

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.186.01

на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пензенский государственный университет» по диссертации на соискание ученой степени доктора наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 28.09.2017 № 3

О присуждении Кольчугиной Елене Анатольевне, гражданке РФ, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Теоретические основы построения самоорганизующихся программных систем с самоорганизацией континуального типа» по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики» принята к защите 19.06.2017 г., протокол № 2, диссертационным советом Д 212.186.01 на базе ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» Министерства образования и науки РФ, 440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная 40, приказ Министерства образования и науки РФ № 714нк от 02.11.2012 г.

**Соискатель** Кольчугина Елена Анатольевна, 1972 года рождения. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Системы управления временными базами данных для решения задач обработки информации в автоматизированных системах управления распределенными объектами» защитила в 1998 году, в диссертационном совете Д 063.18.02, созданном на базе Пензенского государственного университета, в настоящее время работает доцентом кафедры «Математическое обеспечение и применение ЭВМ» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет».

Диссертация выполнена на кафедре «Математическое обеспечение и применение ЭВМ» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет».

**Научный консультант** – доктор технических наук, профессор Горбаченко Владимир Иванович, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», кафедра «Компьютерные технологии», заведующий кафедрой.

### **Официальные оппоненты:**

Курейчик Виктор Михайлович, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», «Институт компьютерных технологий и информационной безопасности» (ИКТИБ ЮФУ) (г. Таганрог), главный научный сотрудник; кафедра «Системы автоматизированного проектирования», профессор;

Титов Виталий Семенович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (г. Курск), кафедра «Вычислительная техника», заведующий кафедрой;

Бабич Михаил Юрьевич, доктор технических наук, доцент, АО «НПП "Рубин"» (г. Пенза), главный специалист

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация АО «Пензенский научно-исследовательский электротехнический институт» (АО «ПНИЭИ»), г. Пенза, в своём положительном заключении, составленном Ивановым Александром Ивановичем, д.т.н., начальником лаборатории биометрических и нейросетевых технологий (ЛБНТ) АО «ПНИЭИ», и утвержденном Ефимовым Олегом Владимировичем, к.т.н., заместителем генерального директора АО «ПНИЭИ», указала, что представленная к защите диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладающей практической значимостью и содержащей теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое крупное научное достижение, а ее автор заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики».

Соискатель имеет 92 опубликованные научные работы, в том числе по теме диссертации 60 работ (объёмом 16,8 печатных листов, авторский вклад – 97%), из них 16 статей опубликовано в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 работа опубликована в издании, входящем в международную систему цитирования Scopus. Получено 2 свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ.

#### **Наиболее значительные работы:**

1. Кольчугина, Е. А. Неравновесное программирование / Е. А. Кольчугина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2009. – № 3 (11). – С. 25–31.

2. Кольчугина, Е. А. Новые парадигмы распределенных вычислений и неравновесное программирование / Е. А. Кольчугина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2009. – № 4 (12). – С. 3–11.

3. Кольчугина, Е. А. Структура цифрового организма в самоорганизующихся программных системах / Е. А. Кольчугина // Программные продукты и системы. – 2012. – № 2. – С. 51–54.

4. Кольчугина, Е. А. Самоорганизующиеся программные системы с распределенным искусственным интеллектом / Е. А. Кольчугина // Автоматика и вычислительная техника. – 2015. – № 4. – С. 39–44. (Перевод на английский язык, опубликованный Allerton Press, Inc.: Kol'chugina, E. A. Self-organizing software systems with distributed artificial intelligence / E. A. Kol'chugina // Automatic Control and Computer Sciences. – 2015. – Vol. 49, № 4. – P. 216–220. (© Allerton Press, Inc., 2015). – DOI: 10.3103/S0146411615040069)

**На диссертацию и автореферат поступило 11 положительных отзывов:** зам. руководителя Центра оптиконеуронных технологий Федерального государственного учреждения «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН) (г. Москва), д.ф.-м.н. Редько В.Г.; руководителя научно-исследовательской лаборатории космических

исследований МИЭМ НИУ ВШЭ (г. Москва), д.т.н., проф. Кулагина В.П.; зав. кафедрой электронных вычислительных машин ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет», д.т.н., проф. Кострова Б.В. и профессора той же кафедры, д.т.н., доц. Баранчикова А.И.; зав. кафедрой информатики Таганрогского института имени А.П. Чехова (филиал) «Ростовского государственного экономического университета (РИНХ)», д.т.н., проф. Ромма Я.Е.; профессора кафедры «Конструирование и технологии электронных и лазерных средств» Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, д.т.н., проф. Якимова А.Н.; президента АНОО ВО «Воронежский институт высоких технологий», д.т.н., проф. Львовича Я.Е.; профессора кафедры информационной безопасности и систем связи ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», д.т.н., доц. Пенского О.Г.; зав. кафедрой вычислительной техники и программирования ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», д.т.н., проф. Логуновой О.С.; профессора кафедры «Программной инженерии» Высшей школы информационных технологий и систем Казанского (Приволжского) федерального университета, д.ф.-м.н., проф. Елизарова А.М.; зав. кафедрой «Вычислительные машины и системы» Пензенского государственного технологического университета, д.т.н., проф. Сальникова И.И.; профессора кафедры «Реактивные двигатели и проектирование артиллерийских боеприпасов» филиала ФГКВУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева» МО РФ в г. Пензе, д.т.н., проф. Алчинова В.И.

В поступивших отзывах отмечается актуальность работы, ее научная и практическая значимость, новизна полученных результатов. По автореферату имеются замечания. **Наиболее существенные замечания:**

- в автореферате часто встречаются такие сравнения как «наилучшее программное решение» или «состояние (программной системы), удовлетворительное с точки зрения проектировщика или конечного пользователя», при этом не описан инструментарий, позволяющий провести необходимые сравнения программных решений между собой и обосновать выбор наилучшего варианта;

- вызывают вопросы утверждения о снижении трудоемкости в десятки раз в случае использования разработанных методов и средств при разработке конкретной программной системы;

- из текста автореферата непонятно, каким образом предложенный метод организации баз данных позволяет выполнять расширенные запросы;

- в автореферате представлено недостаточно численных характеристик, демонстрирующих эффективность предложенных методов и методик.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается широкой известностью их научных достижений в области применения бионических принципов и самоорганизации в информатике, наличием в соответствующей сфере исследования не менее 8 публикаций в

рецензируемых изданиях за последние 5 лет, а также отсутствием совместных с соискателем проектов и печатных работ.

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

**разработаны** теоретические основы построения самоорганизующихся программных систем с самоорганизацией континуального типа, включающие в себя следующие методы:

- метод кодирования и автоматизированной генерации программ в виде целочисленных последовательностей и базирующийся на нем метод кодирования и автоматизированной генерации параллельных программ на основе сочетания целочисленных последовательностей с матрицами расписания и рекурсивными формулами, описывающими разбиения этих матриц;

- методы кодирования с помощью функций свертки теории нумераций числовых последовательностей, представляющих цифровые организмы как самоорганизующиеся программные единицы, с целью автоматизации генерации программ и замены операций над числовыми последовательностями операциями над их кодированными представлениями;

- метод организации распределенного информационного поиска в растущих доменно-ориентированных базах данных с покортетным пространственным распределением отношений, реализуемый самоорганизующимся сообществом цифровых организмов;

**предложена** основанная на бионических принципах парадигма неравновесного программирования, позволяющая создавать самоорганизующиеся программные системы с самоорганизацией континуального типа;

**доказана** возможность и целесообразность построения самоорганизующихся программных систем с самоорганизацией континуального типа, а также практическая ценность таких систем;

**введены новые понятия:** парадигма неравновесного программирования; полностью самоорганизующаяся программная система; программная система, полученная путем самоорганизации; НК-подобный автомат; матрица расписания и способ прочтения матрицы расписания.

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

**доказаны:**

- принципиальная возможность построения практически значимых самоорганизующихся программ и программных систем с самоорганизацией континуального типа;

- наличие процессов континуальной самоорганизации в прикладных практически значимых программных системах, построенных в соответствии с принципами парадигмы неравновесного программирования;

- соответствие динамических свойств самоорганизующихся программных систем свойствам, наблюдаемым в самоорганизующихся системах реального мира;

- допустимость и корректность замены некоторых операций над кодированными представлениями программ операциями над свертками кодированных представлений программ;

**применительно к проблематике диссертации результативно использованы** методы теории множеств, теории автоматов, теории графов, теории формальных языков и грамматик, генетических алгоритмов, теории нумераций, математической статистики, математической биологии;

**изложены:**

- парадигма неравновесного программирования;
- функциональная и структурная модели цифрового организма как самоорганизующейся программной единицы;
- НК-подобная автоматная модель;
- принципы организации замкнутых сред в виде искусственных миров для существования самоорганизующихся программных систем;
- структурная модель системных программных средств, необходимых для реализации парадигмы неравновесного программирования;
- рекомендации по проектированию самоорганизующихся программных систем;

**раскрыты**

- ограничения применения предложенных моделей, методов и средств;
- возможности и потенциал применения парадигмы неравновесного программирования для разработки практически полезных самоорганизующихся программных и программно-информационных систем;

**изучены** структурно-функциональные связи между вычислениями, обеспечивающие возможность построения самоорганизующихся программ с самоорганизацией континуального типа; причинно-следственные связи между вариантами реализации компонент алгоритмов поведения отдельных цифровых организмов как самоорганизующихся программ и динамикой поведения всей программной системы в целом;

**проведена модернизация** существовавших ранее моделей цифрового организма как самоорганизующейся программной единицы, классической модели НК-автомата, а также методов организации сообществ цифровых организмов как самоорганизующихся программ.

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

**разработаны и внедрены**

- метод кодирования и автоматизированной генерации программ в виде целочисленных последовательностей и базирующийся на нем метод кодирования и автоматизированной генерации параллельных программ на основе сочетания целочисленных последовательностей с матрицами расписания и рекурсивными формулами, описывающими разбиения этих матриц, внедрены при проведении НИР в Научно-исследовательском и конструкторском институте радиоэлектронной техники – филиале ФГУП ФНПЦ «ПО "Старт" им. М.В. Проценко» (НИКИРЭТ – филиал ФГУП ФНПЦ

«ПО "Старт" им. М.В. Проценко») (г. Пенза), ООО НТП «Криптософт» (г. Пенза), а также использованы в деятельности предприятия АО «Научно-производственное предприятие "Рубин"» (г. Пенза);

- методы получения сжатого представления программ, представленных целочисленными последовательностями, использованы в деятельности предприятия АО «Научно-производственное предприятие "Рубин"» (г. Пенза);

- метод организации растущих доменно-ориентированных баз данных с покортежным пространственным распределением отношений и метод распределенного информационного поиска на основе таких баз данных внедрены при проведении НИР в ООО НПП «Контех» (г. Пенза);

- НК-подобная автоматная модель используется в АО «ПО "Электроприбор"» в целях исследования и анализа динамических свойств программного обеспечения (г. Пенза);

- научные и практические результаты работы используются при подготовке и проведении ряда учебных дисциплин на кафедре «Вычислительная техника» Пензенского государственного университета;

перечисленные внедрения подтверждены соответствующими актами внедрения и реализации результатов;

**определены** преимущества, недостатки и перспективы использования разработанных моделей, методов и инструментальных средств для решения практических задач проектирования программного обеспечения;

**созданы** методическое, алгоритмическое и системное программное обеспечение, дающие возможность реализации парадигмы неравновесного программирования;

**представлены** рекомендации по проектированию самоорганизующихся программных систем с самоорганизацией континуального типа, обладающих заданными свойствами; при использовании этих рекомендаций снижается трудоемкость проектирования и повышается его качество.

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ:** проведенные вычислительные эксперименты с использованием созданных инструментальных программных средств выявили наличие процессов самоорганизации континуального типа в программных системах, созданных в соответствии с парадигмой неравновесного программирования, что подтверждает справедливость полученных теоретических положений, а также устойчивую воспроизводимость полученных результатов и соответствие динамики самоорганизующихся программ и программных систем наблюдаемой в самоорганизующихся системах реального мира;

**теория** построена с использованием известных методов и положений теории множеств, теории автоматов, теории графов, теории формальных языков и грамматик, генетических алгоритмов, теории нумераций, математической статистики, математической биологии, а также согласуется с

ранее полученными результатами других авторов и результатами экспериментальных исследований по теме диссертации;

**идея базируется** на результатах отечественных и зарубежных исследований и разработок в области искусственной жизни, программной инженерии, баз данных, математической и молекулярной биологии, теории динамических систем, генетических алгоритмов и эволюционных вычислений, теории нумераций, НК-автоматов;

**использованы** теорема Холланда, модель биомолекулярного организма, функции нумерации пар, функции свертки и развертки, доменно-ориентированная модель данных, НК-автоматы;

**установлено** качественное совпадение наблюдаемой динамики поведения самоорганизующихся программных систем с результатами, полученными при исследовании самоорганизующихся биологических систем математическими и имитационными методами, что обеспечивает преимущество в виде способности программных систем к продолжающейся саморазработке;

**использованы** адекватный математический аппарат, современные технологии и инструментальные средства разработки программного обеспечения (операционная система Linux и командный язык shell, языки и среды программирования Perl, Object Pascal (Lazarus) и Visual Basic).

**Личный вклад соискателя** состоит в выявлении научной проблемы, формулировке цели и задач исследования, выборе математического аппарата, решении поставленных теоретических и экспериментальных задач, в том числе разработке программного обеспечения, формулировке выводов и рекомендаций, подготовке публикаций и докладов по выполненной работе. Все результаты, составляющие содержание диссертации, а также содержание публикаций автора по теме диссертации, получены автором самостоятельно.

На заседании 28 сентября 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Кольчугиной Е.А. ученую степень доктора технических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики», участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за — 17, против — 0, недействительных бюллетеней — 0.

Председатель диссертационного совета  
д.т.н., профессор  Волчихин Владимир Иванович

Ученый секретарь диссертационного совета  
д.т.н., профессор  Гурин Евгений Иванович

Дата оформления заключения: 05.10.2017 г.