

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора физико-математических наук, доцента Тебуевой Фаризы Биляловны на диссертацию Хуссейна Фираса Аймановича «Методы решения многоагентной задачи коммивояжёра на основе сокращения поискового пространства», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)

1. Актуальность диссертационного исследования

Диссертационная работа посвящена разработке методов решения многоагентной задачи коммивояжёра, которая является одной из ключевых задач дискретной оптимизации и широко применяется при моделировании процессов маршрутизации и распределения задач в мультиагентных системах.

Современные приложения, включая автономные робототехнические комплексы, интеллектуальные логистические системы и распределённые вычислительные среды, требуют разработки алгоритмов, способных обеспечивать высокое качество решений при ограниченных вычислительных ресурсах. В условиях роста размерности задач особую значимость приобретают методы, направленные на сокращение поискового пространства.

Несмотря на значительное количество исследований в данной области, вопросы построения эффективных гибридных методов, сочетающих различные этапы декомпозиции задачи, остаются недостаточно изученными.

Таким образом, рассматриваемая в диссертации научная задача является актуальной как с теоретической, так и с практической точки зрения.

2. Научная новизна исследования и полученных результатов

Представленные в диссертации результаты обладают признаками научной новизны.

Предложен метод решения многоагентной задачи коммивояжёра, основанный на построении единого маршрута с последующим разбиением, отличающийся использованием итерационного перебора начальной точки разбиения, что позволяет улучшить итоговое распределение маршрутов.

Разработан гибридный метод, объединяющий процедуры кластеризации, маршрутизации и последующего соединения маршрутов в единый супермаршрут с дальнейшим разделением, обеспечивающий снижение размерности пространства решений.

Предложен алгоритмический механизм балансировки нагрузки между агентами, ориентированный на минимизацию максимальной длины маршрута, что позволяет повысить равномерность распределения задач.

Получены экспериментальные оценки эффективности предложенных методов, демонстрирующие их конкурентоспособность по сравнению с известными подходами.

3. Анализ содержания диссертации

Во введении сформулированы цель и задачи исследования, обоснована актуальность темы, определены объект и предмет исследования, а также приведены основные научные результаты.

Первая глава посвящена анализу существующих методов решения многоагентной задачи коммивояжёра. Рассмотрены основные классы методов, включая точные, эвристические и метаэвристические подходы. Особое внимание уделено декомпозиционным стратегиям и оценке сложности пространства решений.

Во второй главе исследуется метод, реализующий подход «сначала маршрутизация, затем кластеризация». Подробно рассмотрены этапы построения супермаршрута с использованием муравьиного алгоритма, процедура его разбиения и применение локальной оптимизации. Приведены результаты сравнительного анализа с альтернативными методами.

Третья глава содержит описание разработанного гибридного метода решения многоагентной задачи коммивояжёра. Раскрыта структура метода, включающая этапы кластеризации, построения маршрутов, их объединения и последующего разделения. Представлены результаты вычислительных экспериментов и анализ эффективности метода.

В четвёртой главе приведены результаты экспериментального исследования, включая анализ статистических характеристик полученных решений. Показано, что предложенный метод обеспечивает существенное сокращение времени вычислений при сохранении приемлемого качества решений.

Заключение содержит обобщение результатов исследования и основные выводы.

4. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность научных положений подтверждается корректной постановкой задач, использованием адекватного математического аппарата и проведением вычислительных экспериментов.

Результаты исследования согласуются с известными теоретическими положениями в области комбинаторной оптимизации и не противоречат существующим научным данным.

Выводы логически следуют из проведённых исследований и имеют достаточную степень аргументации.

5. Достоверность результатов

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием стандартных тестовых наборов данных, многократным повторением экспериментов и применением методов статистического анализа.

Сравнение с известными алгоритмами позволяет сделать вывод о корректности и воспроизводимости полученных результатов.

Основные положения диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях и апробированы на научных конференциях.

6. Замечания

Несмотря на высокий научный уровень диссертации, можно выделить следующие замечания:

1. В работе приведена эмпирическая оценка вычислительной сложности методов, однако отсутствует строгий теоретический анализ сложности с учётом всех этапов алгоритма, включая муравьиный алгоритм и процедуру кластеризации.

2. При описании процедуры кластеризации отсутствует анализ влияния выбора метода кластеризации на итоговое качество решения.

3. Формулы, описывающие размер пространства решений, приведены без детального вывода, что затрудняет их проверку и интерпретацию.

4. Использование только одного типа метаэвристического алгоритма (муравьиного) ограничивает полноту сравнительного анализа.

5. В формуле (2.4) не указано для какого направления оптимизации (минимизации или максимизации) рассчитывается показатель преимущества. Из контекста диссертации следует, что все критерии минимизируются, однако это не оговорено явно.

7. Заключение

Отмеченные выше замечания не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертация Хуссейна Фираса Аймановича представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, направленную на

решение актуальной задачи повышения эффективности методов решения многоагентной задачи коммивояжера.

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки):

п. 4 – разработка методов и алгоритмов решения задач оптимизации и обработки информации;

п. 5 – разработка математического обеспечения систем анализа и управления.

Считаю, что диссертация удовлетворяет установленным требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Хуссейн Фирас Айманович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Официальный оппонент:

профессор кафедры вычислительной математики и кибернетики факультета математики и компьютерных наук имени профессора Н.И. Червякова ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»,
доктор физико-математических наук, доцент

Тебуева Фариза Биляловна.

« 28 » апреля 2026 г.

355029, г. Ставрополь, пр-т Кулакова, 2, корпус 9, ауд. 434,

Тел. +79283270072, E-mail: ftebueva@ncfu.ru.

Научная специальность: 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Я, Тебуева Фариза Биляловна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



С ИСХОДОМ ЭТОЙ КОПИИ УДОСТОВЕРЯЮ:

начальник отдела по работе с сотрудниками УКА

С ГОРБАЧЕВА