

ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

© 2022 Я. Е. Львович, Ю. П. Преображенский, Е. Ружицкий

*Воронежский государственный технический университет (Воронеж, Россия)**Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)**Панъевропейский университет (Братислава, Словакия)*

В статье обсуждаются некоторые вопросы, связанные с моделированием транспортных потоков. Было установлено, что в качестве основы по всем предлагаемым решениям можно выделить два раздела, которые есть в прикладной математике – вычислительную гидродинамику и исследование операций. Показана возможность использования теории игр. Был приведен первый и второй принцип Вардрона.

Ключевые слова: транспорт, маршрутизация, топология, алгоритм, транспортный поток.

Около 35-45 лет назад в США, а также странах Западной Европы, а также СССР исследователи отмечали проблемы, связанные с пропускной способностью транспортных сетей. Это было связано с тем, что заметным образом увеличилось число пользователей. Обеспечение обслуживания нагрузок перестало осуществляться.

Тогда наблюдалось возникновение ущерба, как финансового, так и экологического.

Разработки по транспортным проблемам велись уже за 10-20 лет до этого. В результате рассмотрения ученые пришли к выводу, что требуется решение проблемы осуществлять комплексным способом. Требовалось формирование соответствующих моделей и алгоритмов [1, 2].

Просто обеспечить увеличение числа дорог, чтобы были решены проблемы пробок, оказалось недостаточным. Ведь даже если ввести дополнительную дорогу, исходные данные могут привести к тому, что эффективность транспортной сети будет уменьшаться [3].

С чем это было связано? Водители автомобилей стремились к тому, чтобы такой транспортный путь применить с целями оп-

тимизации маршрутов. Это вело к тому, что происходило увеличение времени движения, которое соответствовало всем автомобилистам [4].

Исследователи провели разработки различных практически важных подходов и способов к рассмотрению особенностей моделированию транспортных потоков, чтобы обеспечить процессы оптимального управления в них [5].

Анализ показывает, что в качестве основы по всем предлагаемым решениям можно выделить два раздела, которые есть в прикладной математике – вычислительную гидродинамику и исследование операций.

В гидродинамике осуществляется изучение движения жидкостей и газов. Практическое использование подходов такой науки для соответствующих транспортных задач базируется на том, что потоки машин представляются в виде течений по системам каналов, характеризующихся переменной шириной сжимаемой жидкости. В ней будет падение скоростей течения по мере того, как будет возрастать плотность. Каким образом можно объяснить аналогию? Если будет больше на дороге машин (обеспечивается большая плотность), тогда будет наблюдаться меньшая средняя скорость по потоку [5].

Исследования в гидродинамической сфере проводятся в течение достаточно долгого времени, накоплен различный инструментарий.

В рамках гидродинамического подхода существуют возможности для того, чтобы реализовать краткосрочные расчёты потоков. В качестве примера можно привести

Львович Яков Евсеевич – Воронежский государственный технический университет, профессор, e-mail: office@vvt.ru.

Преображенский Юрий Петрович – Воронежский институт высоких технологий, профессор, e-mail: petrovich@vvt.ru.

Ружицкий Евгений – Панъевропейский университет, канд. техн. наук, доцент, e-mail: rush_evg_br53@yandex.ru.

оптимальное управление в светофорной сигнализации [6].

Также есть подход, который базируется на теории игр и элементах теории макросистем. Если есть долгосрочное планирование, то такой подход рассматривается как эффективный.

Может рассматриваться возможность применения теории игр для каждого из участников движения. Они стремятся к минимизации своих затрат. Такие затраты могут быть разными – временными, денежными и др.

Исследователями было показано, что подобная игра будет приводить к равновесному состоянию. В таких случаях ни одним из участников не будут уменьшены его затраты за счет изменения стратегии односторонним образом [7].

При этом, как показывает анализ, равновесное состояние, в большинстве случаев, не соответствует социальному оптимуму, в котором значения суммарных потерь по всем участникам движений будут минимальными [8].

Поэтому цель, связанная с оптимизацией управления в транспортных потоках, будет направлена на то, чтобы обеспечить достижение ситуации, которая будет близка к социальному оптимуму.

В качестве одного из ключевых подходов борьбы с пробками можно считать проведение оптимальных расщеплений транспортных потоков на частный и общественный транспорт. Далее будет оптимизироваться каждый из тех потоков, который выделен [9].

Инструменты, позволяющие осуществлять оптимизацию, могут быть разные. Например, можно регулировать стоимость проезда внутри общественного транспорта и характеристики интенсивности его движения, вводить выделенные полосы по общественному транспорту, вводить платные дороги и платные парковки по частному транспорту.

Исследователи показали, что существуют возможности для того, чтобы осуществить взимание платы за то, чтобы проезжать по участкам дорог таким образом, чтобы была достигнута ситуация социального оптимума [10].

В существующих условиях возникли новые возможности для того, чтобы изучать различные транспортные сети.

Существуют перспективы для того, чтобы осуществить получение в режимах реального времени информацию относительно каждого из автомобилей. Важно, чтобы подобная информация обрабатывалась соответствующим образом [11].

Должна быть обеспечена полнота обработки, чтобы мы могли ее применять для того, чтобы решать самые разные транспортные проблемы. Это касается, например, процессов управления дорожными ситуациями, или проведения перспективного планирования.

Проведение работы с большими массивами данных определяет необходимость разных современных математических подходов.

Чтобы применять такой инструментальный эффективным образом, важно обеспечить выбор математических моделей, позволяющих проводить описание различных явлений в анализируемой предметной области. Когда выбирается математическая модель, тогда мы можем говорить об искусстве.

Оно, требует от исследователей соответствующей квалификации, знаний математического аппарата.

Проведение разработок подходов по работе с большими объемами данных дает возможности для того, чтобы не только проводить моделирование транспортных потоков. Также решаются, задачи в смежных областях [12].

Для того, чтобы определять объемы загрузки различных дорожных направлений, требуется ориентироваться на такие правила, с учетом которых водителями будет выбираться какой-то из маршрутов следования. Можно указать две ключевые ситуации.

Они демонстрируют первый и второй принцип Вардропа.

1) Пользователями транспортных средств независимым образом друг от друга проводился выбор маршрутов движения, с учетом того, что должны быть использованы минимальные транспортные расходы.

2) Пользователями транспортных средств осуществляется выбор маршрутов движения, при этом ориентация происходит относительно минимизации в общем по транспортным расходам в сети.

В первом случае исходим из того, что пользователи информированы относительно ситуации в транспортной сети. Также

учитываются малые траты каждого из участников при движении по маршрутам.

Вывод. Анализ показал, что определение оптимальных движений в транспортной сети должно базироваться на методах моделирования, оптимизации, принятия решений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Львович Я. Е. Разработка оптимизационной модели системы предоставления распределенных транспортных услуг / Я. Е. Львович, А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский // International Journal of Advanced Studies. – 2022. – Т. 12. – № 1-2. – С. 24-33.

2. Львович Я. Е. Особенности создания информационной базы в ходе рассмотрения транспортной системы / Я. Е. Львович, А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский // International Journal of Advanced Studies. – 2022. – Т. 12. – № 1-2. – С. 34-42.

3. Львович Я. Е. О системе оценки маршрутов перевозок продуктового предприятия / Я. Е. Львович, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // International Journal of Advanced Studies. – 2021. – Т. 11. – № 1-1. – С. 14-24.

4. Львович Я. Е. Оптимизация структуры и функционирования комплексного транспортного предприятия / Я. Е. Львович, А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский // International Journal of Advanced Studies. – 2021. – Т. 11. – № 3. – С. 89-98.

5. Львович Я. Е. Характеристики управления развитием персонала в транспортной компании / Я. Е. Львович, А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский // International Journal of Advanced Studies. – 2021. – Т. 11. – № 3. – С. 99-107.

6. Львович Я. Е. Исследование возможностей развития транспортной системы в регионе / Я. Е. Львович, А. П. Преображен-

ский, Ю. П. Преображенский // International Journal of Advanced Studies. – 2021. – Т. 11. – № 4. – С. 83-91.

7. Львович Я. Е. Алгоритмизация управления некоторыми ресурсами в системе перевозок / Я. Е. Львович, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // International Journal of Advanced Studies. – 2020. – Т. 10. – № 2. – С. 29-37.

8. Львович Я. Е. Об оптимизации системы перевозок на основе мониторинговой информации / Я. Е. Львович, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // International Journal of Advanced Studies. – 2020. – Т. 10. – № 2. – С. 38-47.

9. Львович Я. Е. Алгоритмизация рационального использования ресурсов в системе перевозок / Я. Е. Львович, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // International Journal of Advanced Studies. – 2020. – Т. 10. – № 3. – С. 137-144.

10. Львович Я. Е. Применение методов моделирования и оптимизации информационных структур для управления транспортными предприятиями / Я. Е. Львович, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // International Journal of Advanced Studies. – 2020. – Т. 10. – № 3. – С. 145-156.

11. Львович Я. Е. О возможности прогнозирования систем перевозок в регионе / Я. Е. Львович, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // International Journal of Advanced Studies. – 2020. – Т. 10. – № 4. – С. 170-178.

12. Львович Я. Е. О системе оценки качества работы транспортного предприятия для управления его функционированием / Я. Е. Львович, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // International Journal of Advanced Studies. – 2020. – Т. 10. – № 4. – С. 179-188.

THE PROBLEMS OF MODELING TRANSPORT STREAMS

© 2022 Ya. E. Lvovich, Yu. P. Preobrazhensky, E. Ruzhitsky

Voronezh State Technical University (Voronezh, Russia)
Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)
Pan-European University (Bratislava, Slovakia)

The paper discusses some issues related to the modeling of traffic flows. It was found that as a basis for all the proposed solutions, two sections can be distinguished that are in applied mathematics – computational fluid dynamics and operations research. The possibility of using game theory is shown. The first and second principles of Wardrop were given.

Keywords: transport, routing, topology, algorithm, traffic flow.