

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д ПНИПУ.05.01,
созданного на базе федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 20 декабря 2018 г. протокол №7
о присуждении **Полевщикову Ивану Сергеевичу**, гражданину
Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук

Диссертация «Модель и алгоритмы системы автоматизированного управления формированием сенсомоторных навыков у операторов технологических установок с применением компьютерных тренажеров» по специальности 05.13.10 – «Управление в социальных и экономических системах» принята к защите 18 октября 2018 года (протокол заседания №5) диссертационным советом Д ПНИПУ.05.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на основании приказа № 46-О от 28 мая 2018 г.

Соискатель **Полевщиков Иван Сергеевич**, 1988 года рождения, в 2012 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», в 2016 году окончил аспирантуру очной формы обучения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (период обучения 01.07.2012–30.06.2016 г.г.).

В период подготовки диссертации соискатель Полевщиков И.С. работал старшим преподавателем кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Диссертация выполнена на кафедре «Информационные технологии и автоматизированные системы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор экономических наук, профессор **Файзрахманов Рустам Абубакирович**, заведующий кафедрой «Информационные технологии и автоматизированные системы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Официальные оппоненты:

1. Большаков Александр Афанасьевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры систем автоматизированного проектирования и управления федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»,

2. Шиков Алексей Николаевич, кандидат технических наук, доцент, доцент факультета программной инженерии и компьютерной техники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»,

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» (г. Уфа), в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой «Автоматизированные системы управления», д-ром техн. наук Антоновым Вячеславом Викторовичем, профессором кафедры «Автоматизированные системы управления», д-ром техн. наук, профессором Куликовым Геннадием Григорьевичем и утвержденном ректором федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет», д-ром техн. наук, профессором Криони Николаем Константиновичем указала, что диссертационная работа, посвященная повышению эффективности автоматизированного управления формированием сенсомоторных навыков у операторов технологических установок на основе разработки новых моделей, методов и программного обеспечения компьютерных тренажерных комплексов, является актуальной и дополняет имеющиеся в этой области исследования. Научная новизна заключается в разработке: математической модели системы автоматизированного управления формированием сенсомоторных навыков у операторов технологических установок в ходе профессиональной подготовки с применением КТК; методики принятия

решений, отличающейся от известных применением алгоритмов для определения завершенности процесса формирования навыка в целом или отдельного этапа формирования, управляющих воздействий на обучаемого и оцениваемых показателей качества технологического процесса с учетом достигнутого уровня навыка; специального программного обеспечения системы автоматизированного управления, отличающегося от известного функциональными возможностями, алгоритмами и структурой данных. Результаты диссертационного исследования рекомендуется использовать при разработке КТК, предназначенных для профессионального обучения операторов различных технологических установок, а также в учебном процессе будущих инженеров, разрабатывающих АОС (при реализации соответствующих профессиональных образовательных программ). Диссертационная работа является завершенным научным исследованием, соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям, а ее автор Полевщиков И.С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.10 – «Управление в социальных и экономических системах».

Соискатель имеет 18 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 11 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, из них 5 работ – в изданиях, входящих в международные базы цитирования Scopus и Web of Science. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем публикациях.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Файзрахманов Р.А., Полевщиков И.С. Моделирование процесса автоматизированного управления формированием профессиональных навыков оператора производственной системы // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2016. Т. 16. № 1. С. 181–190. – 10 стр./7 стр.

Описана разработанная математическая модель системы автоматизированного управления формированием сенсомоторных навыков у операторов производственных процессов с применением аппарата теории множеств и математической логики. Также описана созданная методика принятия решений, способствующая информационной поддержке обучаемого в процессе формирования сенсомоторных навыков при выполнении упражнений и включающая алгоритмы для определения (с учетом достигнутого уровня навыка): завершенности процесса формирования навыка в целом или отдельного этапа формирования; подмножеств советующих воздействий и оцениваемых показателей качества технологического процесса.

2. Файзрахманов Р.А., Полевщиков И.С. Моделирование и автоматизация процесса управления формированием профессиональных умений и навыков оператора производственно-технологической системы // Инженерный вестник Дона. 2014. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2705. – 13 стр./7 стр.

Опубликованы результаты моделирования системы автоматизированного управления формированием сенсомоторных навыков у операторов производственно-технологической системы в ходе профессионального обучения на КТК. В частности, приведено описание параметров разработанной математической модели системы управления на основе аппарата теории множеств и математической логики, а также схематично представлены взаимосвязи между параметрами модели.

3. Fayzrakhmanov R., Polevshchikov I., Khabibulin A. Computer Simulation Complex for Training Operators of Handling Processes // Proc. of the 5th International Conference on Applied Innovations in IT (ICAIIIT), Koethen (Germany), 16 March 2017. Vol. 5. pp. 81-86. – 6 стр./4 стр.

Опубликованы результаты моделирования системы автоматизированного управления формированием сенсомоторных навыков у операторов технологических процессов (на примере погрузочно-разгрузочных). В частности, схематично представлены взаимосвязи между параметрами модели. Предложенная модель системы управления обеспечивает сбор первичных данных о моторных действиях обучаемого, обработку этих данных и генерацию советующих воздействий будущему оператору с учетом индивидуальных особенностей процесса обучения. Приведены результаты разработки специального программного обеспечения системы автоматизированного управления.

4. Fayzrakhmanov R., Polevshchikov I., Polyakov A. Computer-aided Control of Sensorimotor Skills Development in Operators of Manufacturing Installations // Proc. of the 6th International Conference on Applied Innovations in IT (ICAIIIT), Koethen (Germany), 13 March 2018. Vol. 6. pp. 59-65. – 7 стр./4 стр.

Описана разработанная математическая модель системы автоматизированного управления формированием сенсомоторных навыков у операторов технологических установок (на примере перегрузочных машин) в ходе профессионального обучения на КТК. Модель отличается множеством динамических параметров, что позволяет оценивать процесс формирования сенсомоторных навыков при итеративном научении и вырабатывать на основе получаемой оценки управленческие воздействия. Также описана методика принятия решений, созданная на основе сетей Петри и способствующая информационной поддержке обучаемого в процессе

формирования навыков при выполнении упражнений. Приведены результаты эксперимента, доказывающие эффективность применения при подготовке операторов КТК с реализованными программными модулями системы управления формированием сенсомоторных навыков.

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов, все отзывы положительные: **Карпова А.А.**, д-ра техн. наук, доцента, заведующего лабораторией речевых и многомодальных интерфейсов ФГБУН Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН); **Григорьева Л.И.**, д-ра техн. наук, профессора, заведующего кафедрой «Автоматизированные системы управления» и **Леонова Д.Г.**, канд. техн. наук, доцента, доцента кафедры «Автоматизированные системы управления» ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»; **Падерно П.И.**, д-ра техн. наук, профессора, профессора кафедры информационных систем ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»; **Зорина О.А.**, канд. техн. наук, доцента кафедры информационных систем и телекоммуникаций ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова»; **Куликова В.А.**, д-ра техн. наук, профессора, профессора кафедры «Вычислительная техника» ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»; **Раевского В.Н.**, канд. техн. наук, доцента, доцента кафедры информационных технологий и **Соловьевой Т.Н.**, канд. пед. наук, доцента, зав. кафедрой информационных технологий ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет».

В отзывах отмечено, что диссертация посвящена решению актуальной научно-технической задачи, связанной с развитием моделей и методов в области автоматизированного управления формированием сенсомоторных навыков у операторов технологических установок, способствующих снижению времени и повышению качества обучения за счет объективной оценки степени сформированности профессиональных навыков и целенаправленного формирования управляющих воздействий.

В отзывах содержатся следующие пожелания, вопросы и замечания: на рис. 1 (стр. 9 автореферата) в качестве одного из компонентов системы управления автором указана «Модель предметной области», однако в тексте автореферата не дается пояснений, для чего предназначена модель и в чем заключаются ее особенности; из текста автореферата не ясно, как задается минимальное число выполнений упражнения, при котором этап

формирования навыка считается завершенным успешно (параметр упоминается на стр. 9, 10 автореферата); из автореферата не вполне ясно, что представляют логико-динамические модели технологического процесса (блок 2 на рис. 1), а также насколько корректным является их отделение от модели предметной области (блок 1 на рис. 1); упоминание применяемой при определении коэффициентов овладения по терминальным и динамическим показателям процедуры нечёткого вывода (стр. 10) приводится в автореферате без описания используемых лингвистических переменных и функций принадлежности; на рис. 1 и на стр. 12 автореферата упоминается термин «расчётная траектория выполнения упражнения», но остаётся непонятным, что автор понимает под этим термином, поскольку примеры такой траектории не приводятся; на стр. 10 автореферата два раза упомянуто о привлечении экспертов, но специфика и особенности работы с экспертами не раскрыты; на стр. 10 автореферата указано об использовании нормативных документов для определения множества весов показателей качества, но в дальнейшем это не раскрыто; на стр. 11 автореферата написано, что эксперты задают параметры кривой научения, но вновь не раскрыто как это сделано; из текста автореферата не достаточно ясно как разработанный компьютерный тренажерный комплекс может быть адаптирован к различным видам технологических установок; на рисунке 1 автором упомянуты исходные данные о ситуациях технологического процесса (стрелка, идущая от компьютерного тренажера к системе управления), однако в тексте автореферата не дается пояснений о том, что это за ситуации и каким образом применяются в работе системы управления; на рис. 1 в автореферате (схема системы управления формированием сенсомоторных навыков) присутствует модуль настроек процесса обучения, однако автором не достаточно пояснено, за какие именно настройки отвечает этот модуль; на стр. 11 автореферата упоминаются матрицы попарного сравнения, но не совсем понятно, какие данные они содержат и как заполняются.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим:

официальные оппоненты являются ведущими специалистами в области автоматизированного управления формированием профессиональных компетенций и разработки компьютерных тренажерных комплексов, имеют публикации в ведущих научных изданиях, обладают достаточной квалификацией, позволяющей оценить новизну представленных на защиту результатов, их научную и практическую значимость, обоснованность и достоверность полученных выводов;

ведущая организация, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», хорошо известна достижениями в области управления социальными и экономическими системами, в университете решаются фундаментальные и прикладные задачи в области разработки систем автоматизированного управления учебным процессом, соответствующей направлению, разрабатываемому в диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана математическая модель процесса управления формированием сенсомоторных навыков операторов технологических установок, отличающаяся от известных системным представлением процесса формирования профессиональных сенсомоторных навыков в ходе обучения, что является теоретической базой системы автоматизированного управления;

предложены методика и алгоритмы для управления накоплением сенсомоторных навыков и реализации функций учета, контроля, анализа и формирования корректирующих воздействий в процессе автоматизированного обучения;

разработано специальное программное обеспечение системы автоматизированного управления, реализующее сценарное обучение по формированию сенсомоторных навыков, на основе разработанных модели, методики и алгоритмов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана эффективность применения системы автоматизированного управления формированием сенсомоторных навыков путем экспериментального сравнения результатов выполнения технологических операций на компьютерных тренажерах в двух контрольных группах обучаемых при подготовке операторов технологических установок;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы теория управления, методы математического моделирования, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей и математической статистики, анализа иерархий, моделирования процессов на основе сетей Петри, информационного и функционального моделирования процессов;

изложены основные положения теории построения систем автоматизированного обучения сенсомоторным навыкам, включая: представление системы управления процессом обучения как кибернетической системы; представление процесса обучения как циклического процесса с накоплением навыков; математическую модель и

алгоритмы системы автоматизированного управления формированием сенсомоторных навыков у операторов технологических установок (на примере погрузочно-разгрузочных и подъемно-транспортных машин) в ходе профессиональной подготовки с применением компьютерных тренажеров;

раскрыты недостатки существующих методик автоматизированного обучения, в которых, как правило, контролируются знания, и отсутствует контроль сенсомоторных навыков;

изучены процессы итеративного научения и формирования сенсомоторных навыков с использованием компьютерных тренажеров на примере погрузочно-разгрузочных работ;

проведено усовершенствование существующих моделей и методов процессов обучения, ориентированных на получение знаний, развитием которых является система управления формированием сенсомоторных навыков.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны компьютерные тренажерные комплексы с программными модулями системы автоматизированного управления для подготовки операторов перегрузочной машины специального назначения (в ходе выполнения НИОКР № 2010/293 в ПНИПУ совместно с ЗАО «Специальное конструкторское бюро», подтверждается актом внедрения результатов исследования) и операторов порталного крана (подтверждается свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016610404 от 11.01.2016);

определены перспективы практического использования авторских методик и алгоритмов при разработке систем управления формированием профессиональных навыков в различных сферах;

представлены методические рекомендации по работе с созданным программным обеспечением компьютерного тренажерного комплекса.

Результаты диссертационного исследования Полевщикова И.С. могут быть использованы организациями, занимающимися проектированием и производством компьютерных тренажерных комплексов и непосредственно профессиональной подготовкой (в том числе обучением на производстве) будущих операторов технологических процессов (главным образом, погрузочно-разгрузочных, подъемно-транспортных и экскаваторных работ), например: ЗАО «Специальное конструкторское бюро» (г. Пермь), речные порты г. Перми и г. Томска, морской порт г. Санкт-Петербурга, АНО ДПО «Пермский центр профессионального образования» (г. Пермь) и др. Также результаты диссертации рекомендуются к применению в образовательном

процессе вузов для профессиональной подготовки бакалавров и магистров ряда направлений («Информатика и вычислительная техника», «Программная инженерия» и др.) при изучении методов разработки автоматизированных обучающих систем и тренажерных комплексов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена на проверяемых фактах, согласуется с существующими разработками по проблематике диссертации и подтверждается авторскими экспериментальными исследованиями;

идея базируется на анализе российской и международной практик, обобщении передового опыта в разработке автоматизированных систем управления процессом обучения;

установлено качественное и количественное согласование результатов исследования, полученных автором, с результатами исследований других авторов, представленных в независимых источниках по тематике диссертации;

использованы современные методы и программные пакеты для математического моделирования, сбора и обработки экспериментальных данных.

Личный вклад соискателя состоит в:

составлении аналитического обзора существующих моделей, методов и средств автоматизации управления формированием сенсомоторных навыков при профессиональной подготовке операторов технологических установок;

разработке математической модели системы автоматизированного управления формированием сенсомоторных навыков у операторов технологических установок в ходе профессиональной подготовки с применением тренажерного комплекса;

разработке алгоритмов и процедур, реализующих методику принятия решений, применение которой способствует информационной поддержке обучаемого в процессе формирования сенсомоторных навыков при выполнении упражнений на компьютерном тренажере;

разработке специального программного обеспечения системы автоматизированного управления формированием сенсомоторных навыков тренажерного комплекса;

проведении экспериментальных исследований по определению эффективности применения системы автоматизированного управления формированием сенсомоторных навыков для подготовки операторов технологических установок (на примере операторов перегрузочной машины), обработке результатов проведенных экспериментов; **подготовке** публикаций по выполненной работе, участии в научных конференциях с представлением

результатов исследования;

разработке методических рекомендаций по организации учебного курса при подготовке операторов на компьютерном тренажере.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным в Порядке присуждения ученых степеней в ПНИПУ, принятым на заседании Ученого совета ПНИПУ (протокол №3 от 30 ноября 2017 года) и утвержденным ректором ПНИПУ 09 января 2018 года.: в ней изложены и научно обоснованы результаты решения задачи математического моделирования системы автоматизированного управления формированием сенсомоторных навыков у операторов технологических процессов, имеющие существенное значение для развития теоретических основ автоматизированного управления формированием профессиональных компетенций и совершенствования технологии разработки компьютерных тренажерных комплексов.

На заседании 20 декабря 2018 года диссертационный совет принял решение присудить **Полевщикову Ивану Сергеевичу** ученую степень **кандидата технических наук**.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 5 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 13, против присуждения ученой степени – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета Д ПНИПУ.05.01
доктор технических наук, профессор

Столбов В.Ю.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д ПНИПУ.05.01
кандидат экономических наук

Алексеев А.О.

26 декабря 2018 г.