

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации Кольчугиной Елены Анатольевны «Теоретические основы построения самоорганизующихся программных систем с самоорганизацией континуального типа», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.17 «Теоретические основы информатики»

Как отдельное научное направление искусственная жизнь сформировалась относительно недавно, менее 30 лет назад. Тем не менее, за этот период в данном направлении достигнуты впечатляющие успехи, связанные с созданием и исследованием самоорганизующихся программно-математических и аппаратных структур, воспроизводящих принципы динамики, присущие биологическим организмам и системам. К сожалению, полученные результаты недостаточно часто находят практическое применение. Преодоление данного ограничения должно способствовать повышению интереса к искусственной жизни как к научному направлению и стимулировать дальнейшие исследования в этой области. В связи с этим актуальной как для развития науки, так и для технических приложений является тема диссертационного исследования Кольчугиной Е.А. «Теоретические основы построения самоорганизующихся программных систем с самоорганизацией континуального типа», ставящего целью применение принципов искусственной жизни в информатике и программной инженерии.

Прямыми предшественниками данной диссертационной работы являются общепризнанные и цитируемые работы таких исследователей, как M. Eigen, P. Schuster, W. Fontana, L. W. Buss, S. Rasmussen, T. S. Ray, C. Adami, J. S. McCaskill, P. Dittrich, J. Ziegler, W. Banzhaf, P. Speroni di Fenizio.

Принципиальная идейная новизна диссертации состоит в том, что в ней предлагается рассматривать программную систему прикладного назначения как результат саморазвития исходной зародышевой структуры благодаря процессам самоорганизации. Принципы создания и функционирования соответствующих программных систем были сформулированы автором в виде новой парадигмы неравновесного программирования, в соответствии с которой выполнение программы рассматривается как совершение полезной работы против модельного аналога термодинамического равновесия.

Для реализации принципов парадигмы неравновесного программирования в диссертационной работе были предложены функциональная и структурная модели цифрового организма как самоорганизующейся программной единицы.

Чтобы представить цифровой организм в памяти ЭВМ, в диссертации были предложены следующие методы кодирования:

- метод кодирования алгоритма поведения и свойств цифрового организма в виде целочисленной последовательности, задающей цифровую ДНК;

- метод кодирования управляющих структур, представляющих параллельные версии алгоритма поведения цифрового организма, в виде совокупности матрицы и формулы, описывающей разбиение матрицы;

- методы кодирования ДНК-структур цифровых организмов при помощи результатов вычисления функций свертки теории нумераций, которые позволяют заменить целочисленную последовательность единственным целым числом.

Исследование свойств динамики поведения цифровых организмов может быть выполнено с помощью новой НК-подобной автоматной модели, также предложенной автором в диссертации.

Концепция, предложенная автором в диссертации, отличается целостностью и экологичностью подхода. Совокупность самоорганизующихся программ и обрабатываемых ими данных рассматривается как аналог многовидового экологического



сообщества, существующего в условиях замкнутого искусственного мира. В диссертации предлагаются новые принципы организации таких искусственных миров. Взгляд на программно-информационную систему как на экосистему позволил предложить новый метод организации распределенного информационного поиска в растущих доменно-ориентированных базах данных с покортежным пространственным распределением отношений, выполняемый сообществом цифровых организмов.

Новизной также обладают предложенные в диссертации структура системного программного обеспечения, реализующего принципы парадигмы неравновесного программирования, и рекомендации по проектированию самоорганизующихся программных систем.

О практической ценности исследования свидетельствуют акты внедрения и реализации результатов диссертационной работы на научно-производственных предприятиях и в учебном процессе ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет». Результаты, полученные в диссертации, значимы для теоретической информатики и теории программирования, а также для программной инженерии, в том числе для разработки программного обеспечения распределенных систем и сетей и автоматизации программирования.

Всего по теме диссертации автором сделано 60 публикаций. Основные научные результаты, полученные в диссертации, опубликованы в статьях в рецензируемых научных изданиях, из них 16 статей опубликованы в российских журналах, входящих в перечень ВАК, 1 статья опубликована в издании, индексируемом SCOPUS. Также результаты исследования прошли апробацию на международных конференциях и семинарах всероссийского уровня. Основное количество публикаций соискателя, указанных в автореферате, выполнено без соавторов.

На основе анализа представленных материалов автореферата диссертации можно сделать вывод, что диссертационная работа Кольчугиной Елены Анатольевны соответствует всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям и установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного 24.09.2013 постановлением Правительства Российской Федерации № 842. Автор работы, Кольчугина Елена Анатольевна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.17 «Теоретические основы информатики».

Владимир Георгиевич Редько

доктор физико-математических наук, заместитель руководителя Центра оптико-нейронных технологий Федерального государственного учреждения «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН)

Адрес: 117218, Москва, Нахимовский просп., 36, к.1. ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН

Телефон: +7 495 718 21 10; (499) 124-97-44,

E-mail: niisi@niisi.msk.ru

Специальность по докторской диссертации В.Г. Редько (1995 год):

05.27.01. Твердотельная электроника, микроэлектроника

В.Г. Редько

Подпись руки *В.Г. Редько* заверяю  
Начальник отдела кадров *Анна Павловна*



## Отзыв

**на автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.17 «Теоретические основы информатики» Кольчугиной Елены Анатольевны, на тему «Теоретические основы построения самоорганизующихся программных систем с самоорганизацией континуального типа»**

Широкое внедрение распределенных информационных систем и баз данных обеспечивает решение множества важных социальных и народнохозяйственных задач. Но организация и поддержание работы таких информационных систем и баз данных, в силу их распределенности и непрерывного увеличения объема хранимой информации, требует больших затрат человеческого труда, а потому становится все более дорогостоящей задачей. Решение проблемы состоит в наделении распределенных информационных совокупностей способностью к самоупорядочиванию, благодаря процессам самоорганизации, происходящим в программных системах, обслуживающих такие совокупности. Поэтому актуальной является тема докторской диссертации Кольчугиной Е.А. «Теоретические основы построения самоорганизующихся программных систем с самоорганизацией континуального типа», посвященная формулировке принципов построения самоорганизующихся программных и программно-информационных систем.

Результаты, полученные и перечисленные в диссертации, обладают научной новизной. Ведущее значение имеют предложенные в диссертации функциональная и структурная модели самоорганизующейся программной единицы, или цифрового организма, парадигма неравновесного программирования, формулирующая принципы создания самоорганизующихся программных систем, методы кодирования цифровых организмов с помощью целых чисел, их последовательностей и матриц разбиения, что позволяет сохранять цифровые организмы в базах данных. Также в диссертации предлагаются принципы организации искусственных миров или сред, в которых существуют цифровые организмы, новый метод организации распределенного информационного поиска, *NK*-подобная автоматная модель, позволяющая исследовать динамику поведения цифровых организмов, предлагается структура необходимого программного обеспечения и рекомендации по проектированию сообществ цифровых организмов.

Основная область применения результатов диссертационной работы представляется связанной с автоматизацией администрирования распределенных информационных совокупностей, а также с организацией и



поддержкой работы распределенных информационно-поисковых систем. В связи с этим, результаты диссертации обладают практической ценностью с точки зрения автоматизации процесса разработки программ.

Основные результаты диссертации опубликованы в достаточном объеме, в том числе в рецензируемых научных изданиях. В течение 2004-2016 годов результаты исследования докладывались на всероссийских семинарах и международных конференциях, где они прошли апробацию и получили одобрение.

Замечания по содержанию автореферата диссертации.

1. В главе 2 предложены функциональная и структурная модели цифрового организма, которые положены в основу технологии создания самоорганизующейся программной единицы. При этом не описано, какие условия необходимо выполнить, чтобы сохранить семантический смысл вновь созданной программной единицы или совокупности данных единиц.
2. 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.
3. В 5 главе вводится дискретное пространство искусственного мира. При этом не описаны отношения, которым должны удовлетворять элементы данного пространства, не показана возможность существования метрик, позволяющих сравнивать между собой характеристики элементов пространства.
4. Вызывают вопросы утверждения о снижении трудоемкости в десятки раз в случае использования разработанных методов и средств при разработке конкретной программной системы.

Данные замечания не снижают общей высокой оценки работы.

Диссертация Кольчугиной Е.А. выполнена на актуальную тему, отличается научной новизной, практической значимостью, является законченной научно-квалификационной работой, обладающей целостностью и свидетельствующей о личном вкладе соискателя в развитие науки.

Диссертация «Теоретические основы построения самоорганизующихся программных систем с самоорганизацией континуального типа» соответствует паспорту научной специальности 05.13.17 и удовлетворяет критериям, установленным для докторских диссертаций в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации за № 842 от 24 сентября 2013 г., а автор работы, Кольчугина Елена Анатольевна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.17 «Теоретические основы информатики».

Руководитель научно-исследовательской  
лаборатории космических исследований  
МИЭМ НИУ ВШЭ,  
доктор технических наук, профессор



В.П. Кулагин

« 8 » 09 2017 г.

Реквизиты МИЭМ НИУ ВШЭ:

123458, Москва, ул. Таллинская, д.34. Телефон: 8(495)916-88-29; факс: 8(495)916-88-29.

Эл. почта: miem@hse.ru.

Шифр и наименование научной специальности, в соответствии с номенклатурой, по которой была защищена диссертация лица представившего отзыв:  
05.13.12 – системы автоматизации проектирования (в промышленности).



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кольчугиной Елены Анатольевны  
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ  
САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ  
ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ С САМООРГАНИЗАЦИЕЙ  
КОНТИНУАЛЬНОГО ТИПА»

по специальности

05.13.17 – «Теоретические основы информатики»,  
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук

Исследование сложных систем, каковыми без сомнения являются программные системы распределенных вычислительных систем и систем хранения данных, могут проводиться только в рамках единого «синергетического» подхода. Одним из ключевых аспектов синергетики как науки, является выявление источников развития через самоорганизацию, предполагающую возникновение нового порядка и усложнение систем через флуктуации состояний их элементов и подсистем.

В синергетике сложилось несколько научных школ. В числе этих школ – брюссельская школа лауреата Нобелевской премии И. Р. Пригожина, школа Г. Хакена, профессора Института синергетики и теоретической физики в Штутгарте, академика А. А. Самарского и члена – корр. РАН С. П. Курдюмова. Их школы разрабатывают теорию самоорганизации на базе математических моделей и вычислительного эксперимента. Все это говорит о том, что синергетика представляет собой парадигму, которая олицетворяет концептуальные рамки, немногочисленные фундаментальные идеи, общепринятые в научном сообществе, и методы (образцы) научного исследования.

Диссертация посвящена снижению влияния человеческого фактора при разработке программ за счет автоматизации процесса разработки программного обеспечения, а готовое программное обеспечение должно быть способно к самосовершенствованию в процессе эксплуатации и быть способным к самостоятельному устранению ошибок. В связи с этим тема диссертации является актуальной.

Для решения данной проблемы автор предложил:

- парадигму неравновесного программирования, отличающуюся тем, что в ее рамках программа рассматривается как изменяющаяся в ходе функционирования структура процессов;

- функциональную модель цифрового организма, отличающуюся тем, что в ней цифровой организм определяется как совокупность взаимосвязанных функций;
- структурную модель цифрового организма, отличающуюся тем, что она рассматривается как совокупность отдельно представленных генотипов.

Все полученные результаты содержат в себе достаточный объем **научной новизны**.

**Теоретическая и практическая значимость** диссертации подтверждается тем, что в ней предложены новые методы, модели и методики, позволяющие существенно улучшить качество проектируемого программного обеспечения за счет уменьшения трудоемкости разработки и снижения влияния человеческого фактора.

Эффективность и практическая значимость разработанных методов и методик обосновывается их использованием в ряде организаций:

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»), ООО НТП «Криптософт», ООО НПП «Контех», АО «ПО «Электроприбор», АО «Научно-производственное предприятие «Рубин».

По материалам диссертации опубликованы 48 печатных работ, из них одна статья в издании, входящем в систему цитирования SCOPUS и 16 в изданиях, рекомендованных ВАК для докторских диссертаций. Результаты работы докладывались на международных и всероссийских научно-технических конференциях.

Автореферат дает достаточно полное представление об основных результатах, полученных в диссертации.


В качестве **недостатков** можно отметить следующее:


- 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;
- не совсем оправданным выглядят ссылки в нижней части страниц, тем более на работы, приведенные в списке публикаций.



Можно предположить, что указанные недостатки являются следствием ограниченного объема автореферата.

В целом диссертационная работа Кольчугиной Е. А. соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Кольчугина Елена Анатольевна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики».

Профессор кафедры  
электронных вычислительных машин  
ФГБОУ ВО «РГРТУ»,  
доктор технических наук  
(05.13.17 – Теоретические основы информатики),  
доцент  Баранчиков Алексей Иванович

Заведующий кафедрой  
электронных вычислительных машин  
ФГБОУ ВО «РГРТУ»,  
доктор технических наук  
(05.13.17 – Теоретические основы информатики),  
профессор  Костров Борис Васильевич

Подписи Баранчикова Алексея Ивановича и Кострова Бориса Васильевича заверяю:

Ученый секретарь Ученого совета  
ФГБОУ ВО «РГРТУ»  
к.т.н., доцент  В.Н. Пржегорлинский

**Сведения об организации:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет» (ФГБОУ ВО «РГРТУ», РГРТУ)

Сайт организации: [www.rsreu.ru](http://www.rsreu.ru)

Почтовый адрес: Гагарина ул., 59/1, г. Рязань, 390005

Контактный телефон: (4912) 46-03-03; (4912) 46-03-50

e-mail: [rgrtu@rsreu.ru](mailto:rgrtu@rsreu.ru)



ОТЗЫВ  
на автореферат диссертации  
Кольчугиной Елены Анатольевны  
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ ПРОГРАММНЫХ  
СИСТЕМ С САМООРГАНИЗАЦИЕЙ КОНТИНУАЛЬНОГО ТИПА»,  
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук  
по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики

**Актуальность темы.** Диссертационная работа ориентирована на преодоление сложности и проблем существующего программного обеспечения. Аспекты сложности трактуются со структурно-функциональной точки зрения, увеличения объема программного кода, с концептуально-семантической точки зрения, растущего числа и разнообразия задач. Сюда включается сложность математических моделей, реализуемых программно. Учитывается ресурсоемкость процессов разработки, эксплуатации и сопровождения программного обеспечения. Принимается во внимание концептуальная сложность программных проектов, необходимость высокого темпа разработки, трудность полного правильного понимания задачи разработчиками программного обеспечения. Отсюда, согласно автору, процесс разработки программного обеспечения должен быть автоматизирован, программное обеспечение должно быть способно к самосовершенствованию в процессе эксплуатации. При этом возможности программного саморазвития, самовосстановления и самосовершенствования трактуются как проявления самоорганизации, исследуемые в диссертации. Отправляясь от аналогов самоорганизации в биологических системах, работа ставит целью воспроизведение их в технической среде. В число создателей известных прототипов исследования включены С. G. Langton, S. A. Kauffman, J. D. Farmer, M. Mitchell, L. J. Yaeger, T. S. Ray, W. Fontana, K. Sims, M. A. Bedau, J. S. McCaskill, M. Sipper, N. H. Packard, S. Rasmussen, C. Adami, K. Kaneko. Принимаются во внимание аналоги автокаталитических систем. Рассматриваются преобразования программ как аналогов химических реакций на основе работ M. Eigen, P. Schuster, W. Fontana, L. W. Buss, S. Rasmussen, T. S. Ray, C. Adami, J. S. McCaskill, P. Dittrich, J. Ziegler, W. Banzhaf, P. Speroni di Fenizio. В число рассматриваемых компонентов самоорганизации включаются различные программные проекции бионических систем, эволюционные и генетические алгоритмы.

На основании изложенного тема диссертационной работы **актуальна**.

**Целью диссертационного исследования** является разработка и обоснование теоретических положений, основополагающих для построения самоорганизующихся практически значимых программных систем на основе бионических принципов.

Представлено одиннадцать компонентов **научной новизны**, из них можно выделить следующие положения.

1. На основе бионических принципов предложена парадигма неравновесного программирования, *отличающаяся* тем, что программа рассматривается как имеющая изменяющуюся в ходе функционирования структуру совокупности процессов, связанных между собой по входным и выходным значениям данных, которая *позволяет* разрабатывать на языках высокого уровня самоорганизующиеся программы континуального типа.
2. Предложена функциональная модель цифрового организма, определяемая как совокупность взаимосвязанных функций, *позволяющая* избежать хрупкости и потери семантической значимости программного кода в процессе эволюции программ.
3. Предложена структурная модель цифрового организма как совокупность отдельно представленных генотипа, заданного цифровой ДНК, и фенотипа, в качестве совокупности данных и программного кода. Модель *позволяет* описать программу в терминах унифицированных структурных элементов, и как следствие, предложить технологию программной реализации цифрового организма как самоорганизующейся программной единицы.

Представляют интерес и остальные положения научной новизны. В частности, предложены методы кодирования ДНК-структур цифровых организмов при помощи функций свертки теории нумераций. Числовая последовательность ДНК цифрового организма в результате свертки заменяется одним целым числом, что *позволяет* компактно сохранять в базах данных информацию о последовательности генов цифрового организма, выполнять операции над цифровыми организмами путем преобразования сверток их ДНК-структур и восстановления последовательностей из сверток. Это дает возможность исследовать эволюцию программной системы на основе информации из баз данных, а также автоматизировать генерацию новых программ на основе кодированных представлений уже имеющихся программ.



По теме диссертации опубликовано 60 работ, 50 основных приведены в автореферате. В числе опубликованных работ 17 публикаций списка ВАК, одна из которых входит в SCOPUS.

Диссертация прошла широкую апробацию, результаты имеют весомое внедрение.

**Достоинством** работы является естественный, замечательно грамотный стиль изложения, который раскрывает высокую научно-техническую квалификацию автора и его яркий научный потенциал.

Диссертация содержательна, обладает **практической ценностью, теоретически значима** и интересна.

В автореферате отмечаются **недостатки**.

1. Краткое изложение 6 глав диссертации в автореферате не содержит ни одной леммы и теоремы. Концептуальной работе не повредили бы формализованные предложения и доказательства.
2. Описания ключевых алгоритмов в автореферате не представлены в конструктивной форме.
3. Чтобы ценные утверждения, которым не дано формализованных доказательств, не казались декларативными, желательно было бы проиллюстрировать их в простейших случаях. Например, на вход предложенной модели автоматического распараллеливания (п.5 положения, выносимого на защиту на стр.12, п.4 на стр. 24, п.п. 3, 4 на стр. 25) можно подать полином с числовыми коэффициентами, задать целевую функцию минимизации временной сложности его вычисления посредством распараллеливания, на выходе сравнить результаты с оценками Дорна, Эстрина, Мараямы. Если бы достигалась минимизация времени вычисления, углублялось бы доверие к возможностям представленных концепций.
4. На стр. 9 автореферата в п. 10 научной новизны говорится, что «разработана структура системного программного обеспечения, *позволяющего* выполнять контроль свойств цифровых организмов, их периодическую пересборку и запуск на выполнение, тем самым не только динамически генерировать самоорганизующиеся программные системы, но и полностью контролировать их». Однако в дальнейшем тексте автореферата нет информации о том, как программно задается и как программно контролируется требуемое направление эволюции самоорганизующейся системы. Если такого управляющего механизма нет, то в общем случае эволюция может приводить к обратным, отрицательным эффектам – к не достижению конкретного прикладного результата, к ошибочному решению, не исключена деградация системы.

Замечания относятся к отдельным положениям автореферата. В целом, на основании автореферата, диссертацию можно высоко положительно оценить как с теоретической, так и прикладной точки зрения, с точки зрения глубокой научной новизны. Проведенные исследования характеризуются как научно обоснованные разработки, обеспечивающие вклад в решение глобальной научно-технической проблемы.

Автореферат в достаточной мере полно отражает содержание диссертации.

**Заключение.** Диссертация отвечает критериям Положения ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор, Кольчугина Елена Анатольевна, заслуживает присуждения ей ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

Заведующий кафедрой информатики  
Таганрогского института имени А.П. Чехова  
(филиал) «Ростовского государственного  
экономического университета (РИНХ)»,  
доктор технических наук, профессор

г. Таганрог, ул. Инициативная, 48

e-mail: [romm@list.ru](mailto:romm@list.ru)

тел.: (8634) 60 18 07

Специальности докторской диссертации:

05.13.17 – Теоретические основы информатики

05.13.13 – Вычислительные машины, комплексы, системы и сети





## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кольчугиной Елены Анатольевны  
«Теоретические основы построения самоорганизующихся программных  
систем с самоорганизацией континуального типа», представленной  
на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности  
05.13.17 – Теоретические основы информатики

Актуальность диссертационной работы Кольчугиной Е.А. обусловлена возрастанием сложности программного обеспечения, ростом ресурсоемкости процессов его разработки, эксплуатации и сопровождения. В силу этих причин возникает необходимость снижения влияния человеческого фактора при разработке программного обеспечения путем автоматизации. При этом перспективным оказывается развитие у него способности к самосовершенствованию в процессе эксплуатации, например, способности к самостоятельному устранению ошибок или развитию функциональных возможностей под воздействием условий актуальной вычислительной среды.

Из автореферата следует, что в работе исследуются самоорганизующиеся программные системы с самоорганизацией континуального типа, функционирующие на основе распределенных вычислительных систем и сетей, формулируются и обосновываются теоретические положения, являющиеся основой для построения самоорганизующихся практически значимых программных систем на основе бионических принципов.

В работе Кольчугиной Е.А. на основе парадигмы неравновесного программирования, позволяющей разрабатывать самоорганизующиеся программы с самоорганизацией континуального типа, предложены: функциональная и структурная модели цифрового организма, позволяющие решить проблемы эволюции программ и реализовать цифровой организм как самоорганизующуюся программную единицу; методы кодирования алгоритма поведения и свойств цифрового организма в виде структуры цифровой ДНК и управляющих структур в составе цифровой ДНК; НК-подобная автоматная модель цифрового организма, позволяющая исследовать его динамические свойства; методы, позволяющие компактно сохранять в базах данных информацию о последовательности генов цифрового организма, выполнять операции над цифровыми организмами, выполнять информационный поиск по таблицам отношений произвольной структуры и вне зависимости от их пространственного расположения; принципы организации замкнутых сред, или искусственных миров, для существования самоорганизующихся программных систем как сообществ цифровых организмов.

Работа имеет большую практическую значимость, что подтверждается

использованием её результатов в деятельности ряда научно-производственных предприятий, научно-исследовательского и конструкторского института, а также при выполнении фундаментальной НИР.

Теоретические и практические результаты диссертации прошли всестороннюю апробацию на научных конференциях различного уровня. Основные материалы диссертации опубликованы в открытой печати.

К недостаткам автореферата диссертации можно отнести следующее:

– мало внимания уделено оценке адекватности НК-подобной автоматной модели цифрового организма, позволяющей исследовать его динамические свойства;

– не указано направление дальнейших научных исследований в области построения самоорганизующихся программных систем.

Отмеченные недостатки не уменьшают значимость представленной работы. По содержанию, глубине исследований и полученным результатам она соответствует требованиям, предъявленным ВАК к докторским диссертациям, а автор работы Кольчугина Е.А. заслуживает присуждения ей учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

Профессор кафедры «Конструирование и технологии электронных и лазерных средств» Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, д.т.н., профессор, специальность 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)

Якимов  
Александр  
Николаевич

190000, Санкт-Петербург  
ул. Большая Морская, д. 67  
Тел. (812)373-4216  
E-mail: ftor23g@mail.ru





## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кольчугиной Е.А.

**«Теоретические основы построения самоорганизующихся программных систем с самоорганизацией континуального типа», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики**

Современное программное обеспечение представляет собой совокупность большого числа модулей, объединенных в организационное целое посредством различного рода связей. Возрастание сложности приводит к увеличению ресурсоемкости и трудоемкости разработки программного продукта. Высокий уровень сложности наряду со значительным влиянием человеческого фактора приводят к снижению показателей эффективности и надежности программной системы в течение всего жизненного цикла. Одним из механизмов, способствующих преодолению возникающих проблем, как и во всех сложных системах, является механизм самоорганизации. В отечественной и зарубежной научной литературе этому направлению в области информатики не уделяется достаточного внимания. Для решения актуальной проблемы создания практически полезных самоорганизующихся программных систем требуется проведение теоретических и прикладных исследований, которым и посвящена докторская диссертация Е.А.Кольчугиной.

Автором в качестве базового, обосновано выбран подход, основанный на трансформации бионических принципов в методологические принципы и теоретические основы построения программного обеспечения с самоорганизацией континуального типа с использованием теории автоматов, графов, формальных языков и грамматик, нумерации и генетических алгоритмов.

Среди полученных результатов необходимо выделить ряд базовых, характеризующихся научной новизной.

1. На основе бионических принципов предложена парадигма неравновесного программирования, отличающаяся тем, что в ее рамках программа рассматривается как имеющая изменяющуюся в ходе функционирования структуру совокупность процессов, связанных между собой по исходным данным и результатам вычислений, и позволяющая разрабатывать на языках высокого уровня самоорганизующиеся программы с самоорганизацией континуального типа.

2. Предложена функциональная модель цифрового организма, отличающаяся тем, что в ней цифровой организм определяется как совокупность взаимосвязанных функций, и позволяющая избежать возникновения проблемы хрупкости, или потери семантической значимости, программного кода в процессе эволюции программы.

3. Предложена структурная модель цифрового организма, отличающаяся тем, что цифровой организм рассматривается как совокупность отдельно представленных генотипа, заданного цифровой ДНК, и фенотипа, как совокупности данных и программного кода, и

позволяющая описать программу в терминах унифицированных структурных элементов, а как следствие, предложить технологию программной реализации цифрового организма как самоорганизующейся программной единицы.

4. Предложены методы кодирования ДНК-структур цифровых организмов при помощи функций свертки теории нумераций, отличающиеся тем, что числовая последовательность, представляющая ДНК цифрового организма, в результате применения функций свертки заменяется одним целым числом, и позволяющие компактно сохранять в базах данных информацию о последовательности генов цифрового организма, а также выполнять операции над цифровыми организмами путем преобразования сверток их ДНК-структур и восстановления последовательностей из сверток; это в свою очередь позволяет исследовать эволюцию программной системы на основании информации из баз данных, а также автоматизировать генерацию новых программ на основе кодированных представлений уже имеющихся программ.

5. Разработан новый метод организации распределенного информационного поиска в растущих доменно-ориентированных базах данных с покортежным пространственным распределением отношений, реализуемый самоорганизующимся сообществом цифровых организмов, отличающийся ориентацией на использование уникальных внутрисистемных идентификаторов значений из заданных доменов, и позволяющий выполнять информационный поиск по таблицам отношений произвольной структуры вне зависимости от пространственного расположения и структуры и даже в отсутствие информации о пространственном расположении данных и структуре отношений, что расширяет информационно-поисковые возможности распределенных систем.

По работе имеются следующие замечания.

1. При формировании структурной модели цифрового организма не в полной мере показано, как операции над этой структурой, определяющие способности к адаптации и самоорганизации, влияют на достижение определенного уровня показателей эффективности и надежности функционирования программного обеспечения.

2. Возможности применения методов теории нумераций к последовательностям целых чисел при кодировании цифрового организма, в частности операций свертки, целесообразно расширить до проблемы определения нумерационного множества, в наилучшей степени обеспечивающего условия самоорганизации, путем нахождения главной вычислимой нумерации морфизма.

В целом, судя по автореферату и публикациям, диссертация «Теоретические основы построения самоорганизующихся программных систем с самоорганизацией континуального типа» является законченной квалифицированной научно-исследовательской работой, характеризуется актуальностью научной новизной, практической значимостью, соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям



по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики, а ее автор Е.А.Кольчугина заслуживает присуждения искомой степени.

Президент АНОО ВО «Воронежский институт высоких технологий»  
д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ

Я.Е.Львович

394043 г.Воронеж,  
ул.Ленина, д.73 а  
телефон/факс 8(473)272-73-98  
e-mail: office@vvt.ru

специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кольчугиной Елены Анатольевны «Теоретические основы построения самоорганизующихся программных систем с самоорганизацией континуального типа», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики

В настоящее время в связи с ускоряющимся научным и техническим развитием мирового общества особо актуальными становятся постановка и решение задач седьмого технологического уклада.

Диссертация Е.А. Кольчугиной относится к решению задач именно этого уклада. Поэтому перспективность и важность темы диссертации не вызывает сомнения.

Остановлюсь, на мой взгляд, на наиболее интересных в аспекте актуальности диссертационного исследования задачах, решенных Е.А. Кольчугиной.

В диссертационном исследовании Е.А. Кольчугина предлагает новый подход к построению самоорганизующихся программных систем, основанный на оптимальной цифровой ДНК, позволяющей получать наилучшие программные решения, то есть автоматизировать процесс программирования. В своей работе диссертант проводит и отталкивается от аналогов саморазвития в биологии, перенося эти аналогии в информатику для описания самоорганизующихся программных систем, чем предлагает новый подход к разработке таких систем, в частности, снижающий влияние человеческого фактора на создание программных продуктов.

Важно и то, что соискатель предложила рекомендации по проектированию программных систем в зависимости от требуемых свойств.

Следует еще раз отметить то, что диссертация идет в направлении передовых общемировых исследовательских тенденций. Так, например, в настоящее время за рубежом изучаются вопросы моделирования взаимоотношений в сообществах роботов. Соискатель же разработала принципы самоорганизации замкнутых сред, или, как называет их автор, искусственных миров, необходимых для существования самоорганизующихся программных систем, отличающихся послойной пространственной организацией. Это позволяет создавать структурированные сообщества цифровых организмов – своеобразных роботов – со стратификацией по функциональному назначению.

Судя по тексту автореферата, используемый в диссертации математический аппарат адекватен и оправдан.

Диссертант на основе практической деятельности показала существенную эффективность предлагаемого ей подхода: в реферате написано, что предлагаемый диссертантом подход снижает трудоемкости



для программной системы, реализованной в соответствии с парадигмой неравновесного программирования,

- для одного пакета работ 30,6 раза,
- для всего созданного проекта – 79,7 раза.

Автореферат диссертации написан хорошим научным языком, что свидетельствует о высоком профессионализме соискателя ученой степени.

Научная новизна исследований не вызывает сомнений.

Судя по тексту автореферата, все задачи, поставленные для достижения цели исследования, успешно решены.

Однако следует сделать одно замечание.

В цели исследований, приведенной в автореферате, диссертант пишет формулировку: «... для построения самоорганизующихся практически значимых программных систем на основе бионических принципов...». На мой взгляд, целесообразно было бы определить то, что, по мнению автора, означают слова «практически значимые программные системы», так как от этого определения существенно зависит область применения результатов диссертационного исследования.

Учитывая особую актуальность темы, научную новизну и качество проведенных исследований, можно заключить, что соискатель Кольчугина Елена Анатольевна достойна присвоения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

Я, Пенский Олег Геннадьевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет».

Адрес: 614990, г.Пермь, ул. Букирева, д.15.

Интернет-сайт: [www.psu.ru](http://www.psu.ru)

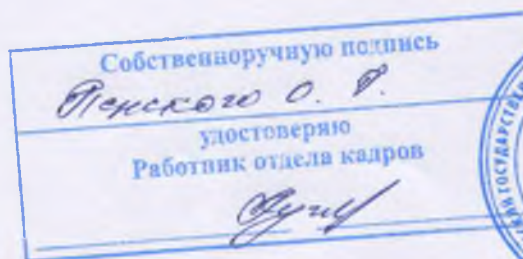
e-mail: [ogpensky@psu.ru](mailto:ogpensky@psu.ru)

раб.тел. +7 (342) 2396309

Профессор кафедры информационной безопасности и систем связи, доцент, доктор технических наук

О.Г. Пенский.

3 сентября 2017 года



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кольчугиной Елены Анатольевны на тему «Теоретические основы построения самоорганизующихся программных систем с самоорганизацией континуального типа», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.17 - «Теоретические основы информатики»

Развитие технологий программирования, предназначенных для разработки сетевых и распределенных приложений, имеет большое значение, так как решение все большего числа прикладных задач связывается с применением вычислительных сетей и сетевых баз данных. В диссертации Кольчугиной Е.А. формулируются и обосновываются теоретические основы построения самоорганизующихся программных систем с самоорганизацией континуального типа, которые предназначены для решения прикладных задач на основе распределенных вычислительных систем и сетей. Таким образом, тема исследования является актуальной.

Новизна используемого в диссертации подхода к достижению цели исследования состоит в том, что предлагается новая трактовка самого понятия программы, с учетом преобладания пространственной распределенности как данных, так и их обработки, необходимости сосуществования и взаимодействия различных программ в составе общей вычислительной среды, динамического изменения структуры программы и составляющих ее компонентов.

В диссертации получены следующие новые научные результаты:

- 1) парадигма неравновесного программирования;
- 2) функциональная модель цифрового организма;
- 3) структурная модель цифрового организма;
- 4) метод кодирования алгоритма поведения и свойств цифрового организма в виде цифровой ДНК, представленной последовательностью чисел;
- 5) метод кодирования управляющих структур, представляющих параллельные версии алгоритма поведения цифрового организма, в составе цифровой ДНК;
- 6) автоматная НК-подобная модель цифрового организма;
- 7) методы кодирования ДНК-структур цифровых организмов при помощи функций свертки теории нумераций;
- 8) метод организации распределенного информационного поиска в растущих доменно-ориентированных базах данных с покортежным распределением отношений;
- 9) принципы организации замкнутых сред, или искусственных миров, в которых существуют сообщества цифровых организмов;
- 10) структура системного программного обеспечения, необходимого для реализации предложенной парадигмы неравновесного программирования и создания самоорганизующихся программ;
- 11) рекомендации по проектированию самоорганизующихся программных систем.

Научная новизна результатов исследования подтверждается апробациями на конференциях и семинарах международного и всероссийского уровней, в том числе и проходивших за рубежом, а также научными публикациями по теме исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 60 работ, из которых в автореферате перечислены наиболее существенные. Большинство публикаций сделано без соавторов, имеется 16 публикаций в рецензируемых российских журналах, рекомендованных ВАК, и одна статья в издании, входящем в систему Scopus.

Результаты исследования внедрены и реализованы на ряде предприятий, используются в учебном процессе, что подтверждает практическую ценность результатов диссертации.



Введенные в диссертации теоретические положения обладают внутренней целостностью, логической стройностью, согласованностью и непротиворечивостью, проистекают из общеизвестных результатов других исследований в области естественных, физико-математических и технических наук. Достоверность введенных теоретических положений подтверждается результатами приведенных в диссертации вычислительных экспериментов и расчетами по известным методикам.

Диссертация содержит теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое крупное научное достижение, и которые имеют большое значение для последующего развития теории программирования и программной инженерии.

Замечания по автореферату:

- 1) из текста автореферата не ясно, на каких языках и с помощью каких средств производилась разработка системного программного обеспечения, необходимого для реализации предложенной парадигмы неравновесного программирования;
- 2) в автореферате недостаточное внимание уделено рекомендациям по проектированию самоорганизующихся программных систем.

Приведенные замечания имеют частный характер и не снижают общей научной и практической значимости результатов диссертационной работы

Диссертация Кольчугиной Елены Анатольевны соответствует паспорту специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики», а также удовлетворяет всем требованиям, перечисленным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 № 842, предъявляемым к докторским диссертациям. Следовательно, Кольчугина Елена Анатольевна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики».

Заведующий кафедрой вычислительной  
техники программирования,  
д-р. техн. наук, профессор

Логунова Оксана Сергеевна

Диссертация на соискание доктора технических наук защищена по научной специальности 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

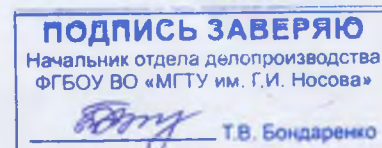
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Адрес организации:

455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38

Тел.: 8(3519) 22-03-17

E-mail: logunova66@mail.ru



## Отзыв

на автореферат диссертации Кольчугиной Елены Анатольевны «Теоретические основы построения самоорганизующихся программных систем с самоорганизацией континуального типа», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики»

Как известно, живые организмы обладают рядом уникальных свойств (таких, как разумность поведения, интеллект, способности к адаптации, обучению и самовосстановлению), воспроизведение которых в технических системах актуально для различных приложений. Наличием всех этих качеств живые организмы обязаны процессам самоорганизации. Задача придания техническим объектам и системам перечисленных свойств живых организмов была поставлена еще на ранних стадиях формирования кибернетики как науки. Решение этой задачи предполагает воспроизведение процессов самоорганизации в технической, в том числе компьютерной, среде. Поэтому тема настоящей диссертации, несомненно, актуальна.

Диссертация Е.А. Кольчугиной в значительной степени посвящена вопросам применения бионических принципов в информатике. На основе аналогии с молекулярными организмами диссертантом предложены функциональная и структурная модели цифрового организма, введена новая парадигма неравновесного программирования. Эти результаты являются наиболее значительными и служат фундаментом, на базе которого получены все остальные результаты. Все результаты исследования, приведенные в автореферате, обладают научной новизной.

Результаты диссертационной работы внедрены и использованы на предприятиях ФГУП ФНПЦ «ПО "Старт" им. М. В. Проценко», ООО НТП «Криптософт», ООО НПП «Контех», АО «ПО "Электроприбор"», АО «Научно-производственное предприятие "Рубин"». Это подтверждает практическую ценность результатов диссертационного исследования. Помимо этого, результаты диссертации используются при подготовке и проведении ряда учебных дисциплин на кафедре «Вычислительная техника» Пензенского государственного университета.

По теме диссертации диссертантом опубликовано 60 научных работ, в том числе статьи в журналах (1 – в издании, входящем в систему цитирования Scopus, 16 – в журналах, рекомендованных ВАК РФ), сборниках научных трудов и трудах конференций.

По своей тематике, содержанию и полученным результатам диссертация соответствует паспорту специальности 05.13.17 «Теоретические основы информатики» по всем пунктам, перечисленным в автореферате.



Замечания по содержанию автореферата:

1. На стр. 3 автореферата приведено утверждение о том, что «в идеальном случае программная система должна самостоятельно развиваться из некоторой универсальной зародышевой структуры», но далее эта структура нигде не описана;
2. Вопросам архитектурной организации вычислительных систем и сетей, на базе которых могут быть развернуты самоорганизующиеся программные системы, с моей точки зрения, могло бы быть уделено большее внимания.

Диссертационная работа «Теоретические основы построения самоорганизующихся программных систем с самоорганизацией континуального типа» является законченной научно-квалификационной работой, по своему уровню заслуживает высокой оценки благодаря идейной оригинальности, новизне, актуальности и практической ценности. Автореферат изложен понятно, его структура соответствует действующим требованиям.

Считаю, что настоящая диссертация соответствует требованиям, перечисленным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением № 842 Правительства Российской Федерации от 24.09.2013, а ее автор, Кольчугина Елена Анатольевна, заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики».

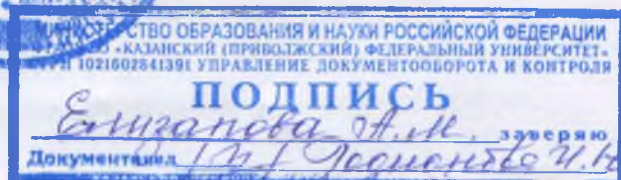
Елизаров Александр Михайлович, доктор физ.-мат. наук, профессор, заслуженный деятель науки Республики Татарстан, профессор кафедры «Программной инженерии» Высшей школы информационных технологий и систем Казанского (Приволжского) федерального университета

А.М. Елизаров

420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18, тел. 8-937-6151553

amelizarov@gmail.com

06.09.2017



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кольчугиной Елены Анатольевны  
«Теоретические основы построения самоорганизующихся  
программных систем с самоорганизацией континуального  
типа», представленной на соискание ученой степени доктора  
технических наук по специальности 05.13.17 —  
«Теоретические основы информатики»

В настоящее время имеющиеся математические модели процессов самоорганизации наиболее часто реализуются в виде программного обеспечения. В свою очередь программные модели используются для дальнейшего исследования процессов самоорганизации. Таким образом, тематика диссертации Кольчугиной Елены Анатольевны, указанная в заголовке отзыва является актуальной, а ее результаты могут быть востребованы не только в заявленной автором области автоматизации программирования, но и могут быть впоследствии использованы и для создания новых аппаратно-программных средств.

Судя по автореферату, основное внимание в диссертации уделяется вопросам создания самоорганизующихся программных единиц, или цифровых организмов, организации сообществ цифровых организмов, а также исследованию свойств, в том числе и динамических, как отдельных цифровых организмов, так и их сообществ. Кроме того, рассматриваются вопросы организации распределенных программно-информационных систем на основе растущих доменно-ориентированных баз данных с покортежным пространственным распределением отношений и сообществ цифровых организмов.

Следующие новые научные результаты, полученные в диссертации, представляют особый интерес.

Новая парадигма неравновесного программирования.

Обоснована новая функциональная и структурная модели цифрового организма, а также новая автоматная модель, позволяющая исследовать устойчивость поведения цифрового организма.

Разработаны различные методы кодирования как самого цифрового организма, так и параллельных версий его алгоритма поведения: метод кодирования алгоритма поведения и свойств цифрового организма при помощи цифровой ДНК; метод кодирования в составе цифровой ДНК управляющих структур, представляющих параллельные версии алгоритма



поведения цифрового организма; методы кодирования ДНК-структур цифровых организмов при помощи функций свертки теории нумераций.

Был разработан метод организации распределенного информационного поиска в растущих доменно-ориентированных базах данных с покортежным пространственным распределением отношений.

Были обоснованы принципы организации замкнутых сред, или искусственных миров, для существования самоорганизующихся программных систем как сообществ цифровых организмов.

Для реализации введенной парадигмы неравновесного программирования впервые была обоснована структура системного программного обеспечения, необходимого для создания самоорганизующихся программ, сформулированы рекомендации по проектированию самоорганизующихся программных систем.

Новизна полученных результатов подтверждается публикациями, в том числе в рецензируемых журналах, входящих в перечни ВАК и наукометрической базе *Scopus*, апробацией на международных и всероссийских конференциях и семинарах.

Достоверность представленных в диссертации результатов исследований подтверждается корректным и логически обоснованным использованием современных научных методов, целостностью, внутренней непротиворечивостью введенных теоретических положений и их согласованностью с результатами современных исследований, а также результатами проведенных экспериментов и расчетов.

Как отмечалось выше, результаты диссертационного исследования обладают практической ценностью с точки зрения автоматизации разработки программного обеспечения. Подтверждением практической ценности результатов исследования служат акты реализации и внедрений в научно-производственных организациях и в учебном процессе университета.

Автореферат позволяет получить адекватное представление о содержании диссертации. Оформление автореферата отвечает установленным требованиям, материал изложен на высоком научно-техническом уровне.

Однако по автореферату имеются следующие замечания:

1. Не совсем ясна цель самоорганизации программных систем, что достигается при этом? В каких случаях программная система сохраняет свою структуру, а когда появляется необходимость реорганизации. Какие критерии при этом используются?

2. Во 2-й главе говорится о структурной модели цифрового организма и связь ее с цифровой ДНК. Не ясен вопрос – а что первично при

самоорганизации? То есть эволюции цифрового организма, и как следствие, изменение цифровой ДНК. Или определяющей является ДНК, в которой хранится информация о всех возможных реорганизациях цифрового организма?

3. Не очень убедительно в научных результатах звучит расплывчатый неопределенный термин «предложено». Следовало бы использовать более определенные термины – «доказано, разработано, получено, синтезировано, обосновано и т.п.»

Перечисленные недостатки не отменяют актуальности, научной ценности и практической значимости диссертационной работы и полученных в ней результатов.

Диссертационная работа Кольчугиной Е.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научно-техническом уровне и свидетельствующую о соответствующем уровне квалификации диссертанта. Диссертация соответствует паспорту научной специальности 05.13.17 «Теоретические основы информатики» и содержит теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое крупное научное достижение.

Диссертационная работа Кольчугиной Елены Анатольевны соответствует всем требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Кольчугина Елена Анатольевна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.17 «Теоретические основы информатики».

Зав. кафедрой «Вычислительные машины и системы»

Пензенского государственного технологического университета,  
доктор технических наук, профессор

Сальников И.И.

Почтовый адрес: 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/улица Гагарина, д. 1а/11

Телефон: (8412) 49-54-41, электронная почта: [rector@penzgtu.ru](mailto:rector@penzgtu.ru)

Научная специальность, по которой в 2000 г. защищена докторская диссертация – 05.13.14 – системы обработки информации и управления

Подпись профессора Сальникова И. И. удостоверяю.

Ученый секретарь ученого совета

Пензенского государственного  
технологического университета



Петрунина О.А.



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кольчугиной Елены Анатольевны  
на тему: «**Теоретические основы построения самоорганизующихся программных систем с самоорганизацией континуального типа**»,  
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук  
по специальности 05.13.17 «Теоретические основы информатики»

**Актуальность** темы диссертационной работы Кольчугиной Е.А. не вызывает сомнений. В связи с тем, что распределенные вычислительные системы и сети получили широкое развитие и повсеместное внедрение, проблема автоматизированной разработки программного обеспечения для таких систем приобрела острую значимость. Программное обеспечение должно сохранять способности к саморазвитию и продолжающемуся самосовершенствованию в условиях непрерывно и непредсказуемо изменяющегося вычислительного окружения, но при этом быть безопасным и управляемым. Способности к саморазвитию и самосовершенствованию рассматриваются в диссертационной работе как проявления континуальной самоорганизации, присущей, в частности, биохимическим системам. Как показал анализ источников, ранее отсутствовали теоретические принципы построения практически полезных самоорганизующихся систем с континуальной самоорганизацией. Целью диссертационной работы является восполнение этого пробела путем формулировки и обоснования теоретических положений, основополагающих для построения самоорганизующихся практически значимых программных систем на основе бионических принципов, а именно принципов молекулярной биологии.

**Новизна и практическая ценность.** В диссертации получены следующие результаты, обладающие научной новизной и практической ценностью:

- новая парадигма неравновесного программирования;
- функциональная модель цифрового организма;
- структурная модель цифрового организма;
- метод кодирования алгоритма поведения и свойств цифрового организма в виде цифровой ДНК;
- метод кодирования в составе цифровой ДНК управляющих структур, представляющих параллельные версии алгоритма поведения цифрового организма;
- новая НК-подобная модель цифрового организма;
- методы кодирования ДНК-структур цифровых организмов при помощи функций свертки теории нумераций;
- новый метод организации распределенного информационного поиска в растущих доменно-ориентированных базах данных;
- принципы организации замкнутых сред, или искусственных миров, в которых существуют сообщества цифровых организмов;
- структура системного программного обеспечения, необходимого для реализации предложенной парадигмы неравновесного программирования и создания самоорганизующихся программ;
- рекомендации по проектированию самоорганизующихся программных систем.

Практическая значимость результатов диссертационной работы подтверждается результатами экспериментов, расчетов эффективности по известным методикам, а также актами внедрения и реализации результатов исследований.

**Публикации и апробации.** Основные результаты диссертационного исследования были доложены на семинарах и конференциях всероссийского и международного уровней, опубликованы в ведущих научных изданиях, в том числе рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК.

**Достоверность** результатов исследований подтверждается целостностью и внутренней непротиворечивостью введенных теоретических положений, логической

обоснованностью и корректностью применения математических методов, воспроизводимостью, повторяемостью и непротиворечивостью результатов экспериментов, согласованностью полученных результатов с результатами других современных научных исследований.

**Замечания.** По автореферату имеются следующие замечания:

1. Хотя проблема обоснования теоретических положений и создания практически полезных самоорганизующихся программных систем имеет не оспоримо важное значение, все же следовало сформулировать противоречия в теории и практике, приводящие к ее возникновению.

2. В автореферате сказано, что «программная система должна самостоятельно развиваться из некоторой универсальной зародышевой структуры», однако из текста автореферата не ясно, как эта структура должна быть задана.

Указанные замечания не снижают теоретическую и практическую значимость диссертации.

**Заключение.**

Диссертационная работа Кольчугиной Е.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая посвящена решению актуальной научно-технической проблемы и содержит теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое крупное научное достижение.

Диссертационная работа Кольчугиной Елены Анатольевны отвечает всем требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Кольчугина Елена Анатольевна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности – 05.13.17 – «Теоретические основы информатики».

Отзыв подготовил:

Алчинов Виктор Иванович, профессор кафедры «Реактивные двигатели и проектирование артиллерийских боеприпасов» филиала ФГКВОУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева» МО РФ в г. Пензе, 440005, г. Пенза-5, тел. 54-63-79, [paii@mil.ru](mailto:paii@mil.ru), 05.13.01 – «Системный анализ, управление, обработка информации».

Доктор технических наук, профессор

«3» июля 2017 г.

Подпись Алчинова В.И. заверяю

Секретарь ученого совета  
Кандидат технических наук

«3» июля 2017 г.



В. Алчинов

Е. Пафилов