УДК 656

К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

♦♦♦♦♦

ON THE ISSUE OF TRAFFIC FLOW MODELING

Котенкова И.Н.
Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Козадерова А.Д.
Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрена актуальность моделирования транспортных потоков в городских условиях. Авторами проанализированы различные методы моделирования и приведены примеры их реализации на участках улично-дорожной сети с целью совершенствования организации дорожного движения на данных участках в соответствии с интенсивностью и составом транспортного потока, а также при необходимости ввода приоритетного движения маршрутного пассажирского транспорта.

Ключевые слова: городской пассажирский транспорт, дорожное движение, транспортный поток, улично-дорожная сеть, загрузка, интенсивность.

Kotenkova I.N.
Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru

Kozaderova A.D.
Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru

Annotation. The article considers the relevance of modeling traffic flows in urban conditions. The authors analyzed various modeling methods and provided examples of their implementation on sections of the road network in order to improve the organization of traffic in these sections in accordance with the intensity and composition of traffic flow, as well as, if necessary, the introduction of priority movement of scheduled passenger transport.

Keywords: urban passenger transport, traffic, traffic flow, road network, load, intensity.

Вопросы организации движения маршрутного пассажирского транспорта приобретают всю большую актуальность, с учетом систематического возрастания уровня автомобилизации.

Интенсивность движения транспортного потока в пиковые отрезки времени приближается к значению пропускной способности, что способствует созданию заторовых ситуаций. В таких условиях наиболее эффективной мерой является уменьшение интенсивности движения легковых автомобилей путем увеличения популяризации маршрутного пассажирского транспорта. Для повышения привлекательности транспорта общего пользования необходимо обеспечить скорость его передвижения, превышающую или соответствующую скорости движения легкового автотранспорта.

В этих целях необходимо обеспечение приоритета маршрутного пассажирского транспорта при движении по улично-дорожной сети.

Оптимальным способом определения параметров движения маршрутного транспорта является моделирование.

Моделирование и симуляция позволяют создать математические или компьютерные модели для анализа и оценки условий движения городского пассажирского транспорта. Модели могут включать в себя различные параметры, такие как потоки транспорта, расписание, остановки и др. Симуляция позволяет проводить различные эксперименты для оценки эффективности различных мероприятий и изменений в системе транспорта.

Для построения эффективной модели необходимо использовать методики анализа дорожных условий и условий движения, которые позволят определить и обеспечить приоритетные условия для городского пассажирского транспорта, с целью повышения эффективности и комфорта его функционирования, улучшения транспортной доступности и снижения задержек в движении.

Так же целесообразно использовать оптимизацию трафика, что позволяет исследовать различные сценарии организации движения, чтобы найти оптимальные решения, минимизирующие задержки, заторы, интенсивность трафика и т.д. Планирование расписания может помочь в разработке оптимальных расписаний движения транспортных средств для обеспечения эффективного обслуживания пассажиров. Прогнозирование спроса может помочь в прогнозировании не только количества пассажиров, но и потребности в транспорте в разные периоды времени, что поможет в планировании маршрутов и

выборе оптимальной вместимости транспортных средств. Оптимизация затрат может помочь в анализе и оптимизации затрат на пассажирский транспорт, включая определение оптимального числа транспортных средств и определение экономической эффективности изменений в транспортной системе. Все эти подходы и цели моделирования движения городского пассажирского транспорта в целом направлены на повышение эффективности, безопасности и комфортности пассажирского транспорта и приводят к более устойчивой и удовлетворительной транспортной системе для городских жителей.

Имитационное моделирование позволяет создавать математические или компьютерные модели для анализа и оценки условий движения городского пассажирского транспорта. Модели основаны на различных параметрах транспортных потоков, расписании движения городского пассажирского транспорта, расположении остановок маршрутного транспорта и т.д. Моделирование позволяет проводить различные эксперименты для оценки эффективности различных мероприятий и изменений в транспортной системе.

В ходе моделирования планируется оптимизация дорожного движения, которая предусматривает различные сценарии организации дорожного движения с целью поиска оптимальных решений, снижающих задержки, заторы, интенсивность движения и т.д. Планирование маршрута необходимо для разработки оптимальной стратегии эффективного обслуживания пассажиров. Прогнозы спроса дают возможность спрогнозировать не только пассажиропоток, но и потребность в перевозках в разные периоды, что необходимо для планирования маршрутов и выбора оптимальных характеристик подвижного состава. Все эти направления моделирования движения городского пассажирского транспорта направлены на повышение эффективности, безопасности и комфорта пассажирских перевозок, что приводит к созданию более устойчивой и удовлетворяющей потребности пассажиров транспортной системы.

Моделирование движения городского пассажирского транспорта имеет различные цели и может осуществляться разными способами. Вот несколько из них:

1. Симуляционное моделирование: В этом случае создается компьютерная модель, которая имитирует движение транспортных средств и пассажиров на основе заданных параметров. Этот подход позволяет изучить различные варианты организации транспортной системы, такие как расписание движения, маршруты, количество транспортных средств и другие факторы, влияющие на эффективность и комфортность пассажирского транспорта.

Рисунок 1 – Пример симуляционного моделирования

2. Статистическое моделирование: Этот подход основан на использовании данных о движении транспорта, собранных из различных источников, таких как GPS-трекеры, системы учета оплаты проезда и другие средства контроля. Статистическая модель позволяет анализировать и предсказывать движение транспортных средств с учетом различных факторов, таких как время суток, день недели, сезонность и другие.

3. Математическое моделирование: Этот способ представляет собой использование формальных математических моделей, основанных на физических и экономических законах, для описания и анализа движения пассажирского транспорта. Такие модели могут включать в себя уравнения, описывающие движение транспортных средств, скорость, загруженность и другие параметры.

Имя: Прикубанский округ

База | Примыкания | Спрос | СлоиСпр | Опр. пользов. атр.

Количество: 8	СегСпр	Движение из источника	Движение в цель
1	Bicycle Bicycle	0	0
2	C Car	8030.000	8813.000
3	X OT	0	0
4			
5	Суммы:		
6	ИТ [ТС]	8030.000	8813.000
7	ОТ [чел]	0.000	0.000
8	ИТ+ОТ [чел]	8030.000	8813.000

Рисунок 2 – Пример статистического моделирования (матрица корреспонденций)

Методы оценки существующих матриц корреспонденций предлагается классифицировать следующим образом:

– методы, основанные на моделировании распределения транспортных потоков (Traffic modeling based approaches);

– статистические методы (Statistical Interference approaches);

– градиентный метод (Gradient based solution techniques).

Пример математического моделирования матрицы корреспонденций. В наиболее общем виде модель обновления матрицы корреспонденций формулируется как:

$$\min F(g,v) = \gamma_1 F_1(g,\hat{g}) + \gamma_2 F_2(v,\bar{v}),$$
$$v, g \geq 0, v = assign(g),$$

где g – новая матрица корреспонденций; g’ – матрица корреспонденций, полученная по результатам предшествующих исследований; v, v' – вектора значений наблюдаемых потоков – новый и прежний; F_1, F_2 – некоторые меры расстояния, например, евклидова норма, или минимум информации (максимум энтропии); assign(g) – распределение потоков v по сети, разделяющее матрицу корреспонденций gij на потоки, следующие разными маршрутами.

Рассмотрим пример моделирования транспортных потоков на участке улично-дорожной сети г. Краснодара, а именно, пересечение улиц Зиповская и Ростовское шоссе (рис. 3). Существующая схема организации движения представлена на рисунке 4.

Рисунок 3 – ул. Зиповская – ул. Ростовское шоссе

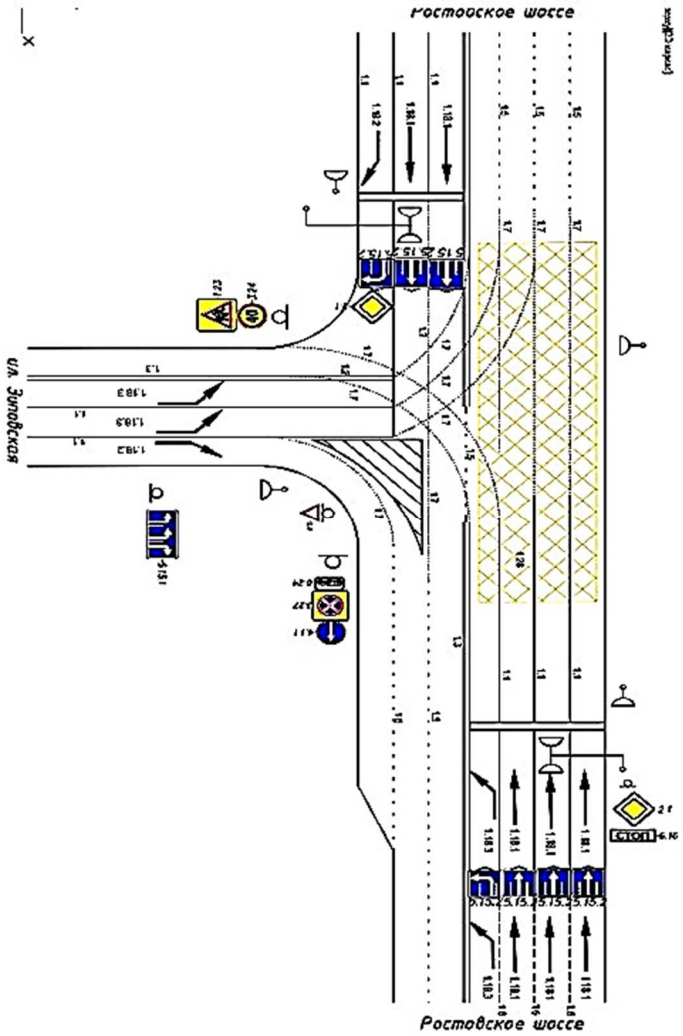

Рисунок 4 – Схема организации движения на ул. Зиповская – ул. Ростовское шоссе

Сначала проведем графический анализ интенсивности транспортных потоков на данном участке (рис. 5).

Затем построим имитационную модель транспортных потоков (рис. 6).

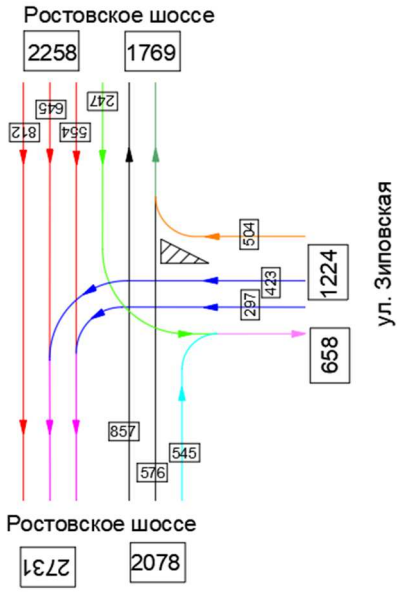

Рисунок 5 – Картограмма интенсивности транспортных потоков на рассматриваемом участке

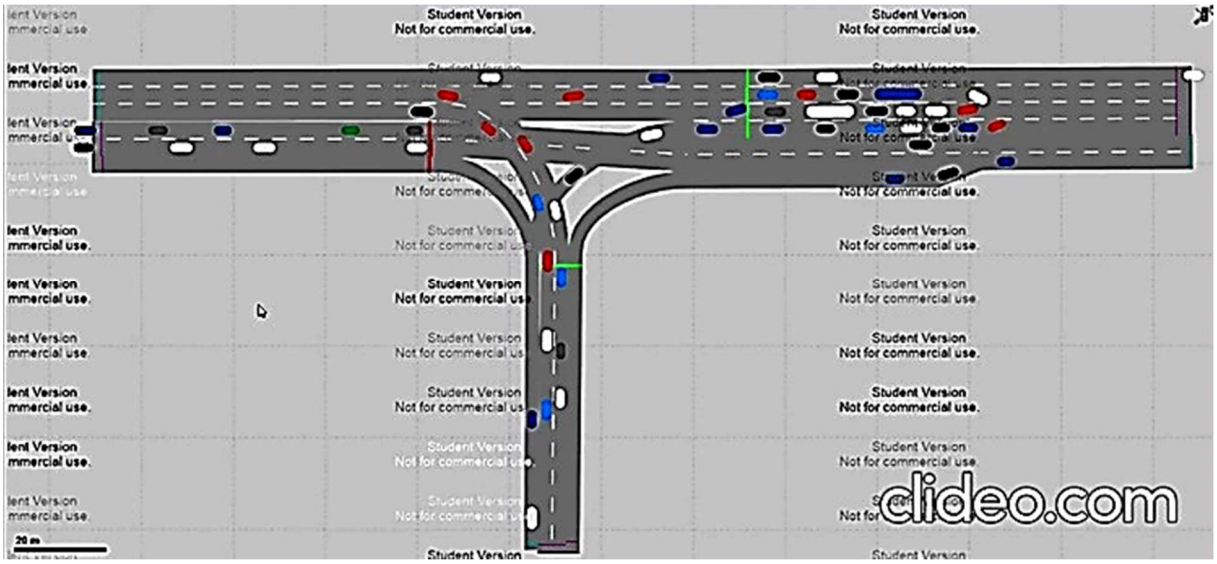

Рисунок 6 – Имитационная модель транспортных потоков

Далее, для определения оптимальных характеристик транспортного потока и обеспечения приемлемого уровня загрузки улично-дорожной сети можно изменять схему организации дорожного движения, в том числе и с учетом приоритетного движения маршрутного пассажирского транспорта, и аналогичным образом моделировать транспортные потоки после реализации предлагаемых мероприятий.

При этом эффективность предлагаемых мероприятий можно оценить посредством макромоделирования, охватывающего несколько участков улично-дорожной сети (рис. 7).

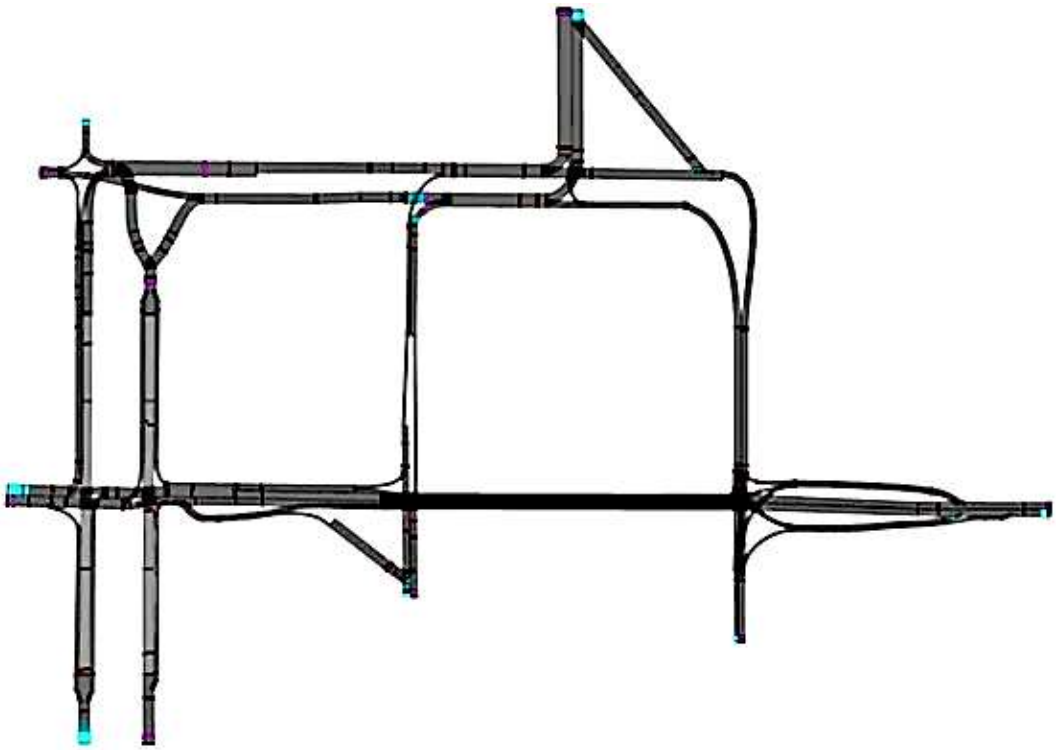

Рисунок 7 – Пример построения макромодели транспортных потоков

Таким образом, можем сделать вывод, что различные методы моделирования, на разных уровнях (микро- и макро-моделирование) позволяют определить оптимальный режим движения транспортных потоков, обеспечить эффективное распределение

транспортных потоков на улично-дорожной сети, в том числе при обеспечении приоритетного движения маршрутного пассажирского транспорта.

Литература

1. Организация движения : учеб. пособие / Т.В. Коновалова [и др.]. – Краснодар, 2023.
2. Надирян С.Л. Методика оптимизации численности автотранспортных средств, обслуживающих регулярные маршруты городского пассажирского транспорта : дис. … на соискание ученой степени кандидата технических наук / Надирян София Левоновна. – 2024. – 140 с.
3. Оптимизация численности автотранспортных средств, обслуживающих регулярные маршруты городских агломераций : монография / Д.А. Дрючин [и др.]; ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2024. – 178 с.
4. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса :учеб. пособие / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2024. – 256
5. Надирян С.Л. Программа расчёта себестоимости перевозки пассажиров по муниципальным маршрутам регулярных перевозок / С.Л. Надирян, Д.А. Дрючин, В.И. Рассоха // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023668943, 06.09.2023. Заявка № 2023667650 от 25.08.2023.
6. Программа расчета технико-экономических показателей работы автобусов на регулярном маршруте городского пассажирского транспорта при обеспечении оптимальной наполняемости салона / С.Л.Надирян [и др.]. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024619554, 24.04.2024. Заявка от 18.04.2024.
7. Программа расчета численности транспортных средств, обслуживающих регулярный маршрут городского пассажирского транспорта при обеспечении оптимальной наполняемости салона / С.Л. Надирян [и др.]. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024660023, 02.05.2024. Заявка от 18.04.2024.

References

1. Traffic organization : textbook / T.V. Konovalova [et al.]. – Krasnodar, 2023.
2. Nadiryan S.L. Methodology for optimizing the number of vehicles serving regular urban passenger transport routes : dis. … for degree of candidate of technical sciences / Nadiryan Sofia Levonovna. – 2024. – 140 p.
3. Optimization of the number of vehicles serving regular routes of urban agglomerations: monograph / D.A. Dryuchin [и др.]; FSBEI HE «Orenburg State University», FSBEI HE «Kuban State Technological University». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2024. – 178 p.
4. Konovalova T.V. Organization of transportation services and safety of the transport process : textbook. manual / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, I.N. Kotenkova. – Krasnodar : Publ. FGBOU VO «KubSTU», 2024. – 256 p.
5. Nadiryan S.L. Program for calculating the cost of passenger transportation on municipal routes of regular transportation / S.L. Nadiryan, D.A. Dryuchin, V.I. Rassokha // Certificate of registration of the computer program RU 2023668943, 09/06/2023. Application № 2023667650 dated 08/25/2023.
6. Program for calculating the technical and economic indicators of bus operation on a regular route of urban passenger transport while ensuring optimal occupancy of the cabin / S.L. Nadiryan [et al.] // Certificate of registration of the computer program RU 2024619554, 24.04.2024. Application dated 18.04.2024.
7. Program for calculating the number of vehicles serving a regular urban passenger transport route while ensuring optimal occupancy of the cabin / S.L. Nadiryan [et al.] // Certificate of registration of the computer program RU 2024660023, 02.05.2024. Application dated 18.04.2024.