

Отзыв

официального оппонента Максимовой Надежды Николаевны
на диссертационную работу Долговой Ольги Эдуардовны
«Муравьиные алгоритмы для решения задач маршрутизации транспорта»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Актуальность темы диссертационного исследования

Актуальность проблемы решения задач транспортировки грузов с учетом различных ограничений характеризуется важностью и необходимостью перевозки товара с минимальными затратами (труда, материальных ресурсов). Первые публикации, в которых были сформулированы данные проблемы и алгоритмы для их решения, появились в середине XX века. Современные модели маршрутизации сильно отличаются от тех, что были предложены в первых работах, так как они все чаще учитывают дополнительные ограничения, возникающие в реальных условиях (ситуации на дорогах, изменяющаяся информация о спросе клиентов) и значительно усложняющие задачи. В настоящее время задачи маршрутизации транспорта и составления расписаний являются одними из наиболее широко изучаемых тем в области исследования операций.

Несмотря на значительный прогресс в развитии точных и приближенных методов решения транспортных задач, решение сложных практических задач с их помощью не всегда эффективно. В настоящее время интенсивно разрабатывается научное направление Natural Computing (Природные вычисления), объединяющее методы с природными механизмами принятия решений (генетические алгоритмы, эволюционное программирование, нейро-сетевые вычисления, ДНК-вычисления, клеточные автоматы и др.). Одним из перспективных подходов, относящихся к Natural Computing, являются муравьиные алгоритмы, в основе которых лежит поведение муравьиной колонии как децентрализованной самоорганизующейся системы. Данные методы позволяют получать близкие к оптимальным решения за ограниченное время. Теория муравьиных алгоритмов относительно нова, первые публикации появились в 90-х годах XX века. Заслуга первенства здесь принадлежит европейским ученым.

Диссертационная работа О.Э. Долговой посвящена разработке, реализации и исследованию работоспособности и эффективности в практических вычислениях гибридных методов оптимизации, основанных на муравьиных алгоритмах, для эффективного численного решения важных для практики задач маршрутизации транспорта с ограничением на грузоподъемность и с ограничениями по временным окнам, а также приближенному решению одноприборной задачи составления расписаний с минимизацией суммарного взвешенного запаздывания.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность

В диссертации О.Э. Долговой дается подробное описание теории муравьиных алгоритмов, основанной на фундаментальных принципах при построении

математических моделей и интерпретации натурных исследований, включающее теоретические положения относительно вопроса о сходимости муравьиных алгоритмов. Автором проведено исследование эффективности разработанных гибридных методов на основе муравьиных алгоритмов в сравнении с результатами, полученными ранее другими авторами как точных, так и приближенных методов. Исследование проводилось на тестовых примерах, решения которых известны.

Обоснованность и достоверность научных результатов, полученных соискателем, гарантируется использованием фундаментальных принципов при построении математических моделей, использованием корректных математических методов исследования решаемых задач, положительными результатами тестирования созданных программ и проверки адекватности результатов компьютерного моделирования.

Основное содержание диссертации достаточно полно отражено в научных публикациях автора, в том числе в трех работах, опубликованных в журналах, рекомендованных ВАК РФ, одна из которых входит в научное издание, включенное в следующие базы данных и каталоги научных изданий: Web of Science: Russian Scientific Citation Index at Web of Science, AMS MathSciNet, zbMATH. Автором получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Диссертационная работа также апробирована на всероссийских и международных конференциях.

Научная новизна проведенных исследований и полученных результатов

Можно отметить ряд оригинальных результатов, полученных соискателем.

1. В гибридный метод, основанный на муравьином алгоритме, для решения задачи маршрутизации транспорта с ограничением на грузоподъемность был включен лучевой поиск.

Результаты вычислительных экспериментов с тестовыми задачами маршрутизации транспорта с ограничением на грузоподъемность показали, что включение лучевого поиска в гибридный метод, основанный на муравьином алгоритме, позволило повысить эффективность решения задач кластерного типа и задач небольшой размерности случайного типа.

2. Для решения задачи маршрутизации транспорта в составе гибридного метода используется муравьиный алгоритм с ослаблением временных ограничений.

Использование ослабления временных ограничений при решении задач маршрутизации транспорта оказалось оправданным. В наибольшей степени это касается сложных задач маршрутизации с ограничениями по временным окнам. Предложенный гибридный метод, основанный на муравьином алгоритме, может рассматриваться в качестве дополнительного или альтернативного для решения задач кластерного типа и задач с долгосрочным горизонтом планирования.

3. Для решения одноприборной задачи составления расписаний в гибридном методе, основанном на муравьином алгоритме, предложена схема циклического случайного выбора методов локального поиска.

Муравьиные алгоритмы могут успешно применяться для решения различных комбинаторных задач оптимизации.

Значимость результатов для науки и практики

Научная значимость диссертационной работы заключается в развитии приближенных методов для эффективного численного решения сложных задач

маршрутизации транспорта и задач составления расписаний. Теоретическая ценность результата заключается в исследовании эффективности использования муравьиных алгоритмов в составе гибридных методов для численного решения задач маршрутизации транспорта. Кроме того, результаты обладают и практической значимостью – созданы эффективные алгоритмы, с помощью которых можно с высокой точностью находить приближенные решения востребованных практических задач маршрутизации транспорта за ограниченный отрезок времени.

Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка сокращений, словаря терминов, списка литературы из 134 наименований, списка иллюстративного материала, включающего 20 рисунков и 20 таблиц, двух приложений. Объем работы составляет 103 страницы машинописного текста.

Во введении дается общее представление о задаче маршрутизации транспорта, ее приложениях и методах решения.

Первая глава посвящена решению классической задачи маршрутизации транспорта с ограничением на грузоподъемность: приводится общее описание этой задачи и краткий обзор по существующим методам ее решения, дана математическая постановка задачи, описан гибридный метод, включающий муравьиный алгоритм с разработанной комбинированной схемой локального поиска, приводятся результаты решения тестовых задач из стандартного набора, представлено описание разработанного гибридного метода решения задачи, состоящего из метода лучевого поиска, муравьиных алгоритмов и локального поиска, исследуется эффективность различных метаэвристических подходов по результатам их сравнения друг с другом на примере решения задач случайного и кластерного типов из двух тестовых наборов. В конце главы для реальной задачи доставки бутилированной воды клиентам в черте г. Хабаровска оценивается экономическая выгода использования муравьиных алгоритмов при решении практических задач.

Вторая глава посвящена решению задачи маршрутизации транспорта с ограничениями по временным окнам: приводится общее описание этой задачи, краткий обзор по методам ее решения и постановка задачи, описан гибридный метод, включающий муравьиный алгоритм с разработанной комбинированной схемой локального поиска, приводятся результаты решения тестовых задач из стандартного набора, представлено описание разработанного гибридного метода решения задачи, состоящего из методов построения исходных решений, муравьиного алгоритма и локального поиска, приведены результаты вычислительных экспериментов, исследуется эффективность разработанных алгоритмов в сравнении с результатами, полученными авторами точных методов, приводятся графики зависимости погрешностей нахождения известных оптимальных значений целевой функции от времени решения задач из тестового набора.

Третья глава посвящена решению задачи составления расписаний на одном приборе с минимизацией суммарного взвешенного запаздывания: приводится общее описание этой задачи, краткий обзор по методам ее решения и постановка задачи, описан разработанный гибридный метод решения задачи на основе муравьиного алгоритма, представлены результаты решения тестовых задач, проводится сравнение разработанного алгоритма с муравьиным алгоритмом других авторов

В заключении диссертации формулируются основные результаты работы, намечаются направления дальнейших исследований.

Приложения включают сведения о “жадном” алгоритме, который используется в диссертации для решения задач, подробную информацию по входным данным тестовых задач маршрутизации транспорта с ограничениями по временным окнам.

Следует отметить следующие, помимо указанных выше, важные **достоинства** работы:

1. Работа выполнена на высоком научном уровне, материал представлен последовательно, лаконично, без лишних сведений.

2. Проведен исчерпывающий литературный обзор, список источников содержит более 130 пунктов, причем подавляющее большинство ссылок являются публикациями иностранных авторов.

3. Реализация алгоритмов проведена на языке программирования высокого уровня, используемого для решения прикладных задач.

4. Приведено большое количество вычислений для проверки работоспособности и эффективности предлагаемых алгоритмов для всех типов исследуемых задач.

Замечания и вопросы по содержанию диссертационной работы

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 матрицы 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

$$c_1(i, u, j) = \alpha_1 c_{11}(i, u, j) + \alpha_2 c_{12}(i, u, j), \quad \alpha_1 + \alpha_2 = 1, \quad \alpha_1 \geq 0, \quad \alpha_2 \geq 0,$$

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?

Общее заключение

Вышеперечисленные замечания не меняют общего положительного впечатления от диссертационного исследования. Считаю, что диссертация Долговой Ольги Эдуардовны «Муравьиные алгоритмы для решения задач маршрутизации транспорта» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу на актуальную тему, в которой предложены и верифицированы новые гибридные методы решения задач маршрутизации транспорта. Тематика и результаты выполненных в диссертации исследований соответствуют паспорту специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Полученные автором результаты являются новыми, обоснованными, достоверными и имеющими теоретическое и практическое значение. В автореферате и в публикациях соискателя в полной мере отражено содержание диссертации, а также наиболее существенные положения, выводы и рекомендации.

В целом представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ «О порядке присуждения ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. № 842, 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».

Официальный оппонент

«20» 11. 2018 г.

Максимова Надежда Николаевна

Максимова Надежда Николаевна, и.о. зав. кафедрой математического анализа и моделирования, кандидат физико-математических наук, доцент.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Амурский государственный университет».

675028, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 21,

тел. (4162) 234-500,

e-mail: knnamursu@mail.ru.

УНИВЕРСИТЕТ
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

ОПЕЧАТКА

