

## ОТЗЫВ

члена 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

**Актуальность темы диссертации.** Одна из важнейших инфраструктур, обеспечивающих жизнь городов и регионов, является транспортная инфраструктура. В последнее время во многих крупных городах близки к исчерпанию возможности интенсивного развития транспортных сетей. Поэтому проблема оптимального планирования сетей, улучшения организации движения, несомненно, очень актуальна. Благодаря появлению новых технических средств, позволяющих контролировать текущее состояние потоков на сети, стремительному развитию вычислительной техники, стало возможным эффективно и быстро координировать организацию движения автотранспортных средств. Разумеется решение таких задач невозможно без математического моделирования транспортных сетей.

Определение и прогноз всех параметров функционирования транспортной сети, таких как интенсивность движения на всех элементах сети, объемы перевозок в сети общественного транспорта, средние скорости движения, задержки и потери времени – основные задачи математического моделирования. Своевременная информация о спросе на перемещение между узлами транспортной сети позволяет моделировать распределение транспортных потоков и принимать решения о внесении эффективных инфраструктурных изменений. В существующих моделях распределения транспортных потоков информация об объемах перемещений между районами отправления-прибытия считается величиной заданной и, как правило, найденные решения чувствительны даже к малым изменениям этого параметра. При этом достижение эффективного функционирования транспортных сетей подразумевает учет влияния транспортных потоков на все транспортные процессы. Учет влияния такого значимого фактора позволит лучше настраивать режимы работы светофоров, составлять графики работы курьерских и логистических служб, оценивать оказываемую транспортной сетью нагрузку на экологию и т.д. Следовательно, крайне важно иметь эффективный методологический инструмент оценки спроса на перемещение между узлами транспортной сети для повышения результатов математического моделирования транспортных потоков.

**Научная новизна диссертации.** В диссертационной работе получен ряд новых ре-

зультатов, возникающих в описанной выше области задач. В основу разработанных алгоритмов положен первый принцип Вардрона.

В исследованиях, проводимых в основном транспортными инженерами, прослеживается недостаточный уровень формализма. Поэтому в связи с этим диссертационная работа начинается с определений прямой и обратной задач равновесного распределения транспортных потоков, прямой и обратной задач оценки равновесного времени движения в виде задач поиска образа и функции отображений. Была построена и исследована двойственная задача распределения транспортных потоков – задача поиска равновесного времени движения потоков между парами районов отправления-прибытия. Также было проведено аналитическое исследование задачи оценки спроса на перемещение и задачи поиска равновесного времени движения. Найдены случаи существования и единственности решения обратной задачи, то есть, с практической точки зрения, однозначного восстановления значений спроса на перемещение между узлами сети. В случаях сетей из непересекающихся маршрутов с одной парой районов отправления-прибытия и функцией затрат линейного и степенного вида удалось найти аналитический вид оператора отображения. Таким образом, по загрузке одной из дуг можно определить значение спроса на перемещение. Задача оценки спроса на перемещение рассматривается в виде двухуровневой оптимизационной задачи, в которой на верхнем уровне происходит приближение полученных в условиях конкурентного равновесия значений потоков на дугах транспортной сети к наблюдаемым при помощи средств мониторинга трафика.

**Практическая значимость** диссертационной работы не вызывает сомнений и определяется широкой областью применимости на практике результатов исследования. В работе приведены методики и алгоритмы оценки спроса на перемещение между районами отправления-прибытия в транспортных сетях. В частности, ряд результатов был использован при реализации проекта по оптимизации сети общественного транспорта крупного города. Приведены тестовые расчеты применения представленных моделей на примере транспортной сети города Санкт-Петербурга. Эти результаты определяют научную, теоретическую и практическую значимость диссертации.

**Замечания по работе.** Отметим несколько замечаний к диссертационной работе А.П. Широколовой.

1. В доказательстве теоремы 2.19 задача равновесного распределения потоков на сети непересекающихся маршрутов (2.22) – (2.24) является задачей выпуклой условной оптимизации. В общем случае решение такой задачи может быть не одно.

2. В работе нет указаний об используемой норме в задачах двухуровневой оптимизации.

3. Следует отметить замечание стилистического характера. На мой взгляд, при формулировке теорем и следствий об аналитическом виде функций отображений (например, теоремы 1.6, 1.14) лучше использовать сложноподчиненные предложения с условным при-

даточным.

Приведенные замечания не портят общего впечатления о диссертационной работе А.П. Широколовой. Все утверждения диссертации являются новыми, четко сформулированы и строго доказаны, что определяет достоверность приведенных в работе результатов. Работа написана ясно, последовательно, на хорошем математическом уровне, обладает внутренним единством и завершенностью.

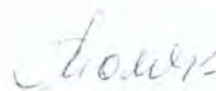
Основные результаты диссертации своевременно опубликованы в восемнадцати научных работах, из которых четыре опубликованы в научных изданиях, включенных в перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ, пять работ – в изданиях, индексируемых в международных наукометрических базах Scopus и Web of Science. Результаты диссертации неоднократно докладывались на международных, всероссийских конференциях и научных семинарах. Часть результатов получена в рамках выполнения исследовательского гранта для молодых ученых, поддержанного экспертами РФФИ.

На основании вышесказанного считаю, что диссертационная работа 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", а ее автор **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.

Член диссертационного совета

доктор физико-математических наук, профессор,  
профессор с возложенными обязанностями заведующего  
кафедрой математической теории моделирования  
систем управления Санкт-Петербургского  
государственного университета

 Полякова Л.Н.



2019 г.