

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.268.02 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР) МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ  
И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 14 декабря 2017 г. № 14

О присуждении Гандже Тарасу Викторовичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени доктора технических наук.

Диссертация «Развитие метода компонентных цепей для реализации комплекса программ моделирования химико-технологических систем» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», принята к защите 29.06.2017 г. (протокол № 8) диссертационным советом Д 212.268.02 на базе ТУСУРа (634050, г. Томск, пр. Ленина, 40). Приказ о создании диссертационного совета № 717/нк от 09.11.2012 г.

Соискатель Ганджа Тарас Викторович, 1979 года рождения, проходил обучение в докторантуре на кафедре моделирования и системного анализа ТУСУРа с 25.12.2008 г. по 24.12.2011 г. по специальности «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Комплекс программ автоматизации вычислительного эксперимента в расчетно-моделирующей среде MAPS» защитил в 2005 году в диссертационном совете Д 212.268.02 при ТУСУРе. В настоящее время работает доцентом кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП).

Диссертация выполнена в ТУСУРе на кафедре моделирования и системного анализа (МиСА), которая в настоящее время вошла в состав кафедры КСУП.

Научный консультант – Дмитриев Вячеслав Михайлович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры КСУП ТУСУРа.

Официальные оппоненты: Горюнов Алексей Германович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой электроники и автоматики физических установок Национального исследовательского Томского политехнического университета; Каледин Валерий Олегович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры математики и математического моделирования Новокузнецкого института (филиала) Кемеровского государственного университета; Муравьева Елена Александровна, доктор технических наук, зав. кафедрой автоматизированных технологических и информационных систем Уфимского государственного нефтяного университета, филиала в г. Стерлитамак, – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова» Российской академии наук (ИПУ РАН) заслушала выступление соискателя на открытом научном семинаре лаборатории № 41 «Идентификационные системы управления». В своем положительном заключении, подписанном д.т.н., проф., зав. лабораторией Бахтадзе Н.Н. (протокол № 10 от 9 ноября 2017 г.) и утвержденном д.т.н., член-корр. РАН директором Новиковым Д.А., указала, что диссертационная работа Ганджи Т.В. является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена крупная научно-техническая проблема компьютерного моделирования сложных технических управляемых систем предприятий газовой промышленности.

Соискатель имеет 55 опубликованных работ по теме диссертации: 4 монографии; 4 статьи в журналах, цитируемых в системе SCOPUS; 18 статей в журналах из перечня ВАК; 8 статей в научных сборниках; 5 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ; 16 докладов в трудах Международных конференций. Общий объем публикаций – 98,375 п.л., авторский вклад – 31.47 п.ч.

Наиболее значимые работы:

1. МАРС – среда моделирования технических устройств и систем / В.М. Дмитриев, А.В. Шутенков, Т.Н. Зайченко, Т.В. Ганджа. – Томск: В-Спектр, 2011. – 278 с.

2. Dmitriev V.M., Structure of network simulator for training and retraining of operators of controlled technological objects of oil and gas industry / V.M. Dmitriev, T.V. Gandzha, I.M. Dolganov, M.O. Pisarev, I.O. Dolganova, E.N. Sizova, E.N. Ivashkina // *Petroleum and Coal*. – Vol. 57. – 2015. – Issue 6. – P. 691-695.

3. Дмитриев В.М. Компьютерное моделирование визуальных интерфейсов виртуальных инструментов и приборов / В.М. Дмитриев, Т.В. Ганджа, В.В. Ганджа, С.А. Панов // *Научная визуализация*. – 2016. – Т. 8. – № 3. – С. 111- 131.

4. Dmitriev V.M. An algorithm to improve the speed and accuracy of analysis of chemical process system operation / V.M. Dmitriev, T.V. Gandzha, I.M. Dolganov, Natalia V. Aksenova // *Petroleum and Coal*. – 2017. – Vol. 59. – Issue 4. – P. 429–441.

5. Ганджа Т.В. Формализованное представление технически сложного объекта с компьютерной моделью в контуре управления // *Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика*. – 2012. – № 2. – С. 29-35.

На автореферат поступило 7 положительных отзывов из следующих организаций: ООО «Газпром Трансгаз Томск» (Овчаренко В.В., к.ф.-м.н., начальник отдела управления интегрированной системой менеджмента); Новосибирский государственный технический университет (Рояк М.Э., д.т.н., профессор, профессор кафедры прикладной математики); Калининградский государственный технический университет (Веревкин В.И., д.т.н., профессор, профессор кафедры технологии материалов и метрологии Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота); Сибирский физико-технический институт им. акад. В.Д. Кузнецова Национального исследовательского Томского государственного университета (Мельникова Н.В., д.ф.-м.н., старший научный сотрудник лаборатории новых материалов и перспективных технологий); Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк (Мышляев Л.П., д.т.н., профессор, профессор кафедры автоматизации и информационных технологий); Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет) (Семёнов А.Н., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой прикладной математики и информатики); Томский государственный педагогический университет (Горчаков Л.В., д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры информатики).



В отзывах на диссертацию и автореферат указаны следующие основные замечания: в тексте диссертации не приведено, как учитывается влияние измерительного прибора (виртуального прибора) на сам моделируемый процесс химико-технологической системы; численные методы, реализованные в вычислительном комплексе, описаны в основном тексте диссертации не достаточно полно, а большей частью вынесены в приложения, что затрудняет оценку содержания работы; в третьей главе диссертации не приводятся компоненты-реакторы, описывающие химические реакции с образованием новых веществ, не присутствующих на входах рассматриваемого компонента; в диссертации не отражены отличия предлагаемого подхода моделирования сложных технических управляемых систем от гибридных моделей систем управления, имеющих диаграммы состояния; в автореферате не приводится математической модели ни одного из разработанных компонентов языка моделирования химико-технологических систем, что не позволило судить о сложности моделей и способах их реализации; отсутствуют количественные оценки производительности разработанных вычислительных программ: число независимых переменных в типичной модели, число решаемых уравнений, требуемый объем памяти и время расчёта; в диссертации не приводится методика проверки адекватности моделей и не понятно, каким образом проверялась адекватность динамических моделей реальным процессам.

Выбор официальных оппонентов обосновывался тем, что доктор технических наук, доцент А.Г. Горюнов является известным специалистом в области построения моделей систем управления технологическими объектами и процессами в атомной промышленности, комплексов программ для их моделирования с численными методами обработки результатов данных измерения и результатов моделирования; доктор технических наук, профессор В.О. Каледин является одним из ведущих специалистов в области математического моделирования технических объектов и разработки численных методов и комплексов программ анализа моделей технических объектов и обработки результатов вычислительных экспериментов; доктор технических наук Е.А. Муравьева является ведущим специалистом в области компьютерного моделирования систем управления технологи-

ческими процессами предприятий нефтяной и газовой промышленности, а также в области реализации численных методов анализа и прогнозирования течения технологических процессов, построения комплексов программ автоматизированного и интеллектуального управления. Выбор ведущей организации обоснован тем, что ИПУ РАН имеет высокие достижения в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ, предназначенных для моделирования управляемых технических и технологических объектов и систем различной природы. Официальные оппоненты и сотрудники ведущей организации имеют значительный объём публикаций по тематике диссертации в ведущих изданиях и способны определить и аргументировано обосновать научную и практическую значимость и ценность диссертационной работы Ганджи Т.В.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

– *разработаны*: интерпретации математических моделей основных элементов и аппаратов химической промышленности, представленные компонентами языка моделирования ХТС с неоднородными векторными связями; имитационные модели основных математических и алгоритмических операций, отображающие их в формате алгоритмических компонентных цепей;

– *предложены*: новый численный метод явно-неявного анализа компьютерных моделей химико-технологических систем с заложенной в нем возможностью непосредственного определения значений переменных на этапе формирования системы алгебро-дифференциальных уравнений; алгоритм передачи сообщений, позволивший осуществлять передачу сообщений с данными различных типов между компонентами логического уровня многоуровневых компонентных цепей; новый подход к автоматизированному решению задач исследования и функционального проектирования сложных технических управляемых систем на основе многократного вычислительного эксперимента над многоуровневыми компьютерными моделями;

– *реализован* комплекс программ «Среда моделирования химико-технологических систем» и набор моделей основных элементов и аппаратов ХТС;

схемотехнический язык химико-технологических систем, обеспечивающий построение математических моделей ХТС в виде их компонентных цепей с неоднородными векторными связями; язык моделирования алгоритмических конструкций, в формате которого осуществляется построение имитационных моделей алгоритмов автоматизированного эксперимента со встроенными в них численными методами обработки результатов; язык виртуальных инструментов и приборов, предназначенный для построения лицевых панелей виртуальных инструментов и приборов и представленный совокупностью визуальных компонентов и алгоритмами формирования виртуальных приборов.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

– *решена*: важная научная проблема создания нового подхода к автоматизированному исследованию СТус предприятий газовой промышленности путем теоретического развития метода компонентных цепей, основанного на построении многоуровневых компонентных цепей для автоматизации исследования сложных технических управляемых систем предприятий газовой промышленности;

– *изложены* теоретические основы развития метода компонентных цепей, представленные в виде структуры многоуровневых компонентных цепей СТус; язык моделирования химико-технологических систем, представленный принципами построения и алгоритмами анализа моделей ХТС с неоднородными векторными связями для передачи многокомпонентных вещественных потоков; модели основных элементов и аппаратов химической технологии; численный метод явно- неявного анализа моделей химико-технологических систем, обеспечивающий повышение быстродействия их анализа; язык моделирования алгоритмических конструкций, предназначенный для формирования алгоритмов вычислительных экспериментов со встроенными в них функциональными моделями устройств управления СТус; язык виртуальных инструментов и приборов, обеспечивающий формирование лицевых панелей виртуальных инструментов и приборов, а также панелей визуализации результатов и управления вычислительным экспериментом;



– *разработан* комплекс программ «Среда моделирования химико-технологических систем», в состав которого включены средства математического моделирования ХТС, имитационного моделирования алгоритмов управления и визуального моделирования панелей отображения и интерактивного управления, а также совокупность методик его применения при решении задач исследования и функционального проектирования СТУС предприятий газовой промышленности.

**Практическая значимость** диссертационной работы подтверждается тем, что результаты диссертационного исследования в виде комплекса программ «Среда моделирования химико-технологических систем» внедрены в предприятия газовой и других отраслей промышленности: ОАО «ТомскНИПИНефть» (г. Томск), ПНО «Вирион» (г. Томск), ЗАО «Сибнефтекарт» (г. Томск), а также реализацией компьютерных тренажеров, виртуальных и реально-виртуальных лабораторий, внедренных в Томский политехнический университет, Оренбургский государственный университет и Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, а также внедрением сетевого компьютерного тренажера в ОАО «Томскгазпром».

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

– *корректность* построения многоуровневых компонентных цепей сложных технических управляемых систем и проведения вычислительных экспериментов, а также использование теоретических положений;

– *согласованность* результатов с данными, полученными в известных аналогичных комплексах программ, таких как Aspen Hysys, ChemCAD, LabVIEW, а также с результатами, опубликованными ранее другими авторами.

**Личный вклад соискателя** состоит в развитии метода компонентных цепей: в построении многоуровневых компонентных цепей сложных технических управляемых систем для автоматизации решения задач исследования и функционального проектирования СТУС, в разработке компьютерных моделей ХТС, программно-алгоритмического аппарата всех трех подязыков языка многоуровневых компонентных цепей, а также в разработке численного метода явно-неявного анализа моделей ХТС, алгоритмов численной обработки и интерпретации данных моде-

