

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Крылатова Александра Юрьевича на тему: «Оптимизационные модели и методы равновесного распределения потоков в транспортных сетях», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации (по прикладной математике и процессам управления)

В настоящее время все большее внимание привлекают задачи, связанные с исследованием оптимального поведения в конфликтно-управляемых системах. Разрабатываются новые теоретико-игровые механизмы управления сложными системами в социально-экономической и информационно-телекоммуникационной сферах, международной деятельности, менеджменте, в области рыночного равновесия, конкуренции, добычи ограниченного ресурса, конкурентной рекламы, экономии издержек совместного предприятия, в задачах экологического и природоохранного характера и других сферах. Специфика прикладной области влияет на выбор теоретико-игровых моделей и определяет классы стратегий игроков. В частности при моделировании конфликтных процессов в транспортных сетях особую роль играют так называемые игры заполнения и потенциальные игры. Исследованию вопросов конфликтного поведения пользователей в загруженных транспортных сетях и посвящена диссертация А.Ю.Крылатова.

Диссертационное исследование направлено на изучение моделей сетевого равновесия в случаях индивидуальной и групповой конкуренции. Случай индивидуальной конкуренции формализуется в виде потенциальной игры, что значительно упрощает задачу и сводит ее к задаче непрерывной оптимизации с линейными ограничениями. Полученную в данном случае ситуацию равновесия принято называть равновесием по Вардропу. Используя свойства потенциальных игр, диссертанту удастся разработать новые методы и вычислительные алгоритмы поиска ситуаций конкурентного равновесия в загруженных транспортных сетях.

В работе помимо индивидуальной конкуренции на сети исследуются и другие разновидности конфликтного поведения участников движения. Ранее не были исследованы вопросы, связанные с моделированием конкурирующих на сети групп участников движения, а также с

09/2-129 от 04.07.2018

моделированием одновременно индивидуальной и групповой конкуренции. Сюда относятся задачи распределения транспортных потоков в многоагентных транспортных сетях. Важными являются вопросы влияния разных типов участников движения на транспортные процессы в целом в условиях мультимодальности транспортных потоков. В исследовании рассмотрены различные задачи прикладного характера в терминах поиска сетевого равновесия, построены новые теоретико-игровые модели, предложены критерии оптимальности транзитных сетей. Из сказанного следует, что **актуальность** представленной работы не вызывает сомнений.

Первая глава диссертации посвящена индивидуальной конкуренции пользователей загруженной транспортной сети, вводятся основные понятия и модели равновесного распределения транспортных потоков. Стратегиями игроков являются маршруты движения, поэтому одно из ключевых мест исследования занимают, так называемые, «маршрутные» алгоритмы распределения потоков. При этом задачи распределения потоков по маршрутам и дугам транспортной сети сводятся к задачам поиска неподвижной точки со сжимающими операторами. Вторая глава посвящена исследованию теоретико-игровой модели групповой конкуренции в загруженной транспортной сети. Установлена связь между системным оптимумом Вардропа, равновесием по Нэшу и конкурентным равновесием Вардропа для разработанного класса сетевых игр. Предложена модель одновременно индивидуальной и групповой конкуренции пользователей транспортной сети.

Методы решения задачи равновесного распределения потоков в транспортных сетях рассматриваются в третьей и четвертой главах диссертации. Важным теоретическим результатом является доказательство квадратичной сходимости разработанного проекционного метода распределения потоков по маршрутам сети. Обоснование корректности специального подхода параллельной декомпозиции транспортной сети, которому посвящена четвертая глава, основано на исследовании задачи конкурентного равновесия как бескоалиционной игры районов отправления-прибытия.

Проблемам оптимального распределения пропускных способностей транспортной сети, а также построению оптимальных транзитных подсетей посвящены пятая и шестая главы диссертации. В центре внимания находятся двухуровневые сетевые модели и равновесие Штакельберга. Как и раньше здесь исследуются проблемы оптимизации пропускной способности

транспортной сети в условиях индивидуальной и групповой конкуренции участников движения. Индивидуальное и групповое поведение участников движения в транспортной сети со специализированной транзитной подсетью изучено в шестой главе. Предложенные модели позволяют учитывать утилитарные интересы выделенных пользователей с особыми правами, конкурирующих на общей транспортной сети, с обычными участниками движения.

Методологии исследования различных транспортных процессов в загруженных транспортных сетях посвящена седьмая глава. Рассмотрены задачи оценки матрицы корреспонденций, оптимизации режимов работы светофоров, минимизации уровня выбросов загрязняющих веществ автомобильным транспортом и маршрутизации на загруженной сети. Развитые ранее подходы использованы для теоретико-игрового моделирования умной сети электроснабжения с множеством поставщиков и потребителей энергии в восьмой главе диссертации. Исследованы случаи конкуренции и кооперации потребителей электроэнергии в умных сетях электроснабжения, рассмотрены проблемы ценообразования.

Научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы состоит в разработке новых моделей индивидуальной и групповой конкуренции и методов поиска соответствующих ситуаций равновесия на улично-дорожных сетях городов. Разработанные методы позволяют находить распределение потоков по маршрутам сети, что имеет особую значимость с точки зрения поиска равновесных стратегий пользователями транспортной сети в условиях индивидуальной и групповой конкуренции.

Строгое доказательство сформулированных математических утверждений и квалифицированное использование математического аппарата подтверждает **достоверность** полученных результатов. Представленные методы и вычислительные алгоритмы апробированы на конкретных примерах и вычислительных экспериментах. Все полученные в диссертации результаты, выносимые на защиту, являются новыми. Практическая значимость работы непосредственно следует из ее содержания и подтверждается выполненными на ее основе реальными проектами.

Замечания по диссертационной работе:

1. Формальная запись задачи нелинейной условной оптимизации на стр. 23 и далее повторяющаяся в диссертационной работе практически во всех главах и разделах не является удачной и затрудняет понимание

- задачи. Вероятно, эта запись привнесена диссертантом извне из работы Dafermos S.C., Sparrow F.T. (1969), однако можно было ее значительно упростить, используя стандартные подходы при формулировке задач нелинейного программирования.
2. Определение равновесия по Штакельбергу (стр.140) приведенное в диссертационной работе имеет смысл только для случая единственности оптимальной реакции ведомого или в случае, когда эта реакция известна лидеру. В действительности, решение Штакельберга предполагает ориентацию ведущего на худший для себя результат ведомого. В случае же полной информации о реакции ведомого, мы имеем просто равновесие по Нэшу в двух шаговой игре с полной информацией.
 3. На стр.146 и далее в формулах (5.2.8), (5.3.1), (5.4.1), слева стоит константа, а справа функция от переменной x . При внимательном прочтении можно предположить, что это досадные опечатки, но недоумение вызывает факт их появления в ключевых для изложения местах.

Сделанные замечания не снижают общего положительного впечатления от работы. Несомненно, диссертационная работа Крылатова Александра Юрьевича заслуживает высокой оценки. Диссертация представляет собой завершенное научное исследование, в котором получены новые результаты. Тематика работы полностью соответствует заявленной специальности.

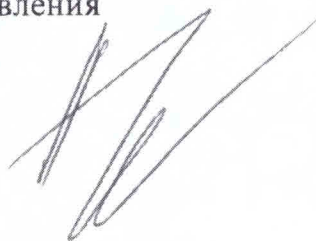
Особо отметим, что результаты диссертации опубликованы в 29 научных работах, 26 из которых – в рецензируемых научных изданиях (издания из списка ВАК РФ, а также издания, индексируемые в международных наукометрических базах Scopus/WebofScience). Более того, соискатель является соавтором англоязычной монографии, посвященной теоретико-игровым моделям в математической экологии. Полученные результаты были представлены на международных и всероссийских научных конференциях высокого уровня.

Диссертация Крылатова Александра Юрьевича на тему: «Оптимизационные модели и методы равновесного распределения потоков в транспортных сетях» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель

Крылатов Александр Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации (по прикладной математике и процессам управления).

Член диссертационного совета

Доктор физико-математических наук, профессор,
заведующий кафедрой математической
теории игр и статистических решений,
профессор с возложением обязанностей декана факультета
прикладной математики – процессов управления
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный университет»



Петросян Л.А.

28.06.2018

Юрий Юрьевич Петросян Л.А. заверено
Ведущий специалист

Ю.В. Кудряшова

Ю.В. Кудряшова

