

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 999.055.04
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ И
МЕТАЛЛУРГИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК, ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «АМУРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

Решение

диссертационного совета от 19 декабря 2018 года № _____ о присуждении Долговой Ольге Эдуардовне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Муравьиные алгоритмы для решения задач маршрутизации транспорта» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите 15 октября 2018 года, протокол № 2, объединенным диссертационным советом Д 999.055.04 (приказ о создании диссертационного совета Д 999.055.04 № 1483/нк от 27 ноября 2015 года) на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», Федерального государственного бюджетного учреждения науки Вычислительный центр Дальневосточного отделения Российской академии наук, Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Амурский государственный университет» (почтовый адрес диссертационного совета: Россия, 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27).

Соискатель Долгова Ольга Эдуардовна 1987 года рождения, в 2009 году окончила с отличием Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения»,

г. Хабаровск, по специальности «Прикладная математика и информатика». В 2009 году поступила, а в 2013 году окончила аспирантуру по заочной форме обучения по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Вычислительный центр Дальневосточного отделения Российской академии наук (Вычислительный центр ДВО РАН), г. Хабаровск. С сентября 2009 года работает в Вычислительном центре ДВО РАН (с сентября 2009 г. по март 2012 г. в должности стажера-исследователя, с марта 2012 г. по настоящее время в должности младшего научного сотрудника). Диссертация выполнена в лаборатории численных методов математической физики Вычислительного центра ДВО РАН.

Научный руководитель – Смагин Сергей Иванович, доктор физико-математических наук, член-корреспондент Российской академии наук, главный научный сотрудник Вычислительного центра ДВО РАН.

Официальные оппоненты

– **Нурминский Евгений Алексеевич**, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник кафедры математических методов в экономике Школы естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» (ФГАОУ ВО «ДВФУ»), г. Владивосток;

– **Максимова Надежда Николаевна**, кандидат физико-математических наук, доцент, и.о. зав. кафедрой математического анализа и моделирования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Амурский государственный университет» (ФГБОУ ВО «АмГУ»), г. Благовещенск, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО ДВГУПС), г. Хабаровск, в своем положительном заключении, подписанном Чеботаревым В.И., доктором физико-математических наук, профессором кафедры «Высшая математика», и Давыдовым Б.И., кандидатом технических наук, доцентом кафедры «Автоматика, телемеханика и связь», и утвержденном проректором по научной работе доктором технических наук, профессором Кудрявцевым С.А., указала, что диссертация Долговой Ольги Эдуардовны на тему «Муравьиные алгоритмы для решения задач маршрутизации транспорта», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые вероятностные подходы к решению задач оптимизации движения

транспортных средств. Результаты проведенного исследования имеют существенное значение для развития области использования метаэвристик при решении задач маршрутизации, что удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842. Из конкретных рекомендаций по использованию результатов и выводов диссертации отмечено, что результаты диссертационного исследования являются хорошей основой для поиска способов решения большеразмерных задач маршрутизации и построения расписаний с использованием вычислительных мощностей различных классов. Полученные закономерности, разработанные программные продукты могут быть применены в проектах создания интеллектуальных систем поддержки принятия диспетчерских решений, в частности, на железнодорожном транспорте (в проекте ИСУЖТ). Диссертация выполнена автором самостоятельно, с учетом результатов современных исследований методов и алгоритмов решения задач поиска оптимальных решений. Результаты диссертационного исследования, несомненно, применимы в практической деятельности, являются вкладом в развитие систем интеллектуальной поддержки операторов (диспетчеров), что соответствует требованиям п. 10 Положения о порядке присуждения ученых степеней. В рассматриваемой диссертации присутствуют ссылки на источники заимствованных материалов, что соответствует требованиям п. 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации и требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления», а также требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней.

Диссертация соответствует заявленной теме и паспорту специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», – а именно, пунктам. П. 3. Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий. П. 4. Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента. П. 5. Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента. П. 7. Разработка новых математических методов и алгоритмов интерпретации натурного эксперимента на основе его математической модели.

Отзыв на диссертацию ведущей организации ФГБОУ ВО ДВГУПС включает

замечания. 1. Компонировка вводной части диссертационной работы не соответствует сложившимся стандартам. Помимо краткой оценки степени разработанности научной проблемы, целесообразно было бы выделить аналитический обзор литературных источников. Сделать обзор более содержательным, чтобы отразить большой объем работы, проделанной диссертантом. 2. Отмечено изменение общего взгляда на методы локального поиска (стр. 17, абзац 3). Однако, не указан характер этого изменения и та роль, которую отводит соискатель указанному методу в своей работе. 3. Не понятно, каким образом учитывается время разгрузки товара у клиента (см. ограничение 1.3). 4. В схеме Алгоритма 1.1 (стр. 21) упущена операция построения цикла (после обновления феромона). 5. Из текста, приведенного на стр. 24, неясно, какой из алгоритмов использовался при проведении вычислительных экспериментов: без локального поиска или с использованием этого расширения. 6. В абзаце 4 (стр. 34) указано, что в таблице 4 приводятся значения отклонений квазиоптимальных значений, полученных с помощью алгоритма НВ-АСО, от точных значений. Однако абзац 5 свидетельствует, что приведены значения отклонений от результатов решения тех же задач с помощью метаэвристик. Требуется пояснить, какое же утверждение правильно. 7. Указанное в предыдущем замечании касается и пояснений к таблице 7 (абзацы 4, 5, стр. 37). 8. Отсутствуют содержательные выводы по вычислительным экспериментам, результаты которых приведены в таблицах 9, 10. 9. При обсуждении особенностей алгоритма НУВ указывается на использование специальных исходных решений, однако не приводится методика их определения (абзац 2, стр. 56). 10. Общая схема работы гибридного муравьиного алгоритма (стр. 70) записана неаккуратно. В частности, не понятно, какое обновление используется на шаге «обновление следов феромона». Судя по тексту, речь идет о глобальном обновлении, но тогда было бы желательным также указать, на каком шаге используется локальное обновление.

В заключительной части отзыва ведущей организации на основании детального анализа материалов диссертации соискателя отмечено, что представленная работа является завершенным научным исследованием, соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Долгова Ольга Эдуардовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются компетентными специалистами в исследуемой области, а ведущая организация широко известна достижениями работающих в ней

специалистов в области науки, соответствующей тематике диссертации.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе 2 статьи в журналах, входящие в перечень ВАК РФ рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (по состоянию на 09.08.2018), и одну статью в журнале из списка рецензируемых научных изданий, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования (по состоянию на 03.08.2018). Получено одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Публикации представляют собой статьи в научных изданиях и материалы докладов на научных конференциях, изданные как в соавторстве, так и лично. Авторский вклад в подготовку работ, опубликованных в соавторстве, заключается в непосредственном участии при постановке задач исследований, в разработке и настройке гибридных методов решения задач маршрутизации транспорта и задач составления расписаний, создании программ для ЭВМ, выборе тестовых наборов и реализации численных экспериментов для проверки эффективности созданных алгоритмов, интерпретации результатов вычислений.

Наиболее значимые работы:

1. **Долгова, О.Э.** Составление расписаний с минимизацией суммарного запаздывания на одном приборе методом параллельных муравьиных колоний / О.Э. Долгова, В.В. Пересветов // Вестник ТОГУ. – 2012. – Т. 25, № 2. – С. 45-52.

2. **Долгова, О.Э.** Лучевой поиск и муравьиный алгоритм в решении задачи маршрутизации транспорта / О.Э. Долгова, В.В. Пересветов // Информатика и системы управления. – 2016. – Т. 48, № 2. – С. 47-57.

3. **Долгова, О.Э.** Муравьиный алгоритм с ослаблением ограничений по временным окнам в решении задачи маршрутизации транспорта / О.Э. Долгова, В.В. Пересветов // Вычислительные технологии. – 2018. – Т. 23, № 5. – С. 49-62.

4. Пересветов, В.В. Параллельные алгоритмы муравьиных колоний составления расписаний для одной машины / В.В. Пересветов, **О.Э. Долгова** // Информ. и коммуникационные технологии в образовании и научной деятельности: Материалы Межрегиональной науч.-практ. конф. – Хабаровск, 2009. – С. 276-283.

5. **Долгова, О.Э.** Алгоритм параллельных муравьиных колоний для одноприборной задачи минимизации суммарного взвешенного запаздывания / О.Э. Долгова, В.В. Пересветов // Информ. технологии и высокопроизводительные вычисления: Материалы Международной науч.-практ. конф. – Хабаровск, 2011. – С. 46-53.

6. **Долгова, О.Э.** Метод параллельных муравьиных колоний в минимизации

суммарного взвешенного запаздывания для одного прибора / О.Э. Долгова, В.В. Пересветов // Препринт № 171. – Хабаровск: Вычислительный центр ДВО РАН, 2011. – 26 с.

7. Долгова, О.Э. Задача маршрутизации транспортных средств с временными окнами / О.Э. Долгова, В.В. Пересветов // Информ. технологии и высокопроизводительные вычисления: Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. – Хабаровск, 2013. – С. 119-124.

8. Долгова, О.Э. Задача маршрутизации транспортных средств с заданной грузоподъемностью / О.Э. Долгова, В.В. Пересветов // Информационные технологии XXI века: Материалы междунар. науч. конф. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. – С. 330-335.

9. Долгова, О.Э. Муравьиный алгоритм и метод локальных улучшений в решении задач маршрутизации транспорта с временными окнами кластерного типа / О.Э. Долгова, В.В. Пересветов // Информ. технологии и высокопроизводительные вычисления: Материалы IV Всероссийской науч.-практ. конф. – Хабаровск: ТОГУ, 2017. – С. 50-54.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы. Все отзывы положительные (с указанием замечаний).

Отзыв на диссертацию официального оппонента Нурминского Е.А., доктора физико-математических наук, профессора, ведущего научного сотрудника кафедры математических методов в экономике Школы естественных наук ФГАОУ ВО «ДВФУ», имеет замечания и вопросы по содержанию диссертационной работы. Наиболее существенным, на взгляд оппонента, является недостаточное исследование влияния топологии и других характеристик транспортной сети, на фоне которой происходит поиск оптимальной маршрутизации. В частности в гл. I, стр. 16 предполагается полнота транспортного графа (каждая вершина связана с каждой), что является нереалистичным предположением. Кроме этого, в работе предполагается (стр. 19) евклидова метрика в качестве функции расстояния, что тоже нереалистично для городских транспортных сетей. По всей видимости в работе при решении практического примера используется все же метрика сетевых расстояний типа «метрики Манхэттена», что может объяснить некоторую странность результатов, приведенных в табл. 8 (стр. 39), где наилучший результат не улучшается, несмотря на значительное увеличение временных ресурсов, выделенных на поиск оптимальной маршрутизации.

Хотя в целом экспериментальная часть работы проделана на высоком уровне, с использованием большого числа тестовых задач, известных из литературы, все же

желательно было бы целевым образом попытаться определить специфику задач, для которых предлагаемые алгоритмы обладают как особенными преимуществами, так и особенными недостатками. Последнее позволило бы наметить перспективные направления для дальнейших исследований.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Максимовой Н.Н., кандидата физико-математических наук, доцента, и.о. зав. кафедрой математического анализа и моделирования ФГБОУ ВО «АмГУ», имеет замечания. 1. В формуле (1) на странице 8 содержатся суммы величин, имеющих разные единицы измерения. Так величины t_s и t_l обозначают время (измеряются в сек), а функции $\varphi_{is}(t)$ и $\varphi_{il}(t)$ определены как функции общего количества феромона (без указания единиц измерения) на соответствующих участках. 2. В первом абзаце пункта 1.1 указано, что матрица расстояний является симметричной, в то время как в пункте 1.4 при применении метода для исследования прикладной задачи (доставка питьевой бутилированной воды) используется несимметричная матрица расстояний. Является ли требование симметричности матрицы расстояний существенным для предлагаемого алгоритма? 3. Для данных, представленных в таблице 3 на странице 32, нет пояснений, из каких соображений выбраны или откуда заимствованы значения для параметров cf , κ^{ib} , κ^{rb} , κ^{bf} . 4. В первом абзаце на стр. 38 не указаны единицы измерения грузоподъемности ТС и максимально пройденного расстояния в пределах маршрута. 5. В конце главы 1 отсутствует заключение, как это было сделано в главах 2 и 3. Данное замечание не является существенным, однако наличие таких выводов по данной главе сохранило бы общую стилистику работы. 6. На стр. 43-44 в абзаце, в котором представлена формула (2.4), присутствует рассогласование единиц измерения складываемых величин. В формуле $b(i, j) = l(j) - (t(i) + s(i) + d(i, j))$, величины $l(j)$, $t(i)$, $s(i)$ означают время, в то время как величина $d(i, j)$ является расстоянием. При этом нигде по тексту не указываются единицы измерения этих величин. 7. Аналогичное замечание в первом абзаце на стр. 48: присутствует рассогласование единиц измерения складываемых величин. В формуле $c_1(i, u, j) = \alpha_1 c_{11}(i, u, j) + \alpha_2 c_{12}(i, u, j)$, $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$, $\alpha_1 \geq 0$, $\alpha_2 \geq 0$, функция $c_{11}(i, u, j) = d(i, u) + d(u, j) - \mu d(i, j)$ ($\mu \geq 0$) является функцией расстояния, функция $c_{12}(i, u, j) = t(j(u)) + t(j)$ является функцией времени. 8. Чем обосновано применение для расчета расстояний формулы (присутствие множителя 10 перед знаком корня), представленной в первом абзаце на стр. 55?

Отзыв на автореферат Бронштейна Е.М., доктора физико-математических наук, профессора, профессора кафедры вычислительной математики и кибернетики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет»,

г. Уфа, имеет следующие замечания по автореферату. 1. Приведенная математическая модель является весьма странной. Так, не выделены переменные задачи, ниоткуда не следует, что каждый пункт посещается, причем в точности один раз. Наконец, сформулировано ограничение, в котором суммируются разнородные величины (расстояние и время). 2. Алгоритм описан неаккуратно. С одной стороны, важнейшие части алгоритма обозначены одной строкой (например, шаг 3), с другой нашлось место шагу 7 «Обновление следов феромона», хотя до этого исходное нанесение феромона не прописано. Структурно алгоритм выглядит как линейный, хотя это не так – далее описывается итеративный характер алгоритма. 3. Не поясняется, что имеется в виду под задачами случайного и кластерного типа.

В отзыве на автореферат Буракова Д.П., кандидата технических наук, доцента кафедры «Математика и моделирование» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», г. Санкт-Петербург, среди наиболее важных отмечены следующие замечания и вопросы. 1. В постановке задачи маршрутизации транспорта с ограничениями на стр. 6 указано ограничение на длину маршрута $\sum_{j=0}^{n_k} d(v_j^k, v_{j+1}^k) + \sum_{j=0}^{n_k} s(j) \leq L_m$, в котором слагаемое $d(v_j^k, v_{j+1}^k)$ и правая часть ограничения L_m – расстояние, а $s(j)$ – время, из чего становится неясным, в каких единицах измеряется левая часть ограничения. Аналогичное «смещение» единиц измерения наблюдается также в равенстве на стр. 10 $\bar{t} = \bar{t}(v_{j-1}^k) + s(v_{j-1}^k) + d(v_{j-1}^k, v_j^k)$, в котором величины t , $t(\cdot)$ и $s(\cdot)$ – время, а $d(\cdot, \cdot)$ – расстояние. 2. Как следует из описания предложенного автором варианта муравьиного алгоритма, величина феромона на каждом ребре маршрута (i, j) определяется величиной $\tau_{ij} \in [\tau_{\min}, \tau_{\max}]$, при этом интенсивности «испарения» и «добавления» феромона на каждом шаге алгоритма (в зависимости от выбранных параметров) могут оказаться такими, что на некотором m -ом шаге текущее значение величины $\tau_{ij}^{(m)}$ выйдет за пределы указанного отрезка $[\tau_{\min}, \tau_{\max}]$ (стр. 7). В описании алгоритма не указано, является ли наступление такого события критерием останова алгоритма. 3. Задача составления расписания (стр. 13-14) решается путем поиска перестановки π множества номеров работ (перевозок), «доставляющего минимум неубывающей функции» $f(\pi) = \sum_{j=1}^n w_j T_j$, где w_j – важность (приоритет), а T_j – величина превышения директивного срока выполнения работы, поставленной на j -е место в перестановке π . С учетом того, что функция $f(\pi)$ – неубывающая, возможно, речь идет о поиске условного минимума? Кроме того, из описания постановки задачи и способа ее решения на стр. 14 не ясно, как при расстановке работ учитывается их приоритетность w_j .

Отзыв на автореферат Буренина А.А., доктора физико-математических наук, члена-корреспондента Российской академии наук, главного научного сотрудника лаборатории механики деформирования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук (ФГБУН ИМиМ ДВО РАН), г. Комсомольск-на-Амуре, и Севастьянова Г.М., кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника лаборатории проблем металлотехнологий ФГБУН ИМиМ ДВО РАН, г. Комсомольск-на-Амуре, имеет следующие замечания. 1. Алгоритм 1 (Гибридный алгоритм) имеет недочеты (страница 6 автореферата), а именно, не понятно, по какому критерию отбирается лучшее решение в пункте 5, пункт 6 является избыточным – дублирует пункт 5. 2. Имеются разночтения, в одном месте формулирования задачи используется термин «муравей», в другом – «агент», в третьем «искусственный муравей». 3. На графике распределения времени решения тестовой задачи на рис. 1 (стр. 7 автореферата) крайне не информативна ось абсцисс, не понятно, почему и зачем взят плавающий масштаб и такой большой шаг по этой оси. 4. Страница 10 автореферата, второе предложение сверху «Муравьиный алгоритм оказался более эффективным ...» свидетельствует о том, что решение задачи развоза бутилированной воды с чем-то сравнивалось, но не написано с чем именно.

В отзыве на автореферат Бычкова И.В., доктора технических наук, профессора, академика Российской академии наук, директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук, г. Иркутск, среди замечаний к работе отмечены: автор уделил недостаточное внимание описанию программной части работы, а также для сравнения сделан выбор не самых популярных реализаций алгоритмов.

Отзыв на автореферат Кряквина В.Д., кандидата физико-математических наук, доцента кафедры алгебры и дискретной математики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, не содержит замечаний.

Отзыв на автореферат Соснина А.А., кандидата технических наук, старшего научного сотрудника лаборатории проблем металлотехнологий ФГБУН ИМиМ ДВО РАН, г. Комсомольск-на-Амуре, имеет следующие замечания рекомендательного характера. 1. Из автореферата не понятно, применяется ли многопоточное вычисление на многоядерных процессорах, хотя все предпосылки для использования многопоточного вычисления есть. 2. В автореферате крайне скудно обозначены начальные условия решаемых задач. 3. Не понятно определение «пробное решение»

(страница 10 автореферата, описание раздела 2.3), может лучше использовать определение «предварительное решение», которое затем уточняется? 4. В формуле 3 не отражено, что функция стремится к минимуму, это лишь оговаривается в тексте.

В отзыве на автореферат Пашкова Н.Н., доктора технических наук, профессора кафедры «Логистические транспортные системы и технологии» Института управления и информационных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта (МИИТ)», г. Москва, и Шапкина И.Н., доктора технических наук, профессора кафедры «Управление эксплуатационной работой и безопасностью на транспорте» Института управления и информационных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта (МИИТ)», г. Москва, в качестве замечания отмечено следующее. Автор диссертации справедливо обращает внимание на то, что лучевой поиск в муравьином алгоритме не гарантирует нахождение оптимального решения, поскольку решение задачи зависит от ширины k_{bw} луча поиска. В то же время, это свойство муравьиного алгоритма с лучевым поиском дает возможность выбора между скоростью и качеством решения задачи. Однако, в работе нет научно обоснованных рекомендаций по выбору оптимальной ширины k_{bw} луча поиска для задач маршрутизации перевозок.

Отзыв на автореферат Курейчика В.М., заслуженного деятеля науки РФ, доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника, профессора кафедры «Системы автоматизированного проектирования» Института компьютерных технологий и информационной безопасности Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет», г. Таганрог, имеет следующие замечания. 1. В приведенной математической постановке задачи раздела 1.1 рассмотрено ограничение на максимальную длину пройденного пути в пределах маршрута, в котором присутствует рассогласование размерностей складываемых величин. 2. В таблице 1 приводится погрешность решения задач различными методами и на основе этого оценивается их эффективность. Однако не указаны условия, при которых эти результаты получены (например, время счета). 3. На стр. 9 сказано, что для оценки экономической выгоды использования муравьиных алгоритмов решалась реальная практическая задача доставки воды. При этом не указана размерность задачи, а для сравнения сделан выбор не самых популярных алгоритмов. 4. Во второй главе при проведении численных экспериментов оценивалась эффективность предлагаемых алгоритмов при решении задач размерности не более 100. Было бы интересным также

оценить эффективность решения задач значительно большей размерности (например, до 1000), тем более что точными методами некоторые из таких задач уже решены за относительно небольшое вычислительное время. 5. Нечетко выделены основные результаты по численным методам, моделированию и комплексам программ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **разработан** гибридный метод приближенного решения задач маршрутизации транспорта с ограничением на грузоподъемность, состоящий из муравьиного алгоритма, метода лучевого поиска, методов локального поиска;

– **предложен** вычислительный метод решения задач маршрутизации транспорта с ограничениями по временным окнам, основанный на муравьином алгоритме с ослаблением временных ограничений;

– **разработан** гибридный метод решения одноприборной задачи составления расписаний, возникающей в транспортной логистике;

– **выполнена** программная реализация вычислительных алгоритмов в виде программных комплексов для ЭВМ; **проведена** проверка адекватности результатов компьютерного моделирования;

– **сформулированы** выводы по результатам вычислительных экспериментов на тестовых наборах задач и **исследована** эффективность разработанных алгоритмов в ходе решения задач маршрутизации транспорта и задач составления расписаний.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– **изучены** теоретические аспекты теории муравьиных алгоритмов для построения корректных методов решения задач маршрутизации транспорта и задач составления расписаний;

– **доказана** применимость разработанных математических моделей, гибридных подходов, алгоритмов и программных комплексов для решения логистических задач;

– **проведен** анализ данных вычислительных экспериментов в сравнении с опубликованными ранее результатами других авторов и **показана** эффективность использования предлагаемых подходов;

– **применительно к проблематике диссертации результативно использованы** современные методы исследования операций, включающие в себя построение математических моделей, муравьиные алгоритмы, лучевой поиск, методы локального поиска и вычислительной сложности, а также методология экспериментальных исследований с применением компьютерных технологий.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики

подтверждается тем, что:

– **определены** перспективы практического использования предлагаемых подходов решения задач, в частности, в проектах создания интеллектуальных систем поддержки принятия диспетчерских решений на железнодорожном транспорте (в проекте ИСУЖТ);

– для приближенного решения практических задач маршрутизации транспорта с ограничениями по временным окнам **разработан** программный комплекс, который может использоваться для рационального планирования и управления транспортными перевозками в логистике, в том числе при решении следующих типовых задач: доставка товара автотранспортом в городской черте со склада в заданные пункты приема в разрешенные для приема интервалы времени – временные окна; междугородние и международные перевозки при полной загрузке и т. п.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

– **теория** построена на использовании фундаментальных принципов математического моделирования стохастических и детерминированных систем и применении современных апробированных численных методов;

– **установлено** соответствие полученных результатов решения задач с данными и расчетами, проведенными другими исследователями.

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельной разработке гибридных методов решения задач маршрутизации транспорта и решения задач составления расписаний, создании программ для ЭВМ, выборе тестовых наборов и реализации численных экспериментов для проверки эффективности созданных алгоритмов, а также в личном участии в апробации результатов на всероссийских и международных научных семинарах и конференциях, подготовке основных публикаций по выполненной работе.


Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация Долговой Ольги Эдуардовны представляет собой законченную научно-квалификационную работу и отвечает требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

На заседании 19 декабря 2018 года диссертационный совет Д 999.055.04 принял решение **присудить** Долговой Ольге Эдуардовне ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» за разработку, обоснование, программную реализацию и тестирование приближенных гибридных методов, основанных на муравьиных алгоритмах, для эффективного численного решения сложных задач маршрутизации транспорта и задач составления расписаний, возникающих в

транспортной логистике.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 12 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, **проголосовали:** за 16, против 0, недействительных бюллетеней 1.

Заместитель председателя
диссертационного совета Д 999.055.04,
член-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор

 Буренин Анатолий Александрович

И.о. ученого секретаря
диссертационного совета Д 999.055.04,
д.т.н., профессор


 Евстигнеев Алексей Иванович

19 декабря 2018 года