

**Федеральное государственное учреждение
«Федеральный исследовательский центр
«Информатика и управление»
Российской академии наук»
(ФИЦ ИУ РАН)**

Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова, д. 44, корп. 2
Тел. 8 (499) 135-62-60, факс 8 (495) 930-45-05
E-mail: ipiran@ipiran.ru <http://www.ipiran.ru>

От 17.05.2014 № 1968-491

На № _____

Председателю совета по защите
диссертаций на соискание ученой
степени кандидата наук, на соискание
ученой степени доктора наук
Д 212.125.04, на базе Московского
авиационного института (национального
исследовательского университета) (МАИ),
д.ф.-м.н., доценту Наумову Андрею
Викторовичу

125993, Москва, ГСП-3, А-80,
Волоколамское ш., д. 4

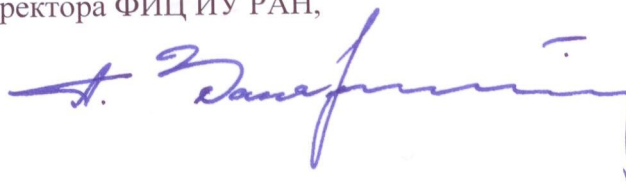
Уважаемый Андрей Викторович!

Направляю Вам отзыв ведущей организации на диссертацию Алексейчука Андрея Сергеевича «Математическое и программное обеспечение системы дистанционного обучения на базе веб-конференций», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

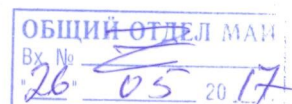
Приложение: отзыв на 10 листах в двух экземплярах.


Заместитель директора ФИЦ ИУ РАН,

д.т.н.



А.А. Зацаринный



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
Федерального государственного
учреждения «Федеральный
исследовательский центр «Информатика
и управление» Российской академии
наук», доктор технических наук,
Зацаринный Александр Алексеевич



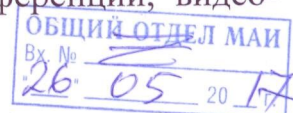
17 мая 2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН» на диссертацию Алексейчука Андрея Сергеевича «Математическое и программное обеспечение системы дистанционного обучения на базе веб-конференций», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»

Актуальность темы исследования

Широкое внедрение современных компьютерных средств и технологий открывает новые перспективы развития средств дистанционного обучения и получения образования тем лицам, кому недоступно очное обучение. На сегодняшний день в практике дистанционного обучения используются системы дистанционного обучения (СДО), основанные на HTML-технологии, а также программные системы, реализующие различные формы взаимодействия в режиме реального времени: веб-конференции, видео- и



телеконференции, вебинары и т.д. Однако системы реального времени не предусматривают встроенных средств, реализующих индивидуальный подход к обучению студентов, а задача учета успеваемости и обеспечения обратной связи в процессе обучения возлагается на пользователей системы. Существующие методы индивидуализации и обеспечения обратной связи актуальны лишь для СДО, не относящихся к системам реального времени. Диссертационная работа Алексейчука А. С. посвящена проблеме разработки математического и программного обеспечения системы дистанционного обучения, особенностью которой является передача информации в режиме реального времени с возможностью отработки навыков решения типовых задач предмета в режиме веб-конференции при помощи мультимедийного веб-приложения. Актуальность такой работы обусловлена новизной данной формы обучения, необходимостью разработки теоретических основ индивидуального подхода к обучению в режиме реального времени и необходимостью развития методов взаимодействия, обеспечивающих практическую реализацию учебного процесса.

Цель работы

Целью работы является создание математической модели организации индивидуального обучения студентов ВУЗов в режиме веб-конференции и практическая разработка системы дистанционного обучения на базе веб-конференций, имеющей средства контроля знаний студентов и реализующей разработанную математическую модель индивидуализации обучения.

Структура и содержание работы

Работа содержит введение, четыре главы, заключение и список литературы, включающий 123 наименования. Объем работы составляет 137 машинописных страниц, работа содержит 51 рисунок и 8 таблиц.

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования, приведен обзор текущего состояния проблемы, определены область исследования, научная новизна, сформулирована цель, обоснована достоверность и практическая ценность работы, приведены данные об апробации и

публикациях, сформулированы основные результаты, выносимые на защиту, описана общая структура работы.

В **первой главе** приведено обоснование необходимости разработки новой программной системы, реализующей обучение в форме веб-конференции, поскольку существующие и используемые на сегодняшний день программные решения и интернет-сервисы либо требуют значительных материальных затрат на подписку и использование, либо имеют закрытую и негибкую архитектуру, либо не поддерживают функций индивидуализации обучения и обеспечения обратной связи, что особенно актуально для изучения математических дисциплин. В связи с этим поставлена задача проектирования нового программного решения, удовлетворяющего требованиям гибкости, открытости и доступности. В главе приведена требуемая функциональность программной системы, показана необходимость разработки встроенной экспертной системы с целью обеспечения эффективного учебного процесса с обратной связью, проведен анализ требований к программному обеспечению, выбраны технологии для реализации программной системы. Предлагается клиент-серверная архитектура программного комплекса, состоящего из ряда взаимосвязанных компонент, обменивающихся информацией по выбранным протоколам передачи данных.

Во **второй главе** представлена математическая модель работы информационной системы, предназначенной для формирования индивидуальной траектории обучения каждого студента путем автоматического составления расписания занятий с разбиением студентов на группы в соответствии со сложностью предлагаемых заданий. Приведена постановка задачи формирования индивидуальной траектории обучения на основе обработки экспертной информации, хранящейся в базе данных.

Для решения поставленной задачи разработана иерархическая нечеткая экспертная система, обрабатывающая входные данные (оценки студента при поступлении, предыдущие оценки по дисциплине, экспертные оценки

сложности текущего и предыдущего занятий) и вырабатывающая рекомендации относительно рекомендуемого уровня сложности предстоящего занятия для каждого студента. Для построения экспертной системы использованы математическая модель искусственной нейронной сети и модель иерархического нечеткого вывода.

Нейронная сеть используется для нечеткой классификации студентов по уровню их начальной успеваемости. Выбор нейросетевой модели для решения этой задачи обусловлен способностью нейросети обобщать входные данные, представленные на этапе обучения сети обучающей выборкой. В главе обоснован выбор архитектуры сети (многослойная сеть с двумя скрытыми слоями) и приведены расчеты, обосновывающие выбор параметров сети.

Выбор модели иерархического нечеткого вывода обоснован тем, что она позволяет при помощи относительно небольшого количества правил вывода описать взаимосвязь между входными и выходными переменными. Данная модель позволяет избежать комбинаторного разрастания базы правил нечеткого логического вывода при росте количества входных переменных.

В главе приводится пример расчетов, производимых экспертной системой для построения траектории обучения студента. Из интерпретации представленных расчетов следует, что предложенная модель способна адекватно учитывать как начальный уровень подготовки студента, так и изменения текущего уровня его успеваемости путем соответствующего выбора рекомендуемого уровня сложности занятий.

Третья глава посвящена методам реализации программного комплекса, осуществляющего общение в режиме веб-конференции. Описывается важный элемент, без которого создание подобных систем невозможно, – механизм синхронизации событий, в качестве которого используется технология общих объектов. Приведена структура реляционной базы данных, в которой хранятся материалы заданий, данные о пользователях, оценки студентов, расписание занятий и т.д. Перечислены протоколы и форматы

обмена данными между компонентами программного комплекса. Приведено подробное описание самостоятельно разработанного автором формата данных, используемого для обмена информацией между преподавателями и студентами и для хранения учебных материалов в базе данных, и математическое описание процесса решения задач с применением данного формата. Приводится принцип работы экспертной системы, осуществляющей иерархический нечеткий вывод, показаны диаграмма классов и отношения между ними, процесс подготовки исходных данных, осуществление расчетов экспертной системой.

Четвертая глава посвящена описанию порядка работы с разработанной СДО. В ней наглядно представлены порядок входа в систему, работа с веб-интерфейсом, структура меню для различных ролей пользователей, интерфейс клиентского приложения и редактора учебных заданий. Клиентское приложение для проведения веб-конференций представляет собой многопользовательскую среду, образующую виртуальную аудиторию, где все присутствующие участники могут общаться с помощью микрофона и веб-камеры и совместно работать с дополнительными обучающими мультимедийными функциями. Представлен порядок составления расписания занятий при помощи экспертной системы, которая берет на себя основную работу по учету успеваемости студентов при выборе уровня сложности для каждого студента. Благодаря этому значительно упрощается работа преподавателя при подготовке к занятиям и непосредственно при проведении занятий. В главе описано успешное практическое применение разработанной СДО в МАИ и МГППУ для дистанционного обучения студентов-инвалидов.

Основные результаты работы

Основные результаты диссертационной работы отражаются в следующих положениях.

1. Разработана математическая модель учебного процесса при использовании системы дистанционного обучения в режиме реального

времени, учитывающая специфику использования такого класса обучающих систем.

2. Разработана математическая модель иерархической нечеткой экспертной системы, осуществляющая поддержку принятия решений преподавателем при составлении расписания и помогающая построить учебный процесс в соответствии с предложенной математической моделью.

3. Практическим результатом работы является разработка программного комплекса поддержки дистанционного обучения в режиме веб-конференции, обеспечивающего построение учебного процесса при помощи встроенной экспертной системы и обладающего средствами для осуществления полноценного, разностороннего учебного процесса: общение в режиме веб-конференции, показ презентаций, обмен файлами, показ виртуальной доски, демонстрирование рабочего стола, пошаговое решение учебных заданий, составленных при помощи специального редактора, просмотр и учет оценок, создание структурированных учебных материалов.

Научная новизна работы

Научная новизна работы может быть охарактеризована следующими пунктами.

1. Получены новые результаты в области разработки экспертных систем, используемых для поддержки дистанционного обучения. Разработана структура и математическое обеспечение работы нечеткой экспертной системы, используемой в составе программного комплекса СДО в режиме веб-конференции и обеспечивающей составление индивидуальных траекторий студентов в соответствии с предложенной математической моделью.

2. Разработан программный комплекс СДО, реализующий обучение в режиме веб-конференции и основанный на предложенной автором модели индивидуализации обучения. Разработаны интерфейсы, позволяющие осуществлять учебный процесс в режиме веб-конференции с использованием дополнительных мультимедийных функций, составлять расписание при

помощи разработанной математической модели, осуществлять администрирование системы.

3. Разработаны и реализованы методы взаимодействия компонентов программного обеспечения СДО, в частности, разработан формат данных, используемый для хранения, представления и передачи мультимедийных учебных материалов.

Практическая значимость и ценность работы

По результатам ознакомления с диссертацией можно выделить следующие моменты, определяющие научную и практическую значимость работы. Разработка математической модели построения учебного процесса позволяет рационально использовать учебное время как студентов, так и преподавателей при применении СДО на базе веб-конференций. Полученные в работе результаты позволяют применять разработанную СДО для осуществления полноценного дистанционного обучения, в том числе для обучения студентов-инвалидов, для которых очень важно наличие визуального контакта с преподавателем и сверстниками.

Результаты работы могут быть рекомендованы для использования в ВУЗах, осуществляющих подготовку студентов-инвалидов; ВУЗах, имеющих факультеты и подразделения, специализирующиеся на дистанционном обучении; других ВУЗах, желающих расширить арсенал технических средств для обучения и внеурочной работы. Возможно и желательно взаимодополняющее одновременное использование СДО в режиме веб-конференций и какой-либо СДО, основанной на HTML-технологиях, например, построенной на базе платформы Moodle.

Апробация работы и публикации

Автором опубликована 21 работа, из них 3 работы в журналах, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, и 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Результаты исследования докладывались на 13 научных конференциях с публикацией тезисов в сборниках материалов конференций, что говорит о хорошем уровне апробации работы.

Достоверность результатов

Достоверность результатов работы подтверждена корректным использованием теории нечетких множеств, теории нейронных сетей, применяемых для описания величин, имеющих слабоформализованную природу. Также достоверность результатов подтверждена практическим использованием разработанной СДО в ВУЗах. СДО активно и успешно применяется в учебном процессе в МГППУ и МАИ, что говорит о правильности и обоснованности примененных автором методов, средств и технологий.

Замечания

Работа в целом выполнена на высоком уровне, однако при ее анализе выявлены следующие замечания.

1. Не обоснован выбор вида функций принадлежности термов лингвистических переменных, применяемых в нечеткой экспертной системе. В работе используются только трапециевидные и треугольные функции принадлежности, но не приводятся сведения о других возможных альтернативах.

2. Нет критерия, по которому можно было бы сравнить различные траектории обучения и тем самым оценить качество работы экспертной системы.

3. Не уточняется, почему выбрана именно экспоненциальная зависимость убывания веса предыдущих оценок при расчете средневзвешенной оценки и как задается скорость убывания веса, определяемая параметром β . Аналогичное замечание к формуле (2.28) расчета оценки за занятие – не уточняется, почему использована экспоненциальная функция и как выбран коэффициент скорости убывания оценки γ .

4. На странице 10 встречается фраза о том, что экспертная система формирует группы студентов с близким уровнем подготовки. Однако в действительности система формирует группы по принципу максимума рекомендуемости данного уровня для студентов каждой группы, что в общем случае не одно и то же.

5. На странице 51 приводится формула композиции нечеткого отношения и нечеткого множества, ошибочно названная композицией нечетких отношений.

6. На рисунках 30 и 31 некоторые надписи очень мелки и практически не читаемы.

Заключение по диссертации

Диссертация Алексейчука А. С. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи разработки математического и программного обеспечения современных средств дистанционного обучения. Указанные в настоящем отзыве замечания не имеют принципиального значения.

Результаты работы достаточно полно отражены в публикациях в научных изданиях. Используемые в работе методы обоснованы и соответствуют целям решаемых задач.

Автореферат соответствует содержанию текста диссертации.

Работа выполнена аккуратно, хорошо проиллюстрирована.

Результаты работы нашли практическое применение в ВУЗах, в том числе для обучения студентов-инвалидов, что говорит о высокой практической значимости результатов исследования.

Диссертация Алексейчука А. С. «Математическое и программное обеспечение системы дистанционного обучения на базе веб-конференций» представляет собой законченную научную работу в области программного и математического обеспечения ЭВМ, тематика которой соответствует паспорту специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Диссертация удовлетворяет всем требованиям Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» и заслуживает положительной оценки, а ее автор, Алексейчук Андрей Сергеевич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности.

Отзыв, подготовленный отделом №17 «Статистических проблем информатики и управления», обсужден и одобрен на заседании секции Ученого совета Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук», протокол № 5 от 16 мая 2017 года.

Ведущий научный сотрудник,
доктор технических наук



Сучков А. П.

Старший научный сотрудник,
кандидат физико-математических наук



Сушко Д. В.

Научный сотрудник,
кандидат физико-математических наук



Миллер Г. Б.

Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук»

119333, Москва, ул. Вавилова, д. 44, корп. 2.

Телефон: +7(499) 135-62-60.

E-mail: ipiran@ipiran.ru.

Веб-сайт: <http://www.frccsc.ru>.