

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.217.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 26.12.2018 г. № 15

О присуждении Лада Александру Николаевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка методов и средств создания гибридных мультиагентных систем управления мобильными ресурсами в реальном времени» по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)» принята к защите 24 октября 2018 г., протокол № 12, диссертационным советом Д 212.217.03, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, приказом Минобрнауки России №714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Лада Александр Николаевич, 1984 года рождения, в 2006 году окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный технический университет» по специальности «Прикладная математика и информатика». В период подготовки диссертации (с 2014 по 2018 гг.) соискатель Лада Александр Николаевич обучался в очной аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет», в настоящее время работает в федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт проблем управления сложными системами Российской академии наук» министерства науки и высшего образования РФ.

Диссертация выполнена на кафедре «Электронные системы и информационная безопасность» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» и в федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт проблем управления сложными системами Российской академии наук». Научный руководитель – доктор технических наук Скобелев Петр Олегович, заведующий кафедрой «Электронные системы и информационная безопасность» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет».

Официальные оппоненты:

Швецов Анатолий Николаевич, доктор технических наук, профессор, про-

фессор кафедры информационных систем и технологий электроэнергетического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Вологодский государственный университет» (г. Вологда); Городецкий Владимир Иванович, доктор технических наук, руководитель практики ООО «ТРА» (г. Санкт-Петербург) дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН), г. Москва, в своем положительном заключении, подписанным Бурковым Владимиром Николаевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим лабораторией «Активных систем» и Лазаревым Александром Алексеевичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим лабораторией «Теории расписаний и дискретной оптимизации» и утвержденным Новиковым Дмитрием Александровичем, доктором технических наук, членом-корреспондентом РАН, директором, указала, что диссертация представляет собой законченное научное исследование, содержащее решение важной задачи по созданию моделей, методов и средств построения гибридных мультиагентных систем для решения сложных транспортно-логистических задач промышленных предприятий, сочетающих классические методы планирования мобильных ресурсов и методы виртуального рынка на основе мультиагентных технологий. На основе разработанных методов и средств, при непосредственном участии автора, созданы системы управления мобильными ресурсами, которые успешно применяются на множестве промышленных предприятий. Диссертационная работа соответствует требованиям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней, утвержденном постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, соответствует специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)», а её автор – Лада Александр Николаевич – заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук. Заключение содержит замечания: необходимо подробнее указать в обзоре современные результаты развития и применения эвристических методов при решении задач распределения мобильных ресурсов, они описаны в работе только до 2000 годов; для метода ветвей и границ неверно указано авторство Танаева В.С.; уточнить, на каких задачах сопоставлялись методы линейного программирования и мультиагентные методы; указать порядок, в котором идет процесс переговоров агентов.

Соискатель имеет 17 опубликованных работ по теме диссертации, из них 3 публикации в журналах, рекомендованных ВАК, 7 публикаций в изданиях, индексируемых в Scopus, 6 работ в трудах международных и всероссийских конференций, 1 учебное пособие; имеется также 6 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ. Опубликованные работы отражают все основные положения диссертации. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах. В работах, опубликованных в соавторстве, соискатель принимал равное участие в постановке задачи и программной реализации, ему лично принадлежит анализ и формализация задачи, разработка моделей, методов и алгоритмов решений, проведение экспериментальных исследований и анализ

полученных результатов. Суммарный объем принадлежащего соискателю опубликованного материала составляет 6,1 печатных листа.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. V.V. Sazonov, P.O. Skobelev, A.N. Lada and I.V. Mayorov Application of Multiagent Technologies to Multiple Depot Vehicle Routing Problem with Time Windows // Automation and Remote Control, 2018, Vol. 79, No. 9, pp. 345-353.

2. Lada Alexander, Skobelev Petr. The method of calculating the assembly and delivery plan for groups of cargoes in the special VRPTW problem of intra-city food delivery // Studies in Computational Intelligence, vol. 762. Springer, Cham, 2018. – P. 489-500. ISBN 978-3-319-73750-8.

3. A. Lada. Method for Transportation Cost Calculation on the Basis of Full Cycle (Round Trip) / A. Lada, P. Skobelev, V. Sazonov // Indian Journal of Science and Technology. – Vol 9(20), May 2016. – pp. 3-11. DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i20/94478.

4. Petr Skobelev, Alexander Lada, Igor Mayorov. Finding an initial plan of transport resources FTL allocation in a special VRP problem using linear programming methods // Proceedings of the 19th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics (WMSCI 2015), Orlando, Florida, USA, July 12-15, 2015, vol.1. – International Institute of Informatics and Systemics, – P. 16-21. ISBN 9781941763247.

5. Амелина Н.О, Лада А.Н., Майоров И.В., Скобелев П.О., Царев А.В. Исследование моделей организации грузовых перевозок с применением мультиагентной системы для адаптивного планирования мобильных ресурсов в реальном времени // Проблемы управления. 2011. №6. – С. 31–37.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы официальных оппонентов. В положительном отзыве официального оппонента Швецова Анатолия Николаевича, д.т.н., профессора кафедры информационных систем и технологий электроэнергетического факультета ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет» в замечаниях указывается на необходимость обоснования выбора базового множества классов агентов, представленного на с. 48-49, и насколько влияет состав этого множества и его мощность на дальнейшее решение задач планирования грузоперевозок; для задачи построения начального плана применяются параметры b и c , определяющиеся экспертами, но не указывается возможное пространство значений этих параметров и влияние их вариаций на решение задачи при больших размерностях матрицы допустимых назначений, а также возможность формализации и автоматизации процесса установления данных параметров; требуется уточнить, что конкретно минимизируется в задаче о назначениях – порожний переезд или число назначенных заказов, имеется ли в виду многокритериальная оптимизация для данной задачи; представляется недостаточно корректным количественное сравнение временных затрат на планирование модельных примеров на основе мультиагентного подхода и лучшего решения с сайта VRP, поскольку не определена вычислительная база таких экспериментов.

В положительном отзыве официального оппонента Городецкого Владимира Ивановича, д.т.н., профессора, руководителя практики компании ООО «ТРА» в качестве замечаний отмечено, что представление алгоритмов технологии планирования мобильных ресурсов, представленное в виде текстовых описаний, это не лучший вариант формализации алгоритмов, поскольку возможны неопределенно-

сти в семантике и различные толкования, следовало бы использовать формальную нотацию в псевдокоде или на другом однозначно трактуемом математическом языке. Для алгоритма управления бригадами не учтены факторы социального характера, поскольку, если бригада всегда выбирает более приоритетные заявки, остальные могут игнорироваться бесконечно, поэтому необходимо ввести функцию штрафа за задержки в обслуживании заявок. Оппонентом отмечается, что хотя в работе детально разработаны механизмы разрешения конфликтов, некоторые из них не являются полными, т.е. могут содержать ситуации, для которых не указаны варианты действий. Также отмечается отсутствие в работе оценок сложности используемых алгоритмов, в результате иногда возникают спорные утверждения, связанные с тем, что, например, можно вводить сколько угодно дополнительных агентов для усложнения постановки задачи, но при этом не говорится о том, что может получиться модель такой сложности, которую не возможно будет использовать для решения задачи в реальном времени, поскольку рассматриваемая переборная задача локального поиска улучшений обладает, скорее всего, экспоненциальной сложностью по отношению к размерности ПВ-сети. Оппонентом отмечаются некоторые формальные недостатки: пропуски в нумерации операций на рис. 2.1, употребление в тексте слов «нуль» и «ноль» и некоторые другие недочеты в терминах. Замечаний к экспериментальной части работы у оппонента нет.

На автореферат диссертации поступило четыре положительных отзыва.

Отзыв советника РАН, ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН, г. Москва, академика РАН, д.т.н., профессора Н. А. Кузнецова. Замечания связаны с необходимостью пояснения принципов пространственной и временной самосинхронизации начальных планов и результатов их адаптивной перестройки, что напрямую влияет на качество и эффективность планирования; требуется пояснить как осуществляется мониторинг и контроль исполнения построенных планов – введены ли отдельные агенты исполнения планов или эту роль исполняют агенты заказов и ресурсов.

Отзыв главного научного сотрудника отдела управляемых систем ФГБУН Институт математики и механики им. Н. Н. Красовского Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, члена-корреспондента РАН, д.ф.-м.н., профессора А. Г. Ченцова. Замечания касаются отсутствия в автореферате типов возникающих конфликтов и протоколов переговоров и взаимных уступок агентов для их разрешения; не ясно из текста автореферата, имеются ли теоретически доказанные оценки хотя бы «квази-оптимальности» получаемых результатов или возможны только экспериментальные результаты с учетом сложности и специфики решаемых задач управления мобильными ресурсами.

Отзыв заведующего лабораторией НИИ многопроцессорных вычислительных систем ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», д.т.н. С. Г. Капустяна. В замечаниях указывается, что в работе не даются оценки допустимого объема и скорости потока поступающих событий; необходимо было бы провести исследование качества работы и скорости сходимости метода от радиуса окрестности переговоров агентов в сцене состояния; отмечается наличие в автореферате ошибок стилистического характера, в частности на стр. 9 буквами *M* и *N* обозначено количество ресурсов

и количество заказов, соответственно, а на стр. 11 N – это количество заказов, а M – количество заказов с минимальной общей суммой.

Отзыв высококвалифицированного ведущего научного сотрудника лаборатории физики высоких энергий ФГБУН Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, д.ф.-м.н. А. В. Леонидова. В замечаниях указывается, что требуется обосновать выбор венгерского алгоритма для решения задачи построения начального плана, а также указать ограничения применимости этого метода для рассматриваемой задачи; требуется также представить общий протокол работы разработанных классов агентов.

Все отзывы положительные, отмечают актуальность темы диссертации, научную новизну и практическую значимость основных положений работы, указанные недостатки в отзывах не снижают научную и практическую значимость результатов и не влияют на общую положительную оценку работы, а диссертационная работа Лада Александра Николаевича соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденном постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, сделано заключение, что автор диссертации Лада Александр Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетентностью в области системного анализа, управления и обработки информации, а также специализацией в области мультиагентных систем и технологий, что подтверждается публикациями в научных изданиях в сфере исследования соискателя.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый научный гибридный подход для управления мобильными ресурсами предприятий, базирующийся на сочетании методов классической оптимизации на этапе построения начальных планов и методов виртуального рынка на основе мультиагентных технологий для решения динамической задачи управления мобильными ресурсами в реальном времени;

предложены новые классы агентов и протоколы их взаимодействия для развития концепции сети потребностей и возможностей (ПВ-сети) применительно к задачам управления мобильными ресурсами с использованием средств информационно-коммуникационного взаимодействия на базе мобильных устройств для получения и обработки событий в реальном времени;

доказана перспективность использования предложенного гибридного метода для задач управления мобильными ресурсами в реальном времени за счет сочетания классического и адаптивно-событийного подхода с информационно-коммуникационным взаимодействием с пользователями;

введено понятие гибридной мультиагентной системы, которая работает одновременно в статическом и динамическом режимах в зависимости от особенностей постановки решаемой задачи и контекста ситуации.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны основные положения гибридного подхода, которые позволяют в зависимости от особенностей задачи использовать преимущества классической и пост-классической оптимизации при решении задач управления мобильными ресурсами в реальном времени;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы теория расписаний, принципы и методы системного анализа; метод сопряженных взаимодействий в ПВ-сетях; теория активных систем; методы исследования операций и дискретной оптимизации, математического и имитационного моделирования и экспериментальных исследований;

изложены принципы построения расписаний использования мобильных ресурсов на основе алгоритмов классической оптимизации и механизмов самоорганизации агентов на виртуальном рынке в модифицированной ПВ-сети мультиагентной системы управления мобильными ресурсами;

раскрыты новые возможности адаптивного управления мобильными ресурсами за счет построения обобщенной мультиагентной модели «мира» транспортного предприятия на базе расширенной модели ПВ-сети;

изучены закономерности процессов адаптивного управления мобильными ресурсами в различных постановках, начиная от задач с высокой определенностью исходных данных и заканчивая высокой степенью неопределенности и динамики изменений, где требуется событийное управление, получена оценка уровня экономической эффективности при использовании адаптивных моделей при управлении мобильными ресурсами в реальном времени;

проведена модернизация концепции ПВ-сети, которая позволила формализовывать различные постановки задач управления широким спектром мобильных ресурсов в рамках теории мультиагентных систем за счет расширения мультиагентной модели транспортного предприятия.

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

разработаны и внедрены в штатную эксплуатацию мультиагентные системы: Smart Trucks – управления грузовыми перевозками, Smart Services – управления аварийно-ремонтными бригадами и Smart Delivery – управления развозками товаров из интернет-магазинов. Результаты разработок используются в учебном процессе ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева» и ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», в программе научно-исследовательских семинаров по дисциплине «Информационно-аналитические решения в логистике» НИУ «Высшая школа экономики», г. Москва;

определены перспективы использования адаптивных моделей с использованием средств информационно-коммуникационного взаимодействия при решении практических задач управления мобильными ресурсами.

создан комплекс моделей, методов и средств для создания гибридных мультиагентных систем управления мобильными ресурсами в реальном времени, повышающих эффективность использования ресурсов и сокращающих трудоем-

кость и сроки создания промышленных интеллектуальных систем поддержки принятия решений для управления указанными предприятиями;

представлены рекомендации по развитию и улучшению разработанной мультиагентной модели предприятия путем включения в нее дополнительных агентов нижнего уровня, что позволит в том же самом подходе рассматривать более сложные формулировки задачи управления и, как следствие, получать новые результаты.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена с использованием существующих подходов к системному анализу процессов управления в рассматриваемых областях применения, подтверждается непротиворечивостью предложенных математических моделей и методов решения, сравнением результатов планирования ресурсов с известными методами и средствами дискретной оптимизации и большим объемом данных для экспериментальной проверки и применения предложенных разработок;

идея базируется на обобщении современных научных результатов, а также передового опыта и результатов практических работ по решению сложных задач распределения мобильных ресурсов, планирования и оптимизации ресурсов в области управления грузовыми перевозками, аварийными и ремонтными сервисными бригадами, сборкой и доставкой товаров интернет-магазинов и других применений.

использованы результаты сравнения данных на основе разработанных методов и алгоритмов с известными результатами из независимых источников, полученных различными методами; показано, что предложенный гибридный метод является универсальным для всех модельных наборов данных и время получения результата на его основе на порядок меньше, чем у известных лучших.

установлено, что в ходе применения разработанных методов и средств обеспечивается повышение эффективности использования мобильных ресурсов за счет увеличения среднего числа выполненных заказов на единицу ресурсов.

использованы методы моделирования и представительные выборочные совокупности модельных и реальных данных для решения задач управления мобильными ресурсами в широком диапазоне областей применения, включая управление мобильными бригадами, грузовыми перевозками, доставками товаров из интернет-магазинов.

Личный вклад соискателя состоит в решении научных и технических задач на всех этапах выполнения диссертационного исследования, включая формализацию задачи управления мобильными ресурсами на основе классической задачи о назначениях и в развитие концепции ПВ-сети, разработку новых методов и средств поддержки принятия решений для управления мобильными ресурсами предприятий; непосредственном участии в постановке задач, получении исходных данных и анализе результатов; лично ему принадлежат: формализация обобщенной модели мира агентов транспортного предприятия, разработка алгоритма расчета себестоимости полного цикла комплектных грузоперевозок и вычисления базовых параметров кругорейса, гибридный метод для решения комплексной за-

дачи управления мобильными ресурсами, разработка архитектуры для систем управления мобильными ресурсами с информационно-коммуникационными компонентами для взаимодействия с исполнителями и корректировкой решений по факту выполнения; подготовка исходных данных для экспериментов и их проведение; анализ результатов и подготовка публикаций по теме диссертации.

На заседании № 15 от 26 декабря 2018 года диссертационный совет принял решение присудить Лада Александру Николаевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)» за созданный комплекс гибридных моделей, методов и средств, реализующих расширенную модель виртуального рынка и ПВ-сети системы и метод адаптивного построения расписаний мобильных ресурсов на основе разработанных классов агентов и протоколов их переговоров, с целью повышения эффективности использования мобильных ресурсов и сокращения трудоемкости и сроков создания интеллектуальных систем поддержки принятия решений по управлению мобильными ресурсами.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 8 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 18, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Радченко Владимир Павлович

Зотеев Владимир Евгеньевич

26 декабря 2018 г.