

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет Д 212.267.12, созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», извещает о результатах состоявшейся 19 декабря 2018 года публичной защиты диссертации Матренина Павла Викторовича «Разработка адаптивных алгоритмов речевого интеллекта в проектировании и управлении техническими системами» по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации) на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Присутствовали 15 из 21 членов диссертационного совета, из них 7 докторов наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации) (технические науки):

1. Горцев А. М., доктор технических наук, профессор,  
председатель диссертационного совета,  
05.13.01 (технические науки);
2. Назаров А. А., доктор технических наук, профессор,  
заместитель председателя диссертационного совета,  
05.13.01 (технические науки);
3. Тарасенко П. Ф., кандидат физико-математических наук, доцент,  
учёный секретарь диссертационного совета,  
05.13.01 (физико-математические науки);
4. Васильев В. А., доктор физико-математических наук, профессор,  
05.13.01 (физико-математические науки);
5. Дмитренко А. Г., доктор физико-математических наук, профессор,  
05.13.01 (физико-математические науки);
6. Китаева А. В., доктор физико-математических наук,  
05.13.01 (физико-математические науки);
7. Кошкин Г. М., доктор физико-математических наук, профессор,  
05.13.01 (физико-математические науки);
8. Лившиц К. И., доктор технических наук, профессор,  
05.13.01 (технические науки);
9. Матросова А. Ю., доктор технических наук, профессор,  
05.13.01 (технические науки);
10. Моисеева С. П., доктор физико-математических наук, профессор,  
05.13.01 (физико-математические науки);

11. Рожкова С. В., доктор физико-математических наук, доцент,  
05.13.01 (физико-математические науки);
12. Смагин В. И., доктор технических наук, профессор,  
05.13.01 (технические науки);
13. Спицын В. Г., доктор технических наук, профессор,  
05.13.01 (технические науки);
14. Удод В. А., доктор технических наук, профессор,  
05.13.01 (технические науки);
15. Шумилов Б. М., доктор физико-математических наук, профессор,  
05.13.01 (физико-математические науки).

**Заседание провел председатель диссертационного совета доктор технических наук, профессор Горцев Александр Михайлович.**

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение ученой степени – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение присудить П. В. Матренину ученую степень кандидата технических наук.

**Заключение диссертационного совета Д 212.267.12,  
созданного на базе федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»  
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации,  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 19.12.2018 № 207

О присуждении **Матренину Павлу Викторовичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация **«Разработка адаптивных алгоритмов роевого интеллекта в проектировании и управлении техническими системами»** по специальности **05.13.01** – Системный анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации) принята к защите 17.10.2018 (протокол заседания № 206) диссертационным советом Д **212.267.12**, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ о создании диссертационного совета №105/нк от 11.04.2012).

Соискатель **Матренин Павел Викторович**, 1991 года рождения.

В 2014 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет».

В 2018 году соискатель очно окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет».

Работает в должности старшего разработчика алгоритмов в Обществе с ограниченной ответственностью «Винкам» (г. Новосибирск).

Диссертация выполнена на кафедре «Системы электроснабжения предприятий» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, **Манусов Вадим Зиновьевич**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», кафедра «Системы электроснабжения предприятий», профессор.

Официальные оппоненты:

**Ходашинский Илья Александрович**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», кафедра комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем, профессор

**Грицай Александр Сергеевич**, кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет», кафедра «Информатика и вычислительная техника», доцент

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «**Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики**», г. Новосибирск, в своем положительном отзыве, подписанном **Курносовым Михаилом Георгиевичем** (доктор технических наук, доцент, Кафедра вычислительных систем, заведующий кафедрой), указала, что в проектировании и управлении техническими системами возникают сложные задачи оптимизации, эффективным методом решения которых являются алгоритмы роевого интеллекта, но возникает задача адаптации различных алгоритмов роевого интеллекта. Актуальность темы диссертации П. В. Матренина заключается в повышении адаптивных свойств алгоритмов роевого интеллекта для создания математического

и программного инструментария, позволяющего эффективно решать оптимизационные задачи в области управления и проектирования технических систем. П. В. Матрениным показано, что эффективная адаптация алгоритмов роевого интеллекта к условиям решаемых задач оптимизации требует устранения зависимостей между роевым алгоритмом и оптимизируемой системой, и предложен интерфейс для различных алгоритмов роевых интеллектов и задач как дискретной, так и непрерывной оптимизации; проведено исследование эффективности мета-оптимизации алгоритмов роевого интеллекта на основе эволюционной адаптации значений их параметров; на основании проведенной систематизации роевых алгоритмов выделены ключевые отличия алгоритмов роевого интеллекта и приведены эвристические правила их выбора для различных классов задач оптимизации; обоснована эффективность адаптивных роевых алгоритмов с точки зрения точности получаемых решений в задачах оптимизации различных классов в области электроэнергетики; предложен новый алгоритм однозначного отображения позиции в пространстве поиска решений роевых алгоритмов в допустимое решение задачи календарного планирования класса *job-shop scheduling*, обладающий большей универсальностью, чем ранее используемые, и позволяющий вводить в постановку задачи дополнительные правила построения календарного плана. Результаты исследования могут послужить заделом в развитии методов локального поиска для проектирования и управления техническими системами, в частности, в задачах электроэнергетики, а также могут быть использованы в научных и промышленных организациях, занимающихся проектированием технических систем, при создании программных комплексов для моделирования, оптимизации и управления электроэнергетическими системами, в учебном процессе, в курсах, посвященных методам оптимизации.

Соискатель имеет 42 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 33 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 14 работ (в том числе 5 статей в зарубежных научных журналах, входящих в *Web of Science* и/или *Scopus*); в научных журналах (из них

1 зарубежный журнал) опубликовано 6 работ; в сборниках научных трудов опубликовано 2 работы; в сборниках материалов международных научных, научно-практической и научно-технической конференций (в том числе 1 зарубежной конференции) и всероссийской молодежной научной школы-конференции опубликовано 7 работ (из них в сборниках материалов международных конференций, входящих в Web of Science, опубликовано 4 работы); получено 4 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Общий объем работ – 13,96 а.л., авторский вклад – 10,28 а.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значительные работы по теме диссертации, опубликованные в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. **Матренин П. В.** Системное описание алгоритмов роевого интеллекта / П. В. Матренин, В. Г. Секаев // Программная инженерия. – 2013. – № 12. – С. 39–45. – 0,62 / 0,47 а.л.

2. **Матренин П. В.** Описание и реализация алгоритмов роевого интеллекта с использованием системного подхода / П. В. Матренин // Программная инженерия. – 2015. – № 3. – С. 27–34. – 0,71 а.л.

3. **Матренин П. В.** Адаптивный алгоритм роя частиц в задачах оперативного планирования / П. В. Матренин, В. З. Манусов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2016. – № 4. – С. 11–15. – DOI: 10.14489/vkit.2016.04.pp.011-015. – 0,45 / 0,34 а.л.

4. Manusov V. Swarm intelligence algorithms for the problems of the optimal placement and operation control of reactive power sources in power grids / V. Manusov, **P. Matrenin**, S. Kokin // International Journal of Design and Nature and Ecodynamics. – 2017. – Vol. 12, is. 1. – P. 101–112. – DOI: 10.2495/DNE-V12-N1-101-112. – 0,65 / 0,46 а.л. (*Scopus*).

5. Manusov V. Z. Optimization of Transformation Coefficients Using Direct Search and Swarm Intelligence / V. Z. Manusov, **P. V. Matrenin**, D. V. Orlov // Problems of the Regional Energetics. – 2017. – Vol. 1 (33). – P. 15–23. – 0,7 / 0,49 а.л. (*Web of Science*).

На автореферат поступило 7 положительных отзывов. Отзывы представили:

1. **Н. Ю. Сдобняков**, канд. физ-мат. наук, доц., доцент кафедры общей физики Тверского государственного университета и **И. С. Солдатенко**, канд. физ-мат. наук, доц., доцент кафедры информационных технологий, начальник отдела информационных технологий ОЦ НИТ, заместитель декана факультета прикладной математики и кибернетики по научной работе и информатизации Тверского государственного университета, *с замечаниями*: из автореферата неясно, как соотносятся затраты вычислительного времени адаптивных алгоритмов роевого интеллекта, алгоритмов роевого интеллекта без адаптации и прочих алгоритмов, использованных автором для сравнения точности получаемых решений в рассмотренных задачах оптимизации электроэнергетических систем; в автореферате приведен предложенный способ применения роевых алгоритмов в решении задач календарного планирования, но не указаны альтернативные способы, разработанные другими авторами; следовало уточнить, какие из популяционных стохастических методов автор предлагает отнести к роевым, а какие нет.
2. **С. А. Нарзуллоев**, канд. техн. наук, декан факультета «Информационно-коммуникационные технологии» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, г. Душанбе, *с замечаниями*: было бы целесообразно включить в автореферат перечень роевых алгоритмов с кратким указанием их отличительных свойств и рекомендаций по их выбору для того или иного класса задач оптимизации; в автореферате имеются опечатки; автор приводит только текстовые описания алгоритмов, подобные псевдокоду, и избегает такого общепринятого способа описания алгоритмов, как блок-схемы.
3. **А. И. Карпович**, д-р экон. наук, проф., профессор кафедры математического моделирования бизнес-процессов Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики, г. Новосибирск, *с замечаниями*: не указаны

размерности задач оптимизации, связанных с компенсацией реактивной мощности; из приведенных результатов решения задач календарного планирования неясно, являются ли полученные автором решения глобальными экстремумами для данных задач.

4. **А. Ф. Рогачев**, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой «Математическое моделирование и информатика» Волгоградского государственного аграрного университета и **В. Г. Секаев**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Математическое моделирование и информатика» Волгоградского государственного аграрного университета, *с замечаниями*: упомянуты, но не раскрыты существующие трудности в применении алгоритмов РИ; на рисунке 2.2 не раскрыта аббревиатура «АРИ»; непонятно, создан ли интерфейс только для моделей в «Simulink» или также для текстовых скриптов на внутреннем языке программирования MATLAB, следовало подробнее указать, как применять разработанные автором инструменты в комплексе MATLAB.

5. **Л. В. Массель**, д-р техн. наук, проф., главный научный сотрудник, заведующий лабораторией информационных технологий в энергетике Института систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН, г. Иркутск, *с замечаниями*: не указано, каким образом при решении оптимизационной задачи (3.1–3.2) вычисляются затраты на компенсирующие установки – возможно, указанный срок окупаемости в 3–3,5 года несколько занижен; в описании задачи регулирования коэффициентов трансформации нет сведений о том, какой способ изменения коэффициентов предлагается использовать; было бы целесообразно оценить, как разработанный автором метод может повысить экономический эффект от внедрения современных средств регулирования под нагрузкой.

6. **Ю. А. Загорюлько**, канд. техн. наук, заведующий лабораторией искусственного интеллекта Института систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН, г. Новосибирск, и **А. Г. Марчук**, д-р физ.-мат. наук., проф., главный научный сотрудник лаборатории САПР и А СБИС Института систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН, г. Новосибирск, *с замечаниями*: если реализовать описание работы роевого алгоритма, представленного на с. 9–10, то на последней итерации алгоритма перемещения частиц (п. 3) выполнятся лишний раз; из описания алгоритма мета-оптимизации



непонятно, как выбрать количество обучающих задач. 7. **О. Н. Войтов**, канд. техн. наук, доц., ведущий научный сотрудник отдела электроэнергетических систем Института систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН, г. Иркутск, с замечаниями: при описании задачи размещения компенсирующих установок по критерию (3.1) используется вектор  $X$  (в выражении (3.2)), диапазон изменения компонент которого не определен, в этой связи неясно, как по значениям компонент вектора, полученного в результате решения задачи, определяются номера узлов, в которых следует установить источники реактивной мощности; в разделе 3 отмечается, что при решении динамических задач используются два режима работы алгоритмов оптимизации – «без перезапуска» и «с перезапуском», но описание терминов не приведено; при анализе решений задачи (3.5)–(3.8) определения оптимальных значений коэффициентов трансформации приводится сопоставление результатов, полученных по алгоритмам РИ и направленного перебора, но не приведено описание алгоритма направленного перебора; в разделе 5 нет описания особенностей и проблем, возникших при реализации интерфейса между программой алгоритма РИ и программами расчета и оптимизации потокораспределения в электрической сети типа РАСТР.

В отзывах указывается, что роевые алгоритмы представляются перспективным средством решения задач оптимизации, обладающих высокой размерностью, множеством локальных экстремумов, наличием нескольких критериев, и поэтому с трудом поддающихся решению детерминированными методами. В отличие от предыдущих работ, посвященных применению роевых или генетических алгоритмов в данной предметной области, диссертация П. В. Матренина посвящена решению не частной задачи с помощью роевых алгоритмов, а тому, как в целом повысить эффективность применения концепции роевого интеллекта в решении задач проектирования и управления, обладающих высокой вычислительной сложностью и рядом других особенностей. П. В. Матрениным разработана новая математическая модель алгоритмов роевого интеллекта и метод повышения их адаптивных свойств; предложен метод настройки эвристических коэффициентов алгоритмов роевого интеллекта,

эффективный для решения оптимизационных задач с высокой вычислительной сложностью расчетов целевой функции; проведено его исследование в задачах календарного планирования и практико-ориентированных задач в области проектирования электроэнергетических систем и управления ими. Результаты исследования могут быть применены во многих областях, в которых возникают задачи оптимизации структуры и режимов работы сложных систем (транспорт, электроэнергетика, нефтехимическая промышленность, машиностроение и другие). Созданные математические, алгоритмические модели и методы, а также их программные реализации могут быть применены для повышения технико-экономической эффективности информационных, производственных, энергетических систем.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что **И. А. Ходашинский** является известным специалистом в области структурно-параметрической оптимизации и стохастических методов оптимизации, в том числе алгоритмов роевого интеллекта; **А. С. Грицай** является высококвалифицированным специалистом в области методов искусственного интеллекта и принятия решений, а также в области разработки проблемно-ориентированных экспертных систем управления для электроэнергетических систем; в **Сибирском государственном университете телекоммуникаций и информатики** сформированы ведущие научные школы по методам системного анализа в отрасли информатизации, методам стохастической оптимизации и локального поиска, методам и алгоритмам оптимизации крупномасштабных распределенных систем, имитационному моделированию, моделированию стохастических и нечетких систем с использованием теории марковских процессов.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получены следующие новые научные результаты:**

*разработана* новая, обобщающая схема описания алгоритмов роевого интеллекта с использованием системного подхода, которая упрощает их анализ, описание, программную реализацию и применение;

*предложена* новая схема унифицированного взаимодействия алгоритмов роевого интеллекта с моделями оптимизируемых объектов для адаптации роевых алгоритмов к решаемым задачам оптимизации;

*введены* единая терминология и система обозначений для алгоритмов роевого интеллекта.

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

*доказано*, что адаптивные алгоритмы роевого интеллекта имеют высокую эффективность с точки зрения точности получаемых решений в оптимизации технических систем, в частности в задачах проектирования и оперативного управления источниками реактивной мощности для ее глубокой компенсации в системах электроснабжения предприятий; в задачах настройки коэффициентов трансформации в замкнутых сетях электроснабжения;

применительно к проблематике диссертации *результативно использован* комплекс методов оптимизации, обработки информации и системного анализа для совершенствования алгоритмов решения задач оптимизации технических систем;

*изложены* рекомендации по выбору роевых алгоритмов в зависимости от классов решаемых задач оптимизации (дискретные или непрерывные, статические или динамические, одно- или многокритериальные);

*изучены* ключевые отличия различных алгоритмов роевого интеллекта от прочих методов оптимизации и друг от друга, которые заключаются в механизмах косвенного обмена информацией между частицами роя;

*проведена модернизация* существующих методов настройки алгоритмов роевого интеллекта с помощью разработки и исследования эволюционной адаптации на обучающих образцах решаемых задач оптимизации.

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

*разработаны и внедрены* методы оптимизации систем электроснабжения, в частности, в системе электроснабжения АО «Уральский электрохимический комбинат» (г. Новоуральск) для снижения потерь активной мощности с оптимизацией размещения мощностей компенсирующих установок;

программное обеспечение и учебное пособие по методам стохастической оптимизации внедрены в учебный процесс Новосибирского государственного технического университета;

*созданы* алгоритмическое и программное обеспечение для применения адаптивных алгоритмов роевого интеллекта в решении задач оптимизации и программы для визуализации и изучения работы роевых алгоритмов;

*представлены* методические рекомендации по применению алгоритмов роевого интеллекта в задачах оптимизации технических систем, позволяющие повышать их быстродействие и точность получаемых решений.

**Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования.** Предложенные методы оптимизации и разработанное алгоритмическое и программное обеспечение могут быть использованы в проектных организациях, занимающихся разработкой информационных и промышленных систем, а также при создании программных комплексов для моделирования, оптимизации и управления техническими системами. Полученные результаты могут также найти применение при проведении научных исследований в области алгоритмов роевого интеллекта и учебном процессе, в курсах, посвященных методам оптимизации и искусственному интеллекту.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

*результаты получены* с помощью разработанного и зарегистрированного программного обеспечения, могут быть многократно воспроизведены;

*теория* подтверждается корректным использованием применяемого математического аппарата, методов системного анализа и компьютерного моделирования, соответствием теоретических выводов и результатов вычислительных экспериментов;

*идея* базируется на анализе практики проектирования и оптимизации сложных технических систем, а также обобщении опыта применения алгоритмов роевого интеллекта для решения оптимизационных задач в этой области;

*установлено* качественное совпадение полученных автором результатов с результатами других авторов, сравнение проводилось на широко используемых задачах библиотеки «Operational-Research Library».

**Личный вклад соискателя состоит в:** разработке новых методов адаптации алгоритмов речевого интеллекта; проектировании и реализации программного обеспечения, компьютерном моделировании, численных расчетах; формулировании выводов по результатам исследований; подготовке публикаций по выполненной работе и апробации результатов исследования.

Диссертация отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней для диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, и, в соответствии с пунктом 9 Положения, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, заключающейся в разработке новых и модификации известных методов стохастической оптимизации в проектировании и управления техническими системами и имеющей существенное значение для развития методов оптимизации в проектировании и управлении в электроэнергетике.

На заседании 19.12.2018 диссертационный совет принял решение присудить **Матренину П. В.** ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации), технические науки, из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовал: за – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета

Горцев Александр Михайлович

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Тарасенко Петр Феликсович

19.12.2018

