

ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета
на диссертацию Широколовой Анастасии Павловны
на тему: «Оптимизационные методы оценки спроса на перемещение между узлами
транспортной сети», представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.09. – Дискретная математика и
математическая кибернетика

Диссертационная работа посвящена актуальной проблематике – разработке методологических инструментов оценки спроса на перемещение между узлами в больших транспортных сетях. Научные работы в этой области имеют непосредственное прикладное значение, так как с ними связано решение задач повышения качества и эффективности функционирования транспортных сетей городов.

Основной задачей при моделировании транспортных сетей является задача распределения транспортных потоков. В современной теории транспортных потоков модели равновесного распределения потоков занимают особое место среди различных подходов к их моделированию. Тем не менее, существуют подходы, которые выявляют сбалансированные состояния потоков на сети, но при этом не требуют решения оптимизационной задачи и поиска равновесного распределения. Схожая логика, помимо прочего, проявляет свою продуктивность при реализации парадигмы мультиагентных систем. В транспортных системах одним из альтернативных подходов к решению оптимизационной задачи для поиска распределения транспортных потоков, является подход мультиагентных технологий балансировки загрузки. Так, при балансировке загрузки сетей и рассмотрении локального взаимодействия достигается консенсус, или другими словами равновесие в сети.

Развиваемые в диссертационной работе подходы и методы базируются на рассмотрении динамической по своей природе задачи распределения потоков в виде статической задачи. Интенсивность движения или поток по дуге моделируется как усредненная характеристика нагрузки на дугу в течение заданного периода времени. Такой принцип моделирования транспортных процессов достаточно распространен и активно развивается для случая выпуклых задач оптимизации, которые здесь возникают. В основе предложенного в диссертационной работе подхода к оценке спроса на перемещение лежит идея использования обратной задачи к задаче равновесного распределения транспортных потоков и к задаче поиска равновесного времени движения, а также теории двойственности для формулирования задачи поиска равновесного времени движения.

Стоит особо отметить, что развитие моделей и методов решения задачи оценки спроса на перемещение, с одной стороны, имеет большой потенциал прикладных реализаций, с другой стороны, позволяет получать новые подходы и алгоритмы решения различного рода оптимизационных задач. Таким образом, такое направление научных исследований вносит вклад как в теорию, так и в практику. В связи с этим, выбранная А.П. Широколовой диссертационная тема исследования, бесспорно, является **актуальной**.

09/2 -226 от 06.06.2019

Отметим наиболее важные результаты диссертационной работы.

В первой главе диссертации рассматривается задача равновесного распределения потоков в транспортных сетях. Вводятся понятия прямой и обратной обобщенных задач равновесного распределения потоков и прямой и обратной обобщенных задач поиска равновесного времени движения. Формализуются прямая, двойственная, обратная задачи к задаче равновесного распределения транспортных потоков в виде задач поиска образа и функций заданных отображений. Исследованы свойства введенных отображений, найдены условия существования и единственности решения обратной задачи. В ряде случаев для сетей из непересекающихся маршрутов найден явный вид оператора отображения. Кроме того в конце главы исследован парадокс Браесса с точки зрения равновесного времени движения.

Во второй главе приведены существующие подходы к оценке спроса на перемещение между узлами транспортной сети, в частности, некоторые двухуровневые модели, использующие априорную информацию о спросе на перемещение. В противовес этому разработана двухуровневая модель оценки спроса на перемещение, использующая только лишь наблюдения о потоках транспортных средств на дугах или о равновесном времени движения между парами районов отправления-прибытия для оценки спроса на перемещение, и не использующая информацию об априорных значениях спроса на перемещение. После чего приведены комбинаторный подход и эволюционный метод решения поставленной двухуровневой модели. В заключении главы представлен проведенный анализ чувствительности оптимизационных алгоритмов оценки спроса на перемещение к различным параметрам задачи.

Третья глава диссертации посвящена практическому применению предложенных моделей и увязывает различные способы получения информации о загрузке транспортной сети и равновесном времени передвижения с наиболее подходящими моделями оценки спроса на перемещение.

Научная новизна и теоретическая значимость диссертации определяется построением в ней двухуровневой модели оптимизации спроса на перемещение по заданным оценкам сетевых нагрузок и разработкой подхода к оценке спроса на перемещение по заданному значению равновесного времени, что представляет новые возможности для анализа и управления транспортными процессами в загруженных транспортных сетях по имеющейся мониторинговой информации. Кроме того проведено исследование условий существования и единственности решения обратной задачи к задаче равновесного распределения транспортных потоков, найдены явные решения задачи оценки спроса на перемещение для сетей из непересекающихся маршрутов со степенными и линейными функциями затрат на дугах, для случая нелинейной функции затрат на дугах такой сети предложен алгоритм решения задачи оценки спроса на перемещение.

Практическая значимость работы определяется ее исходной ориентацией на эффективное применение моделей и методов оценки спроса на перемещение между узлами транспортной сети с целью обеспечения поддержки принятия решений при разработке различных систем управления потоками транспортом в условиях высокой загруженности улично-дорожных сетей крупных городов. Практическая значимость подтверждается рядом

прикладных научно-исследовательских работ в рамках грантов и контрактов, в которых успешно используются результаты диссертации.

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов диссертации определяется строгим математическим доказательством всех представленных в работе утверждений, апробацией представленных в диссертации результатов на международных научных конференциях и публикациями в рецензируемых отечественных и зарубежных изданиях.

Диссертация хорошо структурирована, аккуратно оформлена, текст диссертации тщательно отредактирован. Все полученные результаты обоснованы автором и выполнены на высоком математическом уровне. Стоит, однако, обратить внимание на некоторые **замечания и пожелания**.

1. На стр. 14 сказано, что второй принцип Вардропа предполагает наличие централизованного управления движением в сети. Это не совсем точно. В современных работах по мультиагентным технологиям показано, что в некоторых случаях можно добиться выполнения этого принципа почти точно и без выделения общего центра сбора данных (см., например, решение близкой задачи по транспортировке пакетов в беспроводных сетях [84]). Общим замечанием к тексту диссертации является явно заниженный уровень внимания к мультиагентным алгоритмам.
2. В тексте диссертант злоупотребляет частым использованием слова «данные». В информационных технологиях желательно использовать это слово только в смысле “data” (например, данные датчиков, данные загрузки и т.п.). Дословный перевод слова “this” вносит путаницу при восприятии текста (например, “Исследование данной предметной области” ... на стр. 4, или в «данной работе» на стр. 7).
3. На стр. 6 и далее на русском языке более уместно использовать термин «связей» вместо «корреспонденций».
4. В целевом функционале (2.8) стоит уточнить основание логарифма.
5. В замечании 1.8 впервые встречается понятие нелинейной сети, но нигде ранее не дается определения, что под этим подразумевается.
6. Представляется возможным расширить результаты теорем 1.6 и 1.14 на случай сетей с пересекающимися или частично пересекающимися маршрутами.
7. Можно было бы применить кластеризацию на графах как метод понижения размерности. Предварительно исследовать сеть на кластеры и ввести новые дороги между кластерами, что должно упростить дальнейшее решение задачи.

Тем не менее, указанные замечания не снижают высокую оценку представленной диссертационной работы.

Представленная работа «Оптимизационные методы оценки спроса на перемещение между узлами транспортной сети» является завершённым научным исследованием, выполненным на высоком научном уровне. Основные результаты, полученные в диссертации, опубликованы в отечественных и зарубежных изданиях, включая рецензируемые журналы, входящие в перечень ВАК и системы цитирования Scopus/Web of Science. Результаты работы апробированы на всероссийских и международных конференциях.

Диссертация Широколовой Анастасии Павловны на тему: «Оптимизационные методы оценки спроса на перемещение между узлами транспортной сети» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Широколова Анастасия Павловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.09. – Дискретная математика и математическая кибернетика. Пункт 11 указанного Порядка диссертантом не нарушен.

Председатель диссертационного совета

доктор физико-математических наук, профессор,
профессор кафедры системного программирования
математико-механического факультета
Санкт-Петербургского государственного университета



Граничин О.Н.

Дата 04.06.2019