

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.2.031.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Воронежский государственный технический университет»,
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Воронежский государственный университет»,
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Липецкий государственный технический университет»,
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 28 февраля 2025 г. № 64

О присуждении Белых Михаилу Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Эволюционные алгоритмы для адаптивной системы поддержки принятия решений при многокритериальной оптимизации транспортной задачи» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика принята к защите 13 декабря 2024 г. (протокол заседания № 63) диссертационным советом 99.2.031.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет», федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет», федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, приказ №1328/нк от 25.10.2016 г.

Соискатель Белых Михаил Алексеевич, 19 ноября 1996 года рождения, в 2020 году окончил магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет» по специальности 09.04.01 Информатика и вычислительная техника. В 2024 году соискатель окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет» по направлению 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации (в информационных и технических системах). В настоящее время работает в должности инженера кафедры автоматизированных и вычислительных систем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре автоматизированных и вычислительных систем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Барabanов Владимир Фёдорович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», профессор кафедры автоматизированных и вычислительных систем.

Официальные оппоненты:

Громов Юрий Юрьевич, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», директор института автоматизации и информационных технологий;

Медведева Ольга Александровна, кандидат физико-математических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Воронежский государственный университет», доцент кафедры вычислительной математики и прикладных информационных технологий, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет», г. Воронеж в своем положительном отзыве, подписанном Зольниковым Владимиром Константиновичем, доктором технических наук, профессором, директором института цифровых и интеллектуальных систем, и утвержденном проректором по науке и инновациям ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет», доктором экономических наук, профессором Морковиной Светланой Сергеевной, **указала**, что диссертация представляет собой законченное научное исследование, соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, паспорту специальности ВАК 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, а ее автор Белых Михаил Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 12 опубликованных по теме диссертации работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы. По итогам выступления на конференциях опубликовано 7 работ. Также имеется 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Белых М.А. Структура интеллектуальной системы поддержки эволюционных алгоритмов / М.А. Белых, В.Ф. Барабанов, С.Л. Подвальный, А.К. Донских. // Вестник ВГТУ. – 2021. – Т. 17. – №3. – С. 7-13.

2. Донских А.К. Обзор архитектуры систем управления интеллектом на основе полезности и дерева поведения / А.К. Донских, В.Ф. Барабанов, Н.И. Гребенникова, М.А. Белых // Вестник ВГТУ. – 2021. – Т. 17. – №3. – С. 36-41.

3. Баранов Д.А. Программная реализация задачи линейной оптимизации на базе муравьиного алгоритма / Д.А. Баранов, М.А. Белых, В.Ф. Барабанов, Н.И. Гребенникова, В.Н. Черников // Вестник ВГТУ. – 2023. – Т. 19. – №6. – С. 53-58.

4. Белых М.А. Формализация многокритериальной транспортной задачи с временными ограничениями / М.А. Белых // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2024. – Т. 12. – № 2. – С. 1-9. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1557>.

В работах, опубликованных в соавторстве и приведенных в конце автореферата, лично автором получены следующие результаты:

в работах [1, 6, 7] – структура интеллектуальной системы поддержки эволюционных алгоритмов, описание подсистем; в работе [2] – алгоритмическое обеспечение эволюционных алгоритмов; в работах [3, 8, 9, 10] – модификации муравьиного алгоритма и формализация задач оптимизации; в работе [11] – формализация задачи оптимизации на примере мониторинга состояний; в работе [12] – математическая формулировка эволюционных алгоритмов.

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

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. **Ковалев Игорь Владимирович**, д.т.н., профессор, профессор кафедры программной инженерии ФГАОУ ВО «Сибирский Федеральный университет». **Замечания:** 1. На схеме проверки текущего решения задачи оптимизации (рис. 1) формулировка «Полученное решение сопоставимо с предыдущим?» не однозначна и требует пояснений. 2. В структурной схеме адаптивной системы поддержки принятия решений (рис. 3) есть дублирование «Блока взаимодействия с модулями системы» во всех четырех реализованных модулях.

2. **Коробкин Владимир Владимирович**, к.т.н., заведующий лабораторией многопроцессорных информационно-управляющих систем мехатронных комплексов НИИ многопроцессорных вычислительных систем ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет». **Замечания:** 1. В автореферате нет указания

последовательности переключения модификаций эвристических алгоритмов, используемых в рамках диссертационного исследования. 2. В автореферате приведен макет окна общих настроек решения и эволюционных алгоритмов (рис. 4), но отсутствует пример реализации интерфейса адаптивной системы поддержки принятия решений.

3. **Орлов Сергей Павлович**, д.т.н., профессор, профессор кафедры вычислительной техники ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет». **Замечания:** 1. Фраза «Спецификой данной задачи является фактор ее решения в любой момент времени, что означает возможность изменения координат ТС», приведенная в формализованном описании многокритериальной транспортной задачи оптимизации, не имеет однозначной трактовки в специализации приведенного математического описания. 2. В автореферате отсутствует описание выбора принципа оптимальности, используемого для ранжирования полученных решений с учетом многочисленности критериев.

4. **Преображенский Андрей Петрович**, д.т.н., профессор, профессор кафедры информационных систем и технологий АНОО ВО «Воронежский институт высоких технологий». **Замечания:** 1. В тексте автореферата не приведено детального описания использованных в адаптивной системе поддержки принятия решений модификаций эволюционных алгоритмов. 2. В автореферате имеется макет интерфейса адаптивной системы (рис. 4), но не приводится итоговый результат проектирования этого интерфейса.

5. **Тихомиров Сергей Германович**, д.т.н., профессор, профессор кафедры информационных и управляющих систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий». **Замечания:** 1. В автореферате не указан стек технологий, использованных при разработке адаптивной системы, а также отсутствуют системные требования, предъявляемые к разработанному программному обеспечению. 2. На рисунке 1 имеется блок с названием «Заморозка» процесса решения задачи», неясно, что подразумевается под этим словом.

Все отзывы положительные.

На замечания соискателем даны исчерпывающие ответы и пояснения.

Выбор официальных оппонентов обусловлен их компетентностью в области проектировании адаптивных систем поддержки принятия решений, применения эволюционных алгоритмов для решения задач многокритериальной оптимизации, наличием соответствующих публикаций в этой сфере и их согласием.

Выбор ведущей организации основан на соответствии профиля организации научной специальности диссертации, достижениями в области проектирования систем поддержки принятия решений, способности определить научную и практическую ценность диссертации и ее согласием.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан оригинальный подход использования эволюционных алгоритмов для адаптивной системы поддержки принятия решений при многокритериальной оптимизации транспортной задачи с временными ограничениями;

предложены специализированное математическое описание многокритериальной транспортной задачи оптимизации с временными ограничениями, позволяющее применять адаптивный механизм поиска решения; механизм модификации эволюционных алгоритмов, отличающийся учетом результатов предыдущих решений; адаптивный механизм проверки текущего решения, отличающийся учетом скорости на каждой итерации результатов для последующей обработки и внесения оперативных корректировок в системе поддержки принятия решений; структура адаптивной системы поддержки принятия решений при многокритериальной оптимизации транспортной задачи, оптимизацию и отличающаяся использованием базы знаний, содержащей данные о полученных ранее решениях;

разработана адаптивная система поддержки принятия решений при многокритериальной оптимизации транспортной задачи, использующая механизмы адаптации и модификации эволюционных алгоритмов и позволяющая производить ускоренный поиск и оптимизацию и отличающаяся использованием базы знаний, содержащей данные о полученных ранее решениях;

доказана перспективность использования: эволюционных алгоритмов (генетического алгоритма, алгоритма муравьиной колонии, алгоритма пчелиной колонии) при решении многокритериальной транспортной задачи оптимизации; механизмов модификации и адаптации для оперативного внесения изменений в процесс решения многокритериальной транспортной задачи оптимизации; адаптивной системы поддержки принятия решений при многокритериальной оптимизации транспортной задачи с временными ограничениями;

введены механизмы модификации эволюционных алгоритмов, позволяющие ускорить процесс решения многокритериальных задач оптимизации (посредством варьирования правил скрещивания и мутаций, отбора, формирования новых популяций, изменения феромона и т.д.) и отличающийся учетом результатов предыдущих решений, и проверки текущего решения, отличающийся учетом скорости на каждой итерации результатов для последующей обработки и внесения оперативных корректировок в системе поддержки принятия решений.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вынесенные на защиту и вносящие вклад в развитие систем поддержки принятия решений при многокритериальной оптимизации транспортной задачи с временными ограничениями;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы: методы системного анализа, теория принятия решений и многокритериальных задач оптимизации, методы эволюционных алгоритмов, методология построения систем поддержки принятия решений, методы объектно-ориентированного программирования;

изложены особенности применения эволюционных алгоритмов в адаптивной системы поддержки принятия решений при многокритериальной оптимизации транспортной задачи с временными ограничениями;

раскрыты недостатки существующих систем поддержки принятия решений и систем, использующих эволюционные алгоритмы, заключающиеся в высокой требовательности к навыкам пользователей и узкой специализации, которая не

позволяет объединить несколько алгоритмов под одним интерфейсом и переключать алгоритмы для улучшения получаемых результатов;

изучены и систематизированы существующие эволюционные алгоритмы, применяемые для решения задач многокритериальной оптимизации, в частности многокритериальной транспортной задачи, и методы оптимизации, в частности, оптимизация по Парето;

проведена модернизация механизма модификации эволюционных алгоритмов (генетического, муравьиной колонии, пчелиной колонии), позволяющая ускорить процесс решения многокритериальных задач оптимизации (посредством варьирования правил скрещивания и мутаций, отбора, формирования новых популяций, изменения феромона и т.д.) и отличающаяся учетом результатов предыдущих решений.

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

разработаны и внедрены механизмы модификации и адаптации эволюционных алгоритмов (генетического, муравьиной колонии, пчелиной колонии) в процессы программной реализации в компаниях «Айти Комфорт», «Девелоперс» и «Киинай», а также в учебный процесс кафедры автоматизированных и вычислительных систем ВГТУ;

определена перспектива практического использования разработанной адаптивной системы поддержки принятия решений при многокритериальной оптимизации транспортной задачи с временными ограничениями;

создана структура адаптивной системы поддержки принятия решений при многокритериальной оптимизации транспортной задачи с временными ограничениями, позволяющая производить ускоренный поиск и оптимизацию и отличающаяся использованием базы знаний, содержащей данные о полученных ранее решениях;

представлены рекомендации и предложения по дальнейшему совершенствованию адаптивной системы поддержки принятия решений при многокритериальной оптимизации транспортной задачи.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов вычислительных экспериментов, выполненных в процессе работы над диссертационным исследованием;

теория базируется на существующих методах, алгоритмах и фактах об эволюционных алгоритмах, методах многокритериальной оптимизации и организации систем поддержки принятия решений, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по тематике диссертации;

идея базируется на результатах систематизации применяемых для решения многокритериальной транспортной задачи оптимизации эволюционных алгоритмов в рамках применения в адаптивной системе поддержки принятия решений;

использованы анализ известных проверенных данных и сопоставление результатов вычислительных экспериментов по решению многокритериальной транспортной задачи оптимизации с временными ограничениями модифицированными эволюционными алгоритмами с механизмами адаптации;

установлено качественное улучшение показателей получаемых результатов решения многокритериальной транспортной задачи в среднем на 4,5-11,2% по сравнению с базовыми алгоритмами;

использованы современные методики сбора и обработки информации в рамках адаптивных систем поддержки принятия решений при многокритериальной оптимизации транспортной задачи.

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельной постановке цели исследования и обосновании его актуальности, формулировке необходимых для достижения цели задач, разработке специализированного математического описания многокритериальной транспортной задачи оптимизации с временными ограничениями, проектировании механизма модификации эволюционных алгоритмов, разработке адаптивного механизма проверки текущего решения, проектировании структуры адаптивной системы поддержки принятия решений при многокритериальной оптимизации транспортной задачи, формулировке выводов и

положений, выносимых на защиту, а также обработке экспериментальных данных, апробации результатов исследований на научных конференциях и подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты было высказано следующее критическое замечание: соискателю в докладе следовало бы более аргументировано отразить выбор значений временных характеристик и параметров для обеспечения эффективности разработанных моделей и алгоритмов в рамках системы поддержки принятия решений.

Соискатель Белых Михаил Алексеевич согласился с замечанием и сообщил, что учтет его в своей дальнейшей работе.

На заседании 28 февраля 2025 года диссертационный совет принял решение: за формализацию постановки, анализ и успешное решение научной задачи, имеющей значение для повышения эффективности адаптивной системы поддержки принятия решений при многокритериальной оптимизации транспортной задачи за счет модифицированных эволюционных алгоритмов, присудить Белых М. А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 5 докторов наук по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 12, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель
диссертационного совета



Шога

Подвальный
Семён Леонидович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Мещеряков

Белецкая
Светлана Юрьевна

28 февраля 2025 года