические: сравнительный анализ, моделирование системы, теоретическое обобщение результатов исследования;
- эмпирические: наблюдение, педагогический эксперимент, мониторинг;
- общенаучные для теоретического и эмпирического исследования: абстрагирование, анализ, синтез, дедукция, индукция, аналогия, исторический и логический методы;
- диагностические: беседа, тестирование, контрольные задания;
- квалиметрические: статистические методы (шкалирование, методы математической статистики).

Опытно-экспериментальной базой исследования стало государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Курский государственный университет». В исследовании приняли участие 3 преподавателя кафедры программного обеспечения и администрирования информационных систем и 145 студентов специальности «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем».

Организация исследования. Исследование состояло из нескольких этапов.

На первом этапе (2005 г.) определялись исходные положения исследования, проводился поиск путей повышения эффективности оценки качества знаний студентов, изучалась научная литература и современный педагогический опыт в области построения систем оценки качества знаний, мониторинга и квалиметрии. Проводился анализ исторического развития рассматриваемой проблемы в психолого-педагогической литературе. Формулировалась рабочая гипотеза, выявлялись основные теоретико-методологические понятия исследования, определялись его задачи.

На втором этапе (2006 г.) проводилась разработка системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей. Были разработаны материалы для проведения контрольных мероприятий.

На третьем этапе (2006-2008 г.) осуществлялось внедрение разработанной системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей в процесс преподавания учебных дисциплин «Параллельное программирование», «Теория вычислительных процессов и структур» и анализ её эффективности для достижения поставленных целей. Проводилась обработка эмпирических данных.

Положения, выносимые на защиту:

1. Математический аппарат нейронных сетей является универсальным средством, позволяющим использовать его при построении системы оценки качества знаний.

2. Математическая модель системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей состоит из следующих компонентов: подсистемы оценки результатов тестирования, подсистемы перенастройки весовых коэффициентов, подсистемы экспертной корректировки, подсистемы ввода тестовых заданий, подсистемы построения портрета обучающегося, подсистемы мониторинга качества знаний, подсистемы генерации тестов, подсистемы построения онтологий.

3. Возможности онтологии предметной области позволяют решить задачу выявления направлений корректирующих воздействий для осуществления адаптивного управления обучением на основе индивидуальных результатов обучающихся.

4. Организационно-педагогическими условиями эффективности системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей являются:

- 1) формализация и построение онтологии предметной области;
- 2) создание тестовых заданий многократно превосходящих по количеству обучающихся;
- 3) создание тестовых заданий с характеристиками:
 - формулировка или текстовое сопровождение,
 - вид,
 - связи с областями знаний на основе построенной онтологии,
 - время, требуемое на выполнение (в среднем),
 - сложность,
 - трудность,
 - актуальность,

- дополнительный материал;
4) выделение и задание основных характеристик эталонной модели обучающегося;

5) проведение в рамках учебного процесса распределённого мониторинга качества знаний обучающихся.

Основные результаты, полученные исследователем, и их научная новизна состоят в том, что:

- уточнено содержание понятия системы оценки качества знаний студентов в профессиональном образовании;

- разработана математическая модель системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей;

- созданы программные средства, обеспечивающие информационную поддержку мониторинга оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей;

- определены организационно-педагогические условия эффективности системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей.

Теоретическая значимость исследования состоит в дополнении теории профессионального образования в области оценки качества знаний студентов. Разработанная математическая модель системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей служит теоретической основой для дальнейших исследований в области педагогических измерений.

Практическая значимость работы заключается в том, что применение системы оценки качества знаний на основе нейронных сетей в управлении процессом обучения при преподавании дисциплин «Параллельное программирование» и «Теория вычислительных процессов и структур» повышает эффективность учебного процесса и дидактического взаимодействия преподавателя со студентами. Материалы исследования найдут применение при разработке и совершенствовании диагностического инструментария, используемого как в профессиональном образовании так самообразовании преподавателей и студентов.

Достоверность и обоснованность основных положений и выводов исследования обеспечены за счёт:

- обоснованности исходных теоретико-методологических позиций, сформулированных в результате всестороннего изучения проблемы автоматизации контрольно-оценочного процесса;

- адекватности методологии исследования его предмету, целям и задачам;

- экспериментальной работы и полученных в результате исследования данных, доказывающих эффективность внедрения электронного ресурса в образовательный процесс.

Апробация и внедрение результатов исследования осуществлялись в ходе педагогического эксперимента (2006-2008 г.) на факультете информатики и вычислительной техники государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Курский государственный университет». Основные положения и результаты исследования опубликованы

ны в научном журнале «Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования» и в других изданиях. Материалы исследования обсуждались и получили одобрение на международных и всероссийских научно-практических конференциях (г. Биробиджан, 16 апреля 2008г., г. Красноярск, 19-21 мая 2008г., г. Курск, 8-11 декабря 2008г.).

Структура диссертации определяется логикой и последовательностью решения поставленных задач. Работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, формулируется цель диссертационной работы, указываются применяемые методы исследования, научная новизна и практическая ценность работы, приводится краткий обзор структуры работы, формулируются положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Анализ современных подходов к оценке качества знаний в профессиональном образовании» проанализировано состояние проблемы оценки качества обучения в профессиональном образовании.

Построение эффективной системы управления качеством образовательного процесса требует решения как минимум трех задач:

- 1) формирование эталона качества (стандартизация);
- 2) сравнение достигнутого уровня подготовки с эталоном и на этой основе оценка качества;
- 3) выработка управляющих воздействий на условия и факторы, определяющие достигнутое качество, с целью минимизации обнаруженных отклонений.

Обучение, будучи многофакторным процессом, требует комплексного подхода и системного анализа его параметров и способов реализации.

Системный подход предполагает изучение объекта как системы на основе выявления его основных качеств и характеристик во взаимосвязи друг с другом и внешними факторами, что позволяет оптимизировать функцию управления объектом.

Определить структуру системы оценки и управления качеством — это значит выявить компоненты этой структуры, указать их положение относительно друг друга, установить взаимосвязь компонентов, их взаимоположение и разработать схемы взаимодействия, обеспечивающие развитие системы в наиболее перспективных направлениях.

Связи между компонентами системы оценки качества и обучения указывают на циркулирующие потоки информации. Действительно, каждая подструктура испытывает на себе управленческие воздействия со стороны вышестоящих структур. В итоге реализуются два контура информационной связи, имеющие как прямой, так и обратный характер. Управление по принципу обратной связи требует структурирования и укрупнения информации о результатах контрольно-оценочной деятельности, а также объективных оценок, получаемых при внешнем контроле.

Для такого рассмотрения показатели качества образования принято разделять на две основные группы: качество учебных достижений обучающихся как результат овладения определенной суммой знаний, умений, навыков и компетенций; а также качество условий для осуществления образовательного процесса, обеспечиваемое со стороны органов управления образованием (стандарты, учебные программы, подбор кадров, материально-техническое и информационно-технологическое обеспечение и др.).

В рамках системного подхода к созданию условий для обучения и развития личности контрольно-оценочный процесс и образовательный мониторинг по его результатам должны рассматриваться в контексте других сопутствующих исследований, предполагающих постановку и решение комплекса вопросов, среди которых можно выделить наиболее важные:

1) обучение с использованием тестовых технологий для достижения планируемых результатов в условиях создания внешней контрольно-оценочной системы;

2) обоснование и оптимизация системы обучающего тестирования в учебном процессе;

3) создание системы объективного оценивания качества подготовленности обучающихся, адекватной целям и задачам обучения;

4) научное обоснование системы самоконтроля и самоподготовки на основе психолого-педагогических исследований отечественных ученых в области индивидуализации обучения, личностно-ориентированного образования;

5) создание системы показателей и критериев независимой оценки качества образовательного процесса и образовательных систем через оценку и анализ качества индивидуальных учебных достижений обучающихся;

6) обеспечение с позиций педагогической квалиметрии корректного многофакторного анализа эмпирических результатов массового тестирования;

7) на основе анализа интегральных и индивидуальных результатов учебных достижений перевод оценочной деятельности преподавателя на современные информационные средства мониторинга для облегчения и повышения эффективности педагогического труда.

Качество образования выпускника учебного заведения можно рассматривать как соответствие принятым в образовательной доктрине социальным требованиям и нормам (стандартам). Более того, главным критерием его оценки является действующий государственный образовательный стандарт.

Основными функциями государственного образовательного стандарта являются: определение минимального объема знаний и умений обучаемых, подлежащих обязательному усвоению; обеспечение вариативности учебных планов образовательных учреждений и преемственности обучения на различных ступенях; оптимизация и унификация средств контроля и оценки качества результатов обучения и другие аспекты. Соответственно, одним из основных элементов оценки качества образования и реализации государствен-

ных образовательных стандартов является контроль качества знаний студентов.

Для оценки овладения учащимися знаниями полезно учитывать четырехуровневую классификацию, разработанную В.П. Беспалько.

Для эффективной организации учебного процесса постоянно необходима оперативная информация об учебных достижениях каждой образовательной единицы и каждого отдельного субъекта обучения, об уровне и структуре усвоения им учебного материала по конкретным вопросам и темам курса, особенностях его развития. Именно на уровне образовательных единиц создаются условия для освоения содержания образования, приобретения и закрепления знаний, проверяется уровень учебных достижений и личностного развития.

Интегральные показатели подготовленности обучающихся и их сравнение с оценками более высоких уровней обобщения позволяют педагогам идентифицировать образовательные программы и образовательный процесс в едином образовательном и контрольно-оценочном пространстве, определять направления совершенствования программ и методов обучения.

Принимая во внимание рассмотренные выше понятия, можно выделить следующие элементы, являющиеся компонентами системы мониторинга качества образования:

- установление стандарта и операционализация (определение стандартов);
- операционализация стандартов в индикаторах (измеряемых величинах);
- установление критерия, по которому возможно судить о достижении стандартов;
- сбор данных и оценка результатов;
- принятие соответствующих мер, оценивание результатов принятых мер в соответствии со стандартами.

Тестирование является одной из наиболее технологичных форм проведения автоматизированного контроля с управляемыми параметрами качества. В этом отношении ни одна из известных форм контроля знаний учащихся с тестированием сравниться не может.

Глубинный смысл тестового контроля заключается не в одноразовых процедурах тестирования и получения индивидуальной оценки обучающимся, а в создании целостной системы обучения, развития и контроля, а также мониторинга и анализа качества образования, основанных на объективных результатах. В этом случае открываются возможности на основе обобщения индивидуальных данных независимого тестирования перейти к оценкам образовательных систем. Новые тенденции в обучении, естественно, требуют создания новых методов и технологий контроля и мониторинга, разработки новых критериев оценки качества образования, создания служб оценки, разработки информационных технологий статистической обработки и анализа результатов контроля качества образования на разных образовательных уровнях и ступенях.

Во второй главе «Создание системы оценки качества знаний на основе системного подхода» рассматривается системный подход к построению системы оценки качества знаний, даётся обоснование использования нейронных сетей, строится модель системы оценки качества знаний, рассматривается практическое применение системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей на примере преподавания предметов «Параллельное программирование» и «Теория вычислительных процессов и структур» специальности «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» в Курском государственном университете.

Рассмотрены подходы различных авторов к общей структуре этапов системного анализа.

На их основе выделена следующая последовательность этапов системного анализа:

1. Определение целей.
2. Определение проблемы.
3. Определение целей системы.
4. Формирование критериев оценки системы.
5. Анализ системы.
6. Построение обобщённой модели системы.
7. Определение инструментов создания системы.
8. Синтез системы.
9. Реализация системы.

В ходе проведения этапов системного анализа было определено, что целью образовательной технологии является приобретение обучающимися стандартной системы знаний. Для достижения данной цели необходимо решение ряда задач, одной из которых является совершенствование управления учебным процессом. Основными направлениями улучшения управления являются объективность и полнота обратной связи на основе мониторинга качества образования.

Главной целью создания системы оценки качества знаний является обеспечение более эффективной объективной обратной связи. В свою очередь, достижение данной цели невозможно без решения следующих задач:

- 1) обеспечение технической поддержки контрольно-оценочной системы;
- 2) обеспечение информационной поддержки мониторинга знаний обучающихся.

Для оценки эффективности решения поставленных задач выделены следующие критерии:

- 1) гибкость системы, то есть способность подстраиваться под изменяющиеся условия модернизации образования и изменяющиеся цели обучения;
- 2) многозадачность, то есть способность системы давать ответ на несколько поставленных вопросов.

В общей сложности, задачу оценки качества знаний предложено сводить к построению некоторой эталонной модели портрета выпускника и мо-

дели портрета обучающегося посредством моделирования и контрольно-оценочной деятельности соответственно, а затем сравнение их с целью выявления недостатков в обучении. Под портретом в данном случае понимается множество навыков и знаний, обобщённых количественными характеристиками.

В математической форме портрет представлен следующим образом:

$$P = \{R_i, S_i\},$$

$$i \in [1, n],$$

$$S_i \in [A_i, B_i], \text{ где}$$

n – вес множества P ,

R_i – множество характеристик портрета, каждому элементу множества R соответствует элемент множества S ,

A_i – минимальное возможное значение характеристики R_i ,

B_i – максимальное возможное значение характеристики R_i .

Таким образом, имеются множество портретов учащихся и эталонный портрет выпускника.

$F(\text{Petalon})$ сравнивается с P_i , где

Petalon – эталонный портрет выпускника,

P – множество портретов обучающихся,

$F(\text{Petalon})$ – функция приведения эталонного портрета к текущему портрету обучающегося.

Предлагается прогнозирование знаний обучающегося на основе текущего портрета.

$F_p(\text{Petalon})$ сравнивается с $F_{pt}(P_i)$,

где

P – множество портретов обучающихся,

Petalon – эталонный портрет выпускника,

$F_p(\text{Petalon})$ – функция преобразования эталонного портрета к эталонному портрету прогнозируемых характеристик,

$F_{pt}(P_i)$ – функция преобразования текущего портрета обучающегося к прогнозируемому портрету.

На основании целей системы и решаемых задач построена обобщённая модель системы (Рис. 1).

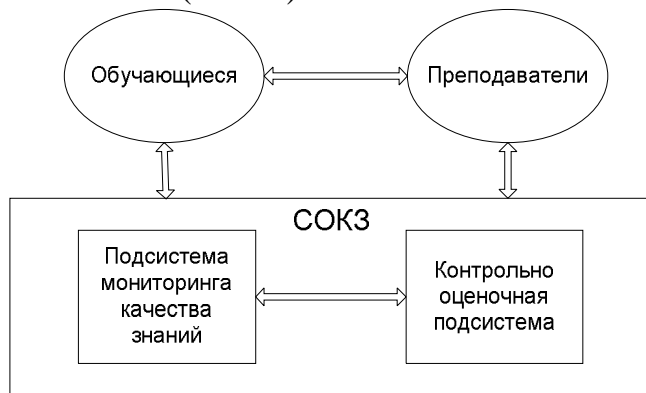


Рисунок 1. Обобщённая модель системы оценки качества знаний.

Выделены трудности задачи создания системы оценки качества знаний:

- применение точных методов невозможно (не обосновано), так как на данный момент не выявлены количественные взаимосвязи между параметрами;

- применение точных методов связано с огромными затратами времени и ресурсов;

- имеет смысл пожертвовать некоторой точностью для экономии времени и ресурсов;

- нет возможности набрать достаточный статистический материал в условиях постоянной модернизации обучения, чтобы корректно воспользоваться теорией вероятности.

Выделена возможность использования искусственных нейронных сетей для обработки информации, которая определяется их способностью аппроксимировать с требуемой точностью любую необходимую характеристику вход-выход синтезируемой системы.

На основании анализа задачи оценки качества знаний и выбранных инструментов выделены следующие задачи электронного ресурса оценки качества знаний:

- 1) оценка результатов тестирования;
- 2) разработка тестовых заданий;
- 3) построение текущего и прогнозируемого портрета обучающегося;
- 4) мониторинг качества знаний;
- 5) генерации тестов;
- 6) построение онтологий предметных областей.

На основании задач разработана следующая структура электронного ресурса оценки качества знаний (Рис. 2).

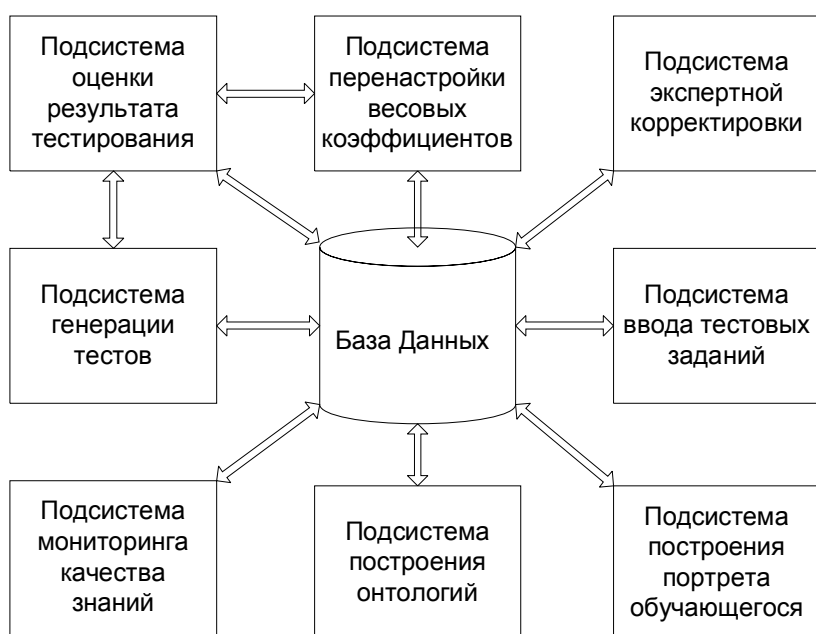


Рисунок 2. Электронный ресурс оценки качества знаний.

Для описания модели в диссертационной работе используется методология IDEF0. Отличительной особенностью IDEF0 является её акцент на соподчинённость объектов. В IDEF0 рассматриваются логические отношения между работами, а не их временная последовательность, также отображаются все сигналы управления.

На основе произведённого анализа и выделенных структур построена модель электронного ресурса оценки качества знаний в виде IDEF0-диаграмм, которые представлены в диссертации.

В работе представлены способы классификации искусственных нейронных сетей.

В данной работе предлагается использовать модель нейрона с линейной функцией активации, то есть чтобы она была равна сумме своих аргументов. Подобным образом решена проблема сложности содержательной интерпретации и обоснования аргумента, и проблема вида активационной (передаточной) функции нейрона. Была выбрана парадигма с обратным распространением ошибки.

Суть этого подхода состоит в том, что интенсивности входных сигналов рассматриваются не сами по себе и не с точки зрения только их интенсивности, а как сообщения, несущие определенное количество информации или дезинформации о переходе нейрона и моделируемого им активного объекта управления в некоторое будущее состояние. В данном случае решена проблема содержательной интерпретации смысла интенсивности входных сигналов и весовых коэффициентов.

Каждая из подсистем электронного ресурса оценки качества знаний представлена как отдельная система, отвечающая за свои цели и задачи и выполняющая одну из функций всей системы.

Модель нейронной сети обработки результатов тестирования, предложенная в диссертации, представляет собой многослойную нейронную сеть.

Входной слой отвечает за сложность задания и принадлежность к какому-либо классу знаний. Промежуточные слои определяют принадлежность к области знаний. Выходной слой образует результат.

Для построения подсистемы оценки знаний задаётся структура нейронной сети и её поведение при обработке результатов. Вариант структуры представлен в диссертации.

Такая особенность данных многослойных нейронных сетей, как выделение глобальных свойств, позволила использовать их в качестве тонкого инструмента для построения математической модели теста, создание которого является развитием классической теории тестирования.

В диссертации в виде IDEF0-диаграммы представлен процесс интерпретации результатов тестирования, процесс ввода результатов тестирования.

Для построения онтологии в рамках системы педагогического тестирования выделены такие объекты, как тестовое задание, раздел учебной дисциплины или раздел образовательной области. Разделы учебных дисциплин и учебные дисциплины построены по принципу иерархии и имеют отношения

принадлежности в рамках соотношений между собой, в то время как тестовые задания соотносятся только с разделами по принципу принадлежности. Принадлежность определяется значением, лежащим в промежутке $[0,1]$. Чем больше значение, тем больше соответствие тестового задания проверке знаний по данному учебному разделу.

В работе представлен общий вид онтологии для системы педагогического тестирования, имеющий иерархическую структуру.

Процесс модификации онтологии представлен в виде IDEF0 в диссертации.

В рамках подсистемы ввода тестовых заданий электронного ресурса оценки качества знаний выделены основные характеристики тестового задания:

- 1) формулировка или текстовое сопровождение;
- 2) вид;
- 3) связи с областями знаний на основе построенной онтологии;
- 4) время, требуемое в среднем на выполнение;
- 5) сложность;
- 6) трудность;
- 7) актуальность;
- 8) дополнительный материал.

Подсистема построения портрета обучающегося выполняет функцию сравнения показателей эталонной модели и реальной модели обучающегося, в итоге отражая отклонения. В работе представлена модель нейронной сети подсистемы расчёта отклонений и нейронная сеть подсистемы построения портрета обучающегося. Имеется схема модификации эталонной модели обучающегося.

На основе полученных данных можно говорить о достижении целей обучения и об относительной успеваемости среди учащихся.

Эталонная модель портрета выпускника отражает все особенности процесса обучения. Адаптация модели к промежуточной оценке обучающегося сводится к реорганизации её показателей и характеристик. Пример приведён в диссертационной работе, где также рассмотрена модель для прогнозирования.

С помощью подсистемы экспертной корректировки строится базовый элемент для подсистемы перенастройки весовых коэффициентов, который будет служить обучающим примером для нейронной сети. С помощью перенастройки сети и анализа вновь полученных коэффициентов удаётся оценить важность тем с точки зрения профессионально подготовки специалиста.

Одной из основных подсистем является подсистема генерации тестов, так как на основе данной системы строятся все проверочные тестовые работы. Главной задачей подсистемы является не только построение теста по заранее заданным условиям, но и генерация аналогичных вариантов на основе базы тестовых заданий.

Задача генерации тестов сводится к задаче целочисленного программирования. Процесс генерации тестов представлен в диссертации в виде IDEF0-диаграммы.

Для программной системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей была использована интегрированная среда Delphi.

Основной целью разработки программной оболочки ставилась проверка и отработка на ее основе теоретических положений, предложенных во второй главе. Программная реализация системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей была произведена на базе рассмотренных во второй главе модели данных и модели логической структуры информационной системы.

Основной целью педагогического эксперимента являлась проверка гипотезы о том, что использование системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей позволит:

- 1) производить распределённый мониторинг результативности обучения;
- 2) на основе распределённого мониторинга выделять наиболее слабые стороны обучающихся, тем самым рекомендовать модифицировать учебный процесс таким образом, чтобы ликвидировались пробелы в знаниях обучающихся;
- 3) предоставлять возможность оценки результатов тестирования.

Для эксперимента были выбраны студенты специальности «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» Курского государственного университета.

Для апробации разработанной системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей на примере дисциплин «Параллельное программирование» и «Теория вычислительных процессов и структур» были созданы простейшие онтологии предметных областей изучаемого курса.

Для проверки качества знаний обучающихся на протяжении курса обучения был разработан банк тестовых заданий, состоящий из 500 единиц. Каждое тестовое задание включало в себя все характеристики, указанные в главе II для тестовых заданий на основе экспертных оценок.

Для проведения педагогического эксперимента были определены контрольные и экспериментальные группы студентов для исследования по дисциплине «Параллельное программирование»:

- группа №1 (экспериментальная) – 34 человека;
- группа №2 (контрольная) – 34 человека;
- группа №3 (экспериментальная) - 39 человек;
- группа №4 (контрольная) - 38 человек.

Для исследования по дисциплине «Теория вычислительных процессов и структур» группы №1 и №3 стали контрольными, а №2 и №4 экспериментальными.

Студенты были разбиты на группы с учётом набранных баллов в зачётной книжке, то есть равные по успеваемости. Группы №1 и №2 - 2007 учебный год, группы №3 и №4 - 2008 учебный год.

Группы №1 и №3 по эксперименту для предмета «Параллельное программирование» обучали с использованием преподавателем системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей в целях модификации учебного процесса, группы №2 и №4 без использования данной системы. Для дисциплины «Теория вычислительных процессов и структур» группы №1 и №3 по эксперименту обучались без использования преподавателем системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей в целях модификации учебного процесса, группы №2 и №4 с использованием данной системы.

На основе банка заданий в течение обучения была сгенерирована серия тестов с одинаковыми характеристиками.

Обучение было разделено на 3 этапа, после каждого из которых проводилось тестирование по пройденному материалу.

Перед вторым этапом, с учётом результатов тестирования, каждому студенту экспериментальной группы были предложены лабораторные задания на темы, в которых он показал слабые знания. Таким образом, был осуществлён индивидуальный подход к представлению материала. Также в связи с низким баллом по объектно-ориентированным технологиям и теории формальных языков и трансляций для экспериментальных групп были внесены изменения в содержание обучения: два учебных часа лекционных занятий группа посвятила данным предметам.

Перед третьим этапом преподавателем была произведена подборка тем для самостоятельного изучения индивидуально для каждого студента экспериментальных групп, показавшего наиболее слабые результаты по определённым темам.

В таблицах 1 и 2 представлены результаты итогового тестирования по дисциплинам «Параллельное программирование» и «Теория вычислительных процессов и структур».

Таблица 1. Результаты итогового тестирования по предмету «Параллельное программирование».

Группа	Процент студентов показавших отрицательные результаты
№1	5,88
№2	26,47
№3	7,69
№4	36,84

Таблица 2. Результаты итогового тестирования по предмету «Теория вычислительных процессов и структур».

Группа	Процент студентов показавших отрицательные результаты
№1	29,41
№2	5,88
№3	30,77
№4	10,53

С опорой на полученные после третьего этапа тестирования результаты в экспериментальных группах каждому студенту был предложен список тем, на которые обучающийся должен обратить особое внимание при итоговом тестировании. Кроме того, по данным тестирования были отмечены характерные ошибки каждого студента. На темы №10 и №11 было уделено больше времени в ходе практических занятий и использованы другие методы представления материала, тем самым было изменено содержание обучения. В группах №2 и №4 по предмету «Теория вычислительных процессов и структур» темам №5 и №6 было уделено дополнительное внимание, были рассмотрены дополнительные практические примеры на занятиях.

Результаты итогового тестирования представлены на диаграммах (Рис. 3-6).

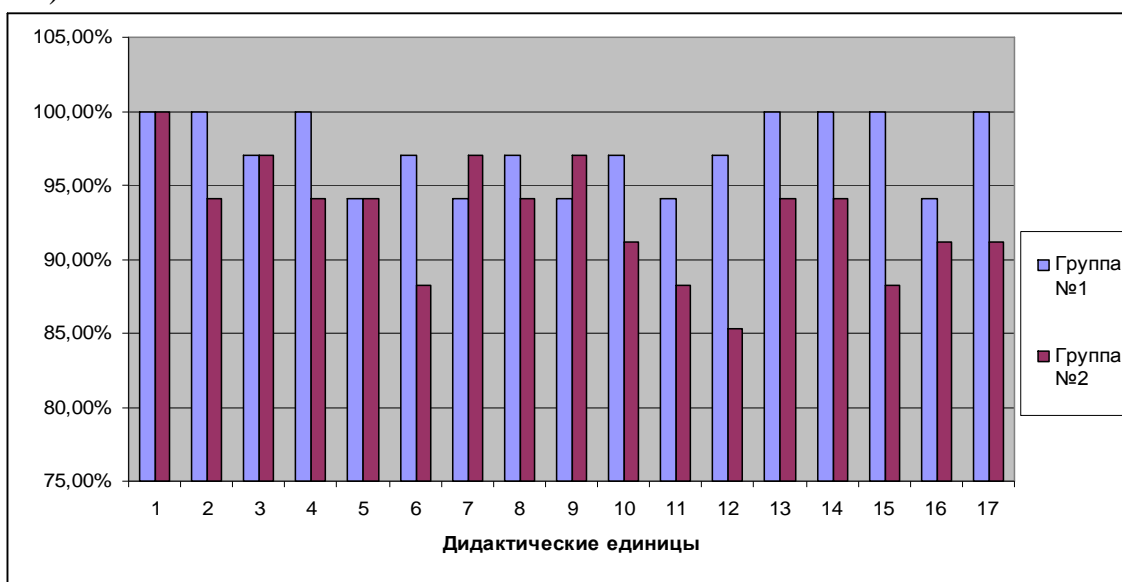


Рисунок 3. Данные после итогового этапа по дисциплине «Параллельное программирование» (Группы №1 и №2).

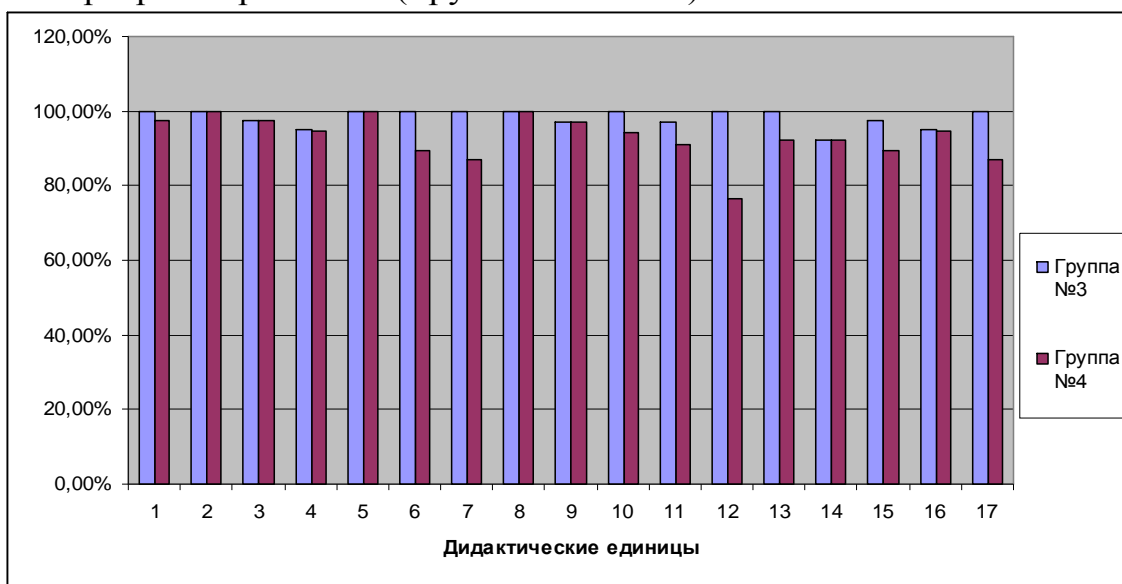


Рисунок 4. Данные после итогового этапа по дисциплине «Параллельное программирование» (Группы №3 и №4).

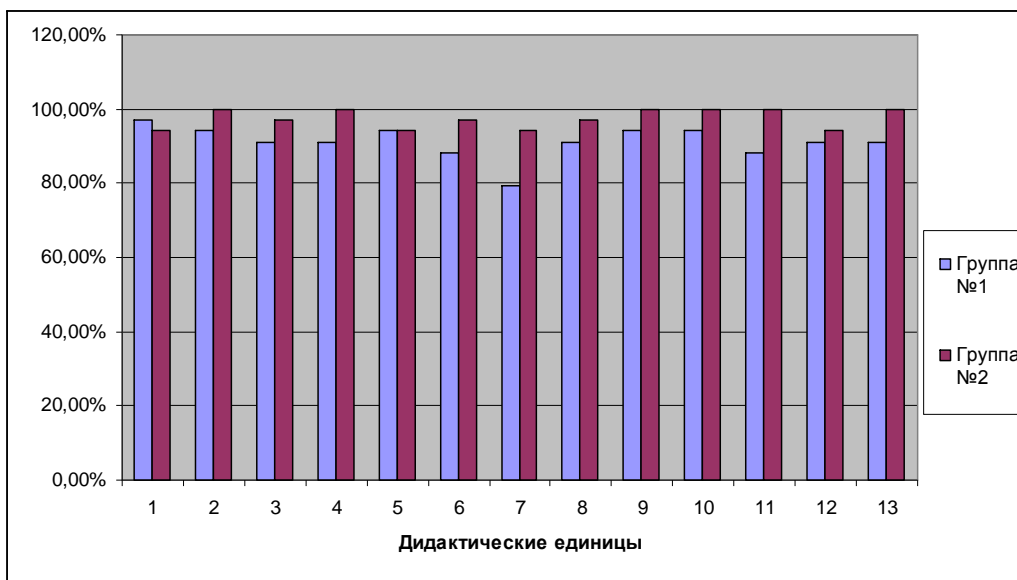


Рисунок 5. Данные после итогового этапа по дисциплине «Теория вычислительных процессов и структур» (Группы №1 и №2).

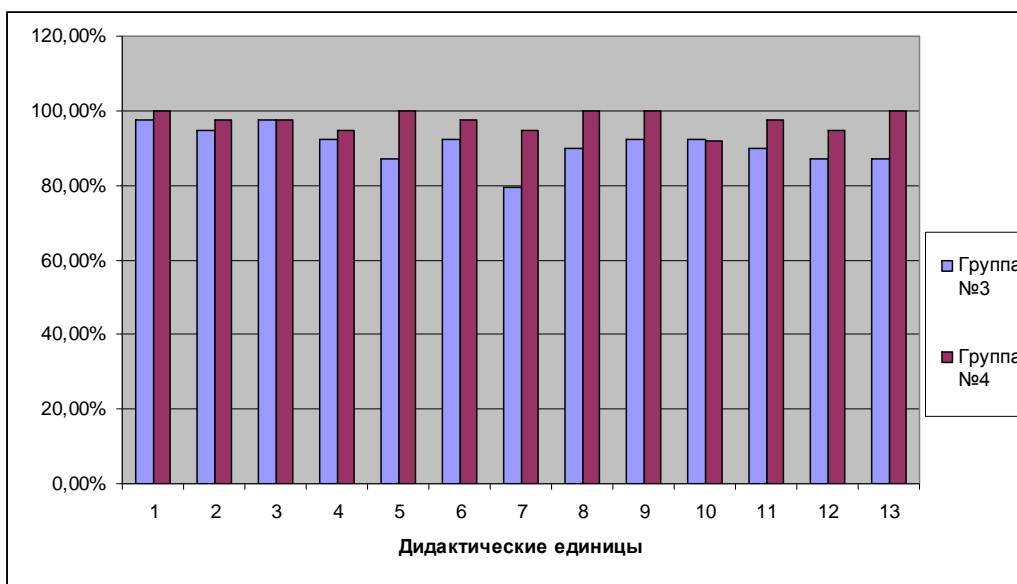


Рисунок 6. Данные после итогового этапа по дисциплине «Теория вычислительных процессов и структур» (Группы №3 и №4)..

По результатам всего эксперимента был модифицирован лекционный материал наиболее проблемных тематик.

Итоговый контроль на основе тестирования показал, что усвоение предмета в группах существенно отличаются. В экспериментальных группах №1 и №3 отрицательные результаты показали всего 2 и 3 студента соответственно по дисциплине «Параллельное программирование» в отличие от контрольных групп №2 и №4, где пробелы в образовании обнаружились сразу у 9 и 12 студентов соответственно. Схожая картина наблюдалась и по дисциплине «Теория вычислительных процессов и структур», где в эксперимен-

тальных группах №2 и №4 отрицательные результаты показали 2 и 4 студента соответственно в отличие от контрольных групп №1 и №3, где пробелы обнаружались у 10 и 12 студентов соответственно. Исходя из этого следует отметить, что использование системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей подтвердило гипотезу о возможности производить мониторинг результативности обучения и на его базе выделять наиболее слабые стороны обучающихся. Это позволит рекомендовать модифицировать учебный процесс таким образом, чтобы успеваемость обучающихся повысилась.

На основе пройденных тестов были построены портреты обучающихся с помощью системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей.

Для подтверждения гипотезы о возможности оценки результатов тестирования студентам было предложено сдать традиционный экзамен, для оценивания было выбрано по 10 человек из каждой группы.

Результаты традиционного экзамена с оценками по системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей представлены в работе. Среднее отклонение составило менее 0,1 балла, что подтвердило гипотезу о возможности использования системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей в качестве контроля, в том числе и при итоговом тестировании.

Основные результаты теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в диссертационном исследовании в соответствии с поставленной целью, могут быть сформулированы следующим образом:

1. Исследование современных образовательных подходов к оценке качества знаний студентов выявили необходимость внедрения последних достижений в области искусственного интеллекта для повышения эффективности контрольно-оценочного процесса.

2. Построение системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей должно основываться на следующих компонентах: подсистеме оценки результатов тестирования, подсистеме перенастройки весовых коэффициентов, подсистеме экспертной корректировки, подсистеме ввода тестовых заданий, подсистеме построения портрета обучающегося, подсистеме мониторинга качества знаний, подсистеме генерации тестов, подсистеме построения онтологий.

3. Организационно-педагогическими условиями эффективности системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей являются:

- 1) чёткая формализация и построение онтологии предметной области;
- 2) создание тестовых заданий многократно превосходящих по количеству обучающихся;
- 3) создание тестовых заданий с характеристиками:
 - формулировка или текстовое сопровождение,
 - вид,
 - связи с областями знаний на основе построенной онтологии,
 - время, требуемое на выполнение (в среднем),

- сложность,
- трудность,
- актуальность,
- дополнительный материал;

4) выделение и задание основных характеристик эталонной модели обучающегося;

5) проведение в рамках учебного процесса распределённого мониторинга качества знаний обучающихся.

4. Корректирующие воздействия для адаптивного управления обучением могут быть основаны на онтологии образовательной области и результатах оценки качества знаний студентов.

5. Разработан программный комплекс системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей и проведена его апробация на примере предметов «Параллельное программирование» и «Теория вычислительных процессов и структур» для студентов, обучающихся по специальности «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем». Подтверждена эффективность использования системы в учебном процессе.

Вместе с тем, выполненная работа не претендует на исчерпывающую полноту разработки системы оценки качества знаний студентов. Дальнейшего углубленного изучения требуют такие аспекты проблемы, как: разработка методики использования системы оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей в области самообразования; исследования в области учёта личностных качеств обучающихся и их влияние на качество знаний.

Основные положения и результаты исследования отражены в научных журналах, включённых в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий ВАК России:

1. Жуйков, В.В. Построение системы оценки качества знаний на основе этапов системного анализа [Текст] / В.В. Жуйков // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». – 2008. - №3. - С. 49-55. – 0,45 п.л.

2. Жуйков, В.В. Информатизация контроля и оценки результатов обучения [Текст] / В.В. Жуйков // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». – 2009. - №1. - С. 39-43. – 0,35 п.л.

А также в следующих публикациях автора:

3. Жуйков, В.В. Применение нейронных технологий в системе оценки качества знаний [Текст] / В.В. Жуйков // Актуальные вопросы преподавания математики и информатики: Сборник научных трудов Третьей международной научно-практической конференции. Биробиджан, 16 апреля 2008г. – Биробиджан: Изд-во ДВГСГА, 2008. – С. 168-171. – 0,25 п.л.

4. Жуйков В.В. Подсистема построения портрета обучающегося в рамках системы оценки качества знаний [Текст] / В.В. Жуйков // Вестник московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования» - Москва: МГПУ, Йошкар-Ола: МГУ, 2008г. - №1(11) - С. 198-199. – 0,2 п.л.

5. Жуйков В.В. Подсистема экспертной корректировки системы оценки качества знаний [Текст] / В.В. Жуйков // Тестирование в сфере образования: проблемы и перспективы развития: материалы Всероссийской научно-практической конференции. 19-21 мая 2008г. / Отв. ред. Г.П. Карлов. – Красноярск: СибГТУ, 2008г. – С. 342-345. – 0,3 п.л.

6. Жуйков В.В. Подсистема перенастройки весовых коэффициентов системы оценки качества знаний [Текст] / В.В. Жуйков // Вестник московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования» / Москва: МГПУ, Йошкар-Ола: МГУ, 2008г. - №1(11), - С. 196-197. – 0,25 п.л.

7. Жуйков В.В. Использование тестового контроля для проверки уровня усвоения дидактических единиц [Текст] / В.В. Жуйков // Информационные технологии в образовании: Материалы II Международной научно-практической конференции «Информационные технологии в образовании (ИТО-Черноземье -2008)». Курск, 8-11 декабря 2008г. Ч.2. – Курск: Изд-во КГУ, 2008г. – С. 27-29. – 0,2 п.л.

8. Жуйков В.В. Внедрение интеллектуальных технологий в систему оценки качества знаний на основе моделей представления знаний [Текст] / В.В. Жуйков // Информационные технологии в образовании: Материалы II Международной научно-практической конференции «Информационные технологии в образовании (ИТО-Черноземье -2008)». Курск, 8-11 декабря 2008г. Ч.2. – Курск: Изд-во КГУ, 2008. – С. 29-33. – 0,3 п.л.

Жуйков Виктор Викторович

Система оценки качества знаний студентов на основе нейронных сетей

Автореферат

Лицензия ИД № 06248 от 12.11.2001
Подписано в печать «19» мая 2009 г.
Формат 60x84/16. Печать офсетная. Бумага офсетная.
Тираж 100. Заказ №

Изд-во Курского государственного университета
305000, г. Курск, ул. Радищева, д. 33

Отпечатано в лаборатории информационно-методического обеспечения
КГУ