

Ученому секретарю  
диссертационного совета  
Д 212.125.04 на базе ФГБОУ ВО  
«Московский авиационный  
институт (национальный  
исследовательский университет)»  
(МАИ)

---

125993, г. Москва, А-80, ГСП-3,  
Волоколамское шоссе, 4

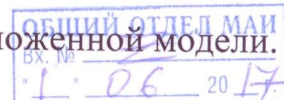
## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу  
**АЛЕКСЕЙЧУКА Андрея Сергеевича**  
на тему «**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 диссертации

Успешность освоения студентами новых знаний при дистанционном обучении зависит от качества используемых учебно-методических средств, от их соответствия требованиям времени и от эффективности организации учебного процесса. Одной из современных технологий онлайн-обучения является веб-конференция, то есть технология совместной работы студентов и преподавателя в виртуальной аудитории в режиме реального времени. В рассматриваемой работе Алексейчука А.С. предлагается одна из форм организации учебного процесса, основанная на математической модели построения индивидуальной траектории студента, и описывается разработанная автором система дистанционного обучения (СДО), поддерживающая онлайн-обучение в форме веб-конференции с использованием предложенной модели.



Как во многих других СДО, в предложенной автором системе предусмотрена индивидуализация учебного процесса. В отличие от традиционных СДО, где каждый студент может работать по индивидуальному плану в удобное для себя время, в системе коллективного обучения, основанной на режиме веб-конференции, нет возможности предлагать каждому студенту индивидуальный набор заданий, а сами занятия проводятся, как правило, однократно в ограниченном временном промежутке. Поэтому индивидуализация производится путем подбора наиболее подходящего (соответствующего текущему уровню успеваемости) уровня сложности занятий, чтобы обеспечить эффективное раскрытие потенциала каждого студента в этих условиях. При отсутствии каких-либо сведений о структуре учебной дисциплины единственной полезной информацией, из которой можно судить о текущей успеваемости студента по данной дисциплине, может быть последовательность оценок, полученных им ранее, а также (при наличии) некоторая дополнительная информация о его успеваемости – баллы в аттестате, балл за ЕГЭ по соответствующей школьной дисциплине и т.д. Диссертационная работа позволяет решить задачу индивидуализации на основе математически обоснованного принципа выбора наиболее рекомендуемого уровня, исходя из экспертных оценок сложности заданий и имеющейся информации о текущей успеваемости студента.

Учитывая быстрое развитие технологий дистанционного обучения и непрерывно растущий спрос общества на качественное дистанционное обучение, в том числе среди маломобильных категорий граждан (инвалидов), работающих студентов, студентов филиалов вузов и жителей отдаленных регионов РФ, направление исследований диссертационной работы представляется актуальным.

### **Основные результаты, выносимые на защиту**

В соответствии с материалами диссертации автором на защиту выносятся следующие научные результаты.

1. Метод индивидуализации траектории обучения студента при обучении в режиме веб-конференции и принцип построения индивидуальной траектории обучения посредством выбора рекомендуемого уровня сложности заданий для каждого студента перед проведением занятия.

2. Структура и математическое обеспечение функционирования иерархической нечеткой экспертной системы, реализующей предложенную математическую модель индивидуализации на основе методов нечеткой логики и нейронных сетей. Данная экспертная система обрабатывает экспертную информацию об уровне сложности каждого занятия и данные об успеваемости студентов и автоматически составляет расписание занятий, в котором каждому студенту назначен рекомендуемый уровень сложности занятий.

3. Программный комплекс системы дистанционного обучения, объединяющий систему поддержки веб-конференций и разработанную экспертную систему и обеспечивающий дистанционное обучение в режиме реального времени; принципы создания, архитектура и требования к компонентам программного комплекса.

4. Принципы работы с компонентами пользовательского интерфейса разработанного программного комплекса, предназначенными для проведения занятий в форме веб-конференции, управления учебным процессом, просмотра результатов обучения, создания учебных заданий.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Основные научные положения, сформулированные в диссертации и выносимые на защиту, представляют собой ряд научно обоснованных моделей, алгоритмических и программных решений, положенных в основу разработки программного комплекса поддержки дистанционного обучения в режиме веб-конференции, который обеспечивает возможность изучения различных дисциплин в режиме реального времени, а также возможность организации учебного процесса с учётом индивидуальных способностей каждого студента.

1. Автором разработана математическая основа организации проведения занятий при использовании системы дистанционного обучения в режиме реального времени. Приведена постановка задачи выбора рекомендуемого уровня сложности, сформированы модели студента и модель занятия, приведен принцип вычисления рекомендуемого уровня сложности для каждого студента перед проведением занятия. Для обработки имеющейся информации используются математические модели иерархического нечеткого вывода и нейросетевая модель.

2. Автором разработана система дистанционного обучения, реализующая обучающую онлайн-среду в форме веб-конференции и использующая предложенную математическую модель построения учебного процесса. К данному классу программных систем предъявляется ряд жестких требований, поэтому автором проведен подробный анализ функциональных и нефункциональных требований к системе в целом и к ее компонентам в отдельности. Разработана архитектура программного комплекса, описаны форматы и методы взаимодействия компонентов программной системы, разработан формат представления материалов учебных заданий.

3. Разработаны методы взаимодействия участников веб-конференции, включающие общение в виртуальной аудитории, использование дополнительных мультимедийных функций и пошаговое решение учебных заданий; реализованы соответствующие программные модули и элементы интерфейса, приведена математическая модель процесса обмена информацией в ходе решения заданий.

Выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, получены с применением методов нечеткой логики, численных методов, технологии нейронных сетей, методов объектно-ориентированного программирования с использованием различных технологий и языков программирования, а также основываются на результатах тестирования разработанного комплекса, проведенного при непосредственном участии соискателя. Таким образом, научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, можно считать вполне обоснованными.

### **Достоверность и новизна, полученных результатов**

Достоверность полученных результатов определяется обоснованностью научных положений, корректным использованием методов математического моделирования систем, подтверждается широкой апробацией результатов, а также подтверждена экспериментальной проверкой работы системы на модельных примерах и практическим использованием разработанной программной системы в вузах (МАИ, МГППУ).

Научная новизна результатов работы состоит в следующем.

1. Обоснован оригинальный подход к организации взаимодействия участников веб-конференции при проведении занятия в режиме реального времени, позволивший преодолеть организационные и технические сложно-

сти проведения коллективного обучения в режиме реального времени при большом количестве студентов.

2. Предложена иерархическая нечеткая экспертная система с разработанной автором структурой, позволяющая осуществлять формирование траектории обучения студента с использованием информации о предыдущих результатах обучения студента и экспертной информации о сложности заданий, включенных в текущее занятие.

3. Предложен подход к онлайн-обучению в режиме веб-конференции, заключающийся в пошаговом коллективном решении заданий всеми присутствующими на занятии студентами с вводом ответа при помощи элементов палитры и проверкой ответов преподавателем в режиме реального времени с возможностью указания и исправления ошибок. Для учета результатов обучения используется расчет оценки по формуле, учитывающей количество допущенных ошибок и нерешенных шагов каждого задания.

### **Практическая значимость результатов**

Практическая значимость полученных автором результатов определяется разработкой СДО, позволяющей проводить занятия дистанционно в режиме веб-конференции. Включенный в СДО набор мультимедийных средств обеспечивает проведение различных видов занятий, а функция пошагового решения заданий позволяет отрабатывать навыки решения учебных заданий в условиях, приближенных к реальным аудиторным занятиям. Положенная в основу разработанной СДО математическая модель расширяет возможности преподавателя по выстраиванию в процессе обучения индивидуальных траекторий, что особенно важно при обучении студентов-инвалидов, среди которых наблюдается значительный разброс в скорости усвоения материала.

### **Оценка содержания диссертации, её завершенность**

Диссертационная работа Алексейчука Андрея Сергеевича состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Объем диссертации составляет 137 страниц текста. Работа содержит 51 рисунок и 8 таблиц.

Во введении показана актуальность исследования, приведены примеры применения информационных систем с нечеткой логикой в различных областях, сформулированы цели и задачи исследования, определена научная но-

визна, практическая ценность и достоверность результатов, приведены результаты, выносимые на защиту.

В первой главе «Требования к программной системе и выбор технологий для ее реализации» автором приводится общая структура системы дистанционного обучения, реализующей обучение в форме веб-конференций, описывается назначение каждого компонента, приводится достаточно полный список требований, предъявляемых к программной системе в целом и к каждому компоненту в отдельности и на основе произведенного анализа приводится обоснование выбора технологий разработки компонентов программного комплекса.

Вторая глава «Индивидуализация процесса обучения при помощи экспертной системы» посвящена построению математической модели учебного процесса при использовании разработанной СДО. Приводятся общие соображения, приводящие к построению данной модели, включающие соответствие сложности занятий уровню подготовки каждого студента и требования рационального использования временных и вычислительных ресурсов. В главе предлагается модель индивидуализации обучения на основе максимизации специальной величины – степени рекомендуемости уровня сложности. Основное содержание главы составляет описание модели экспертной системы, производящей вычисление степени рекомендуемости. Приводится математическое описание всех функциональных элементов экспертной системы. Один из элементов – блок фаззификации начального уровня подготовки студента – основан на нейронной сети. В главе обоснован выбор архитектуры и параметров применяемой нейронной сети, приведены результаты соответствующих расчетов. Приводится модель расчета оценки, выставляемой каждому студенту по результатам решения учебных заданий. В конце главы приводится результат моделирования курса обучения студента. Представленные результаты моделирования согласуются с интуитивными представлениями о том, как должна меняться сложность предлагаемых студенту заданий в зависимости от полученных им оценок, что говорит об обоснованности выбранных для реализации решений.

Третья глава «Технологии разработки, структура и принципы функционирования программного комплекса» представляет собой подробное описание структуры, технологий построения и принципов взаимодействия ком-

понентов программного комплекса. В данной главе приведено краткое описание языков и технологий, примененных при построении программного комплекса. Описан формат представления мультимедийных учебных заданий в формате XML, используемый для хранения материалов в базе данных, для взаимодействия участников в режиме реального времени и для расчета итоговой оценки за задание. Приведены детали реализации серверного приложения, экспертной системы, клиентского приложения, мультимедийного сервера. Показаны структура базы данных и диаграммы классов указанных компонентов.

В четвертой главе «Интерфейс и порядок работы с программным комплексом» представлен интерфейс программного комплекса и приведены принципы работы с ним. Описан порядок работы в режиме веб-конференции, включая использование мультимедийных функций (виртуальная доска, показ презентаций и т. д.). Приведен принцип работы преподавателя и студента при решении учебных заданий. Порядок работы представляется достаточно удобным, поскольку он позволяет преподавателю полностью контролировать решение каждым студентом и легко находить допущенные ошибки путем сравнения ответов с эталонным решением. В конце главы описан принцип работы с редактором учебных заданий. Список возможностей редактора довольно широк – он позволяет создавать задания по различным дисциплинам с использованием формул, текста, инструментов рисования, позволяет добавлять произвольные изображения из файлов и использовать рукописный ввод с использованием графического планшета. В конце главы описываются примеры успешного практического использования разработанной программной системы в МАИ и МГППУ, что позволяет говорить, что автором достигнута цель работы, состоящая в создании средств дистанционного обучения на базе технологий веб-конференции.

В заключении обобщаются основные научные и практические результаты произведенного исследования по диссертационной работе.

### **Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования**

Не смотря на общую положительную оценку работы, имеются следующие замечания:

1. Не вполне корректно определены объект (математическое и программное обеспечение дистанционного обучения в режиме реального времени) и предмет исследования (математические модели, используемые для построения учебного процесса в режиме реального времени, и программные средства, реализующие поддержку дистанционного обучения), поскольку по своей сути совпадают.

2. Из постановки задачи построения траектории обучения следует, что если какое-либо занятие имеет только один уровень сложности заданий, то работа экспертной системы на данном шаге теряет смысл, поскольку этот уровень назначается всем студентам. Задание экспертных оценок в этом случае не требуется. Если же для какого-либо занятия вообще не предусмотрено выполнение заданий (например, для занятия в форме интернет-лекции), то, по-видимому, требуется автоматическое создание одного уровня сложности и его назначение всем студентам. Данные случаи и их обработка не отражены в диссертации. Не отражена также обработка случая, когда для заданий какого-либо уровня сложности по какой-либо причине не заданы экспертные оценки.

3. Для вычисления степени рекомендуемости используется величина, называемая сбалансированной оценкой за предыдущее занятие, назначение которой – корректировка неоднородности шкалы оценок. Логично было бы использовать подобную величину и для анализа истории остальных оценок, однако в работе используется только средневзвешенная сумма оценок без корректировки неоднородности. Не приведено обоснование такого решения.

4. Не приведены практические рекомендации относительно выбора значения параметра  $\beta$ , входящего в формулу расчета средневзвешенной оценки за предыдущие занятия. Упомянуто только, что параметр может быть задан преподавателем в некоторых пределах, но не конкретизируется, из каких соображений выбирается его значение.

5. В автореферате не упомянуты примеры практического использования результатов исследования, несмотря на то, что в диссертации описано применение разработанной СДО в МАИ и в МГППУ для обучения студентов-инвалидов.

Отмеченные недостатки не снижают в целом положительной оценки основных научных результатов, полученных автором.



## **Соответствие автореферата основному содержанию диссертации**

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

## **Соответствие диссертации и автореферата требованиям**

### **ГОСТ Р 7.0.11-2011**

Диссертационная работа и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 по структуре и правилам их оформления.

## **Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14**

Диссертационная работа Алексейчука Андрея Сергеевича «Математическое и программное обеспечение системы дистанционного обучения на базе веб-конференций» написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые единолично полученные, научно обоснованные результаты и предложения. Это позволяет сделать вывод о соответствии работы п. 10 «Положения о присуждении ученых степеней».

Количество публикаций автора по теме диссертационного исследования, в которых излагаются основные научные результаты, в полной мере отвечает критериям, установленным п. 11 «Положения о присуждении ученых степеней». Автором по теме диссертации опубликовано 21 работа, в том числе 3 работы опубликованы в ведущих изданиях из перечня, определенного ВАК Минобрнауки России для опубликования основных научных результатов кандидатских диссертаций.

В соответствии с п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней» в диссертационной работе имеются необходимые ссылки на источники заимствования материалов, других авторов, а также на научные работы, выполненные автором самостоятельно или в соавторстве.

## **Заключение**

По результатам анализа представленных к оппонированию материалов следует сделать вывод о том, что диссертация Алексейчука Андрея Сергеевича на тему «**Математическое и программное обеспечение системы дистанционного обучения на базе веб-конференций**» является завершенной единолично выполненной научно-квалификационной работой на актуальную тему, в которой представлены результаты решения

важной задачи по созданию современных систем дистанционного обучения, полученные при этом лично автором результаты обладают признаками новизны и практической значимости. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Алексейчук А.С., заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

### Официальный оппонент

профессор кафедры № 32 Военной академии РВСН им. Петра Великого (филиал в г. Серпухове Московской области), доктор технических наук, профессор

Данилюк Сергей Григорьевич

«30» мая 2017 г.

Почтовый адрес: 142210, Московская обл., г. Серпухов, ул. Бригадная, д.17.

Контактный телефон: +7 (916) 850-51-79.

E-mail: sgdaniluk@bk.ru.

Подпись доктора технических наук, профессора Данилюка С. Г. заверяю.

Начальник отдела кадров  
Филиала Военной академии РВСН



А. Деркач

«30» мая 2017 г.