Протокол № 34.06-51-1-10

заседания диссертационного совета **Д 212.232.51**

от 14 июня 2018 г.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 21 человека. Дополнительно в состав совета на защиту введены 3 человека.

Присутствовали на заседании 18 человек: из них 5 докторов наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики (физико-математические науки) и 3 доктора наук по специальности 01.01.09 – Дискретная математика и математическая кибернетика.

Председательствующий: д. физ.-мат.наук, доцент Тулупьев Александр Львович.

Присутствовали: д. физ.-мат. наук Тулупьев Александр Львович, д. физ.-мат. наук Демьянович Юрий Казимирович, д. физ.-мат. наук Андрианов Сергей Николаевич, д. физ.-мат. наук Бурова Ирина Герасимовна, д. физ.-мат. наук Веремей Евгений Игоревич, д. физ.-мат. наук Граничин Олег Николаевич, д. физ.-мат. наук Ермаков Сергей Михайлович, д. физ.-мат. наук Кознов Дмитрий Владимирович, д. физ.-мат. наук Корнеев Вадим Глебович, д. физ.-мат. наук Косовская Татьяна Матвеевна, д. физ.-мат. наук Кривулин Николай Кимович, д. физ.-мат. наук Мартыненко Борис Константинович, д. пед. наук Поздняков Сергей Николаевич, д. физ.-мат. наук Романовский Иосиф Владимирович, д. физ.-мат. наук Терехов Андрей Николаевич, д. физ.-мат. наук Гелиг Аркадий Хаймович, д. физ.-мат. наук Жабко Алексей Петрович, д. физ.-мат. наук Ногин Владимир Дмитриевич.

Официальные оппоненты по диссертации: доктор физико-математических наук, профессор Соколов Андрей Владимирович, PhD (кандидат физико-математических наук), Калинин Никита Сергеевич.

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)».

Слушали:

Защиту диссертации Плотникова Павла Владимировича на тему «Решение минимаксных задач размещения на плоскости с прямоугольной метрикой на основе методов идемпотентной алгебры» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 05.13.17 – Теоретические основы информатики и 01.01.09 – Дискретная математика и математическая кибернетика.

Постановили:

Диссертационная работа Плотникова П.В. является завершённой научно-квалификационной работой, которая содержит новые научные и практические результаты по актуальным проблемам теоретической информатики, дискретной математики и математической кибернетики, имеет существенное значение для развития методов

оптимизации информационных систем и соответствует всем требованиям действующего «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, в том числе п.9 (абзац 2).

На основании результатов тайного голосования членов диссертационного совета (за – 18, против – 0, недействительных бюллетеней – 0) диссертационный совет принял решение присудить Плотникову П.В. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальностям 05.13.17 – Теоретические основы информатики и 01.01.09 – Дискретная математика и математическая кибернетика.

Заместитель председателя
диссертационного совета Тулупьев Александр Львович

Ученый секретарь совета Демьянович Юрий Казимирович

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.232.51, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», ПРАВИТЕЛЬСТВО РФ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 14 июня 2018 г. № 34.06-51-1-10

О присуждении Плотникову Павлу Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Решение минимаксных задач размещения на плоскости с прямоугольной метрикой на основе методов идемпотентной алгебры» по специальностям 05.13.17 — «Теоретические основы информатики» и 01.01.09 — «Дискретная математика и математическая кибернетика» принята к защите 6 апреля 2018 года, протокол № 34.06-51-1-6 диссертационным советом Д 212.232.51 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Правительство РФ, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9, приказ 248/нк от 15.05.2014 г.

Соискатель Плотников Павел Владимирович 1991 года рождения.

В 2014 году соискатель окончил Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет» по специальности «Прикладная математика и информатика», является аспирантом очной формы обучения Федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», в настоящее время не работает.

Диссертация выполнена на кафедре статистического моделирования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Правительство РФ.

Научный руководитель — доктор физико-математических наук, доцент Кривулин Николай Кимович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», кафедра статистического моделирования, профессор.

Официальные оппоненты:

Соколов Андрей Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, Институт прикладных математических исследований — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук», ведущий научный сотрудник;

Калинин Никита Сергеевич, PhD (кандидат физико-математических наук), Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Санкт-Петербургский филиал, международная лаборатория теории игр и принятия решений, старший научный сотрудник

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», в своем положительном отзыве, подписанном кандидатом физико-математических наук, заведующим лаборатории алгоритмической математики и логики, Н.Н. Васильевым и утвержденном

кандидатом технических наук, доцентом, проректором по научной работе Д.В. Гайворонским, указала, что диссертационная работа Павла Владимировича Плотникова на тему «Решение минимаксных задач размещения на плоскости с прямоугольной метрикой на основе методов идемпотентной алгебры» является законченной научно-квалификационной работой, содержит новые научные и практические результаты, связанные с решением актуальной задачи оптимального проектирования информационных систем и процессов на основе применения методов идемпотентной алгебры. Положения и выводы диссертации отличаются теоретической и практической значимостью, научной новизной, обоснованностью и достоверностью. Автореферат достаточно полно отражает содержание работы. Результаты исследования опубликованы с достаточной полнотой. Диссертационная работа соответствует паспортам научных специальностей 05.13.17 – Теоретические основы информатики и 01.01.09 – Дискретная математика и математическая кибернетика и удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор П.В. Плотников заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 05.13.17 – «Теоретические основы информатики» и 01.01.09 – «Дискретная математика и математическая кибернетика».

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, все – по теме диссертации, в том числе 3 работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях из перечня российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук, и переводы 2 из них опубликованы в изданиях, индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science. В опубликованных работах соискателя общим объемом 6.9

п.л., из которых лично автору принадлежит 4.1 п.л., описаны новые математические методы решения минимаксных задач размещения точечных объектов на плоскости и в трехмерном пространстве с прямоугольной метрикой на основе применения методов идемпотентной алгебры. Также, на основе разработанных методов предложены рекомендации по оптимальному размещению центрального сервера управления в сети локальных коммуникаций и оптимальному размещению центра управления системой видеонаблюдения в здании.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации (работы выполнены автором лично или в соавторстве при его активном непосредственном участии, в совместных работах соискателю принадлежит формулировка и доказательства теорем о решении задачи размещения на плоскости точечного объекта с прямоугольной метрикой и ограничениями на область размещения, разработка алгоритмов и программных средств, а также проведение вычислительных экспериментов для верификации полученных результатов, соавтору принадлежат постановка задач и разработка общих методов решения):

1. Кривулин, Н.К. Об алгебраическом решении задачи Ролса о размещении на плоскости с прямоугольной метрикой / Н.К. Кривулин, П.В. Плотников // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1. Математика. Механика. Астрономия. 2015. Т. 2, № 2. С. 194–201. *Личный вклад соискателя – 50%.*

2. Krivulin N. K. Using tropical optimization to solve minimax location problems with a rectilinear metric on the line/ N.K. Krivulin, P.V. Plotnikov // Vestnik St. Petersburg University: Mathematics. 2016. Vol. 49, № 4. P. 340–349. *Личный вклад соискателя – 50%.*

3. Плотников П.В. Подход к оптимизации структуры информационной системы / П.В. Плотников // Экономика и управление. 2018. № 2 (148). С. 92 –95.

Оригинальность содержания диссертации составляет не менее 90% от

общего объема текста; цитирование оформлено корректно; заимствованного материала, использованного в диссертации без ссылки на автора либо источник заимствования, не обнаружено; научных работ, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок на соавторов не выявлено. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах в диссертации отсутствуют.

На автореферат поступили 6 отзывов, все отзывы положительные:

1. От Аркиной Ксении Георгиевны, кандидата физико-математических наук, доцента, доцента кафедры математического анализа Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. Отзыв замечаний не содержит.

2. От Голоскокова Дмитрия Петровича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой высшей математики Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. Бонч-Бруевича. В качестве рекомендации автору, которая может быть положена в основу его дальнейших исследований, предложено рассмотреть вопрос универсализации, предложенной в диссертации и описанной в автореферате постановки задачи, переход от 2-х и 3-х мерной ее интерпретации к обобщенному N-мерному случаю.

3. От Жусубалиева Жаныбая Турсунбаевича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры вычислительной техники Юго-Западного государственного университета. Указаны замечания: 1. В автореферате содержание первой главы диссертации получило довольно конспективное отражение. Конечно, для ознакомления с ее содержанием, заинтересованный исследователь может обратиться к интернет-сайту, где размещен полный текст диссертации. Но это создает некоторые неудобства. 2. Интерес представляет решение задач оптимизации структуры информационных систем не только в прямоугольной, но и в других метриках. Интересно было бы узнать, каково видение автора подходов к их решению.

4. От Ковтуненко Алексея Сергеевича, кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры информатики Уфимского государственного авиационного технического университета. В качестве замечания упомянуто, что введение специальных математических операций ($\oplus$, $\otimes$) и запись только с их помощью основных утверждений усложняет понимание текста (стр. 10-13). Возможно, автору стоило добавить расшифровку основных результатов на языке обычной алгебры.

5. От Николаева Дмитрия Александровича, кандидата физико-математических наук, доцента кафедры прикладной математики Липецкого государственного технического университета. В качестве замечаний указано: 1. Техника решения задач об оптимальном размещении объектов после перевода на язык тропической алгебры сводится к задаче решения системы параметризованных неравенств с некоторыми дополнительными параметрами, которые подбираются в результате решения некоторых вспомогательных задач. При этом недостаточно ясно объясняется физический смысл этих параметров, принципы их подбора, истоки самой техники, а также ее анализа с позиций как тропической, так и традиционной математики. 2. Утверждается, что построенные численные методы «имеют меньшую алгоритмическую сложность в сравнении с известными итерационными алгоритмами», однако нигде в явном виде не приводится сложностных оценок и информации об их сопоставлении, что значительно затрудняет анализ эффективности по тексту автореферата.

6. От Фридмана Григория Морицовича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой прикладной математики и экономико-математических методов Санкт-Петербургского государственного экономического университета и Хазанова Владимира Борисовича, доктора физико-математических наук, доцента, профессора кафедры прикладной математики и математического моделирования Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. В качестве замечания отмечено, что из описания содержания главы 3 не вполне ясно, как

рассматриваемые задачи размещения могут быть сведены к задачам тропической оптимизации, которые были решены в предыдущей главе. Кроме того, решение последней научной задачи – «разработка на основе полученных результатов программных средств для решения задач размещения и их практическое применение для решения тестовых задач» (стр. 6) – не нашло в автореферате достаточно полного отражения.

Выбор **ведущей организации** обосновывается тем, что она имеет значительный опыт исследований в области математического моделирования и оптимизации информационных систем, совершенствования их структуры, широко известна в России и в мире научными и прикладными результатами, полученными в этой области; ведущая организация способна определить научную и практическую ценность диссертации. **Выбор в качестве официального оппонента** Соколова А.В. обусловлен тем, что он является ведущим ученым РФ в области моделирования и оптимизации функционирования информационных систем, разработки моделей, алгоритмов и программ для оптимизации вычислений, является компетентным в отрасли физико-математических наук ученым, имеющим публикации в сфере диссертационного исследования. **Выбор в качестве официального оппонента** Калинина Н.С. обусловлен тем, что он является известным в научных кругах специалистом в тропической математике, активно публикуется и выступает с докладами в этой области.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны новые математические методы для решения класса задач оптимизации, заданных на идемпотентных полуполях с несколькими переменными, базирующиеся на решении расширенной задачи в векторной форме с использованием экстремальных свойств идемпотентного спектрального радиуса матрицы и на процедуре сведения задачи оптимизации к системе параметризованных неравенств с последующим нахождением всех ее решений, методы решения минимаксных задач

размещения с прямоугольной метрикой, адаптированные к использованию при проектировании комплексов аппаратных средств автоматизации и информационных систем;

предложены методические рекомендации по оптимизации размещения устройств обработки данных (серверов в сети локальных коммуникаций, центров управления в системах видеонаблюдения) в распределенных информационных системах, что позволяет обеспечить высоконадежную обработку информации и помехоустойчивость коммуникаций;

доказана перспективность использования инструментария идемпотентной алгебры для решения задач, связанных с теоретическим обоснованием оптимального построения информационных систем и рационализации их структуры;

введена уточненная формулировка постановки оптимизационной задачи 1-центра применительно к решению задач оптимизации структуры информационных систем с использованием прямоугольной метрики.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказан ряд теорем о решении задач оптимизации функций на идемпотентных полуполях, вносящих вклад в развитие инструментария идемпотентной алгебры и расширяющий границы применимости этого аппарата в сфере повышения помехоустойчивости передачи сигналов в информационных системах;

использована общая методология математической науки, общенаучные методы анализа и синтеза, приемы описания на символьном математическом языке свойств и связей объектов реального мира; применены методы тропической математики в сочетании с результатами классической линейной алгебры и теории оптимизации;

изложены идеи о применении результатов решения задач пространственного размещения точечных объектов с использованием идемпотентной алгебры для оптимизации и повышения эффективности функционирования информационных систем;

изучены разного рода ограничения на область размещения, такие как прямая, отрезок прямой линии, вертикальная или горизонтальная полоса, а также прямоугольник, стороны которого параллельны координатным осям;

проведена модернизация методов решения задач оптимизации структуры информационных систем путем включения в них инструментов тропической математики.

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

разработаны алгоритмы, а также проведены вычислительные эксперименты для верификации полученных в диссертационной работе явных аналитических формульных зависимостей для вычисления оптимальной области размещения точечного объекта на плоскости и в пространстве;

создана программная реализация данных алгоритмов;

представлены рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования на практике при решении прикладных задач оптимизации структуры информационных систем.

Результаты работы рекомендуются к использованию:

1) При планировании размещения центра управления системой видеонаблюдения в здании и размещения объектов информационной инфраструктуры в городах (в районах с параллельной и перпендикулярной системой улиц) – для оптимизации затрат по эксплуатации инфраструктуры и повышения качества предоставляемых информационно-коммуникационных услуг. Соответствующие разработки могут использоваться различными предприятиями IT сектора, предоставляющими соответствующие сервисы и имеющими в собственности (управлении) информационно-коммуникационные сети.

2) В учебном процессе и научных исследованиях в области теоретических основ информатики, теории и методов оптимизации и идемпотентной алгебры – образовательными учреждениями высшего

образования (ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»; ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»; ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»; ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»), а также организациями, работающими в сфере переподготовки и повышения квалификации работников IT-отрасли.

3) В программных изделиях, предназначенных для моделирования и проектирования информационных систем. Здесь могут использоваться программные реализации алгоритмов в качестве основы для создания программных средств для автоматического проектирования структуры информационной системы компаниями, которые занимаются реализацией IT проектов.

4) При проведении экспертизы проектов и реально функционирующих информационных систем, а также в IT-консалтинге по этим вопросам – российскими и международными аналитическими и консультационными компаниями.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

теория построена на строгих математических доказательствах, непротиворечивости постановок исследовательских задач, подборе достоверных исходных данных, а также проведении тестовых расчетов с использованием разработанных соискателем программных средств;

идея базируется на расширении области применения апробированного в математических исследованиях инструментария идемпотентной алгебры на решение задач оптимизации структуры пространственно-распределенных информационных систем;

использована апробированная методология и методы тропической математики и математического программирования;

установлено, что результаты исследования близки к ранее полученным результатами, включая геометрические решения, предложенные Д. Эльзингом и Р. Френсисом, и алгебраические решения Н.К. Кривулина, которые были получены с использованием альтернативных методик;

использованы результаты в области теоретической информатики, идемпотентной алгебры и математического программирования.

Личный вклад соискателя состоит в его непосредственном участии на всех этапах процесса проведения исследования и подготовки диссертации, разработке и формализации метода решения задачи пространственного размещения точечного объекта на плоскости и в трехмерном пространстве с прямоугольной метрикой, и разработке рекомендаций по использованию результатов при проектировании информационных систем с целью повышения их эффективности, проведении вычислительных экспериментов, личном участии автора в апробации результатов исследования, а также подготовке публикаций по выполненной работе.

Диссертационная работа Плотникова П.В. является завершенной научно-квалификационной работой, которая содержит новые научные и практические результаты по актуальным проблемам теоретической информатики, дискретной математики и математической кибернетики; в диссертации содержится решение научной задачи по разработке новых математических методов решения минимаксных задач размещения точечных объектов на плоскости и в трехмерном пространстве с прямоугольной метрикой с использованием методов идемпотентной алгебры и программно-алгоритмического обеспечения для их реализации в целях проектирования комплексов аппаратных средств автоматизации информационных процессов, которая имеет существенное значение для развития математических методов оптимизации информационных систем. Диссертация соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, в том числе п. 9 (абзац 2).

На заседании 14 июня 2018 года диссертационный совет принял решение присудить Плотникову П.В. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальностям 05.13.17 – «Теоретические основы информатики» и 01.01.09 – «Дискретная математика и математическая кибернетика».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики и 3 доктора наук по специальности 01.01.09 – «Дискретная математика и математическая кибернетика», участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 3 человека, проголосовал: за – 18, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета Тулупьев Александр Львович

Ученый секретарь
диссертационного совета Демьянович Юрий Казимирович

14 июня 2018 года