

о моделируемой системе, что позволяет определить примерное поведение системы в реальности.

Источники

1. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Особенности моделирования логистических систем / International Journal of Advanced Studies. 2019. Т.9. №4. С.27-31.
2. Шамлицкий Я. И., Охота А. С., Мироненко С. Н. Моделирование транспортных потоков в среде AnyLogic / Программные продукты и системы. 2018. № 3. С. 632–635.
3. Рочева О.А., Зарипова Р.С., Морозова И.Г., Хамидуллина Ф.Р. Конкурентоспособность транспортных коридоров России в системе международных транспортных коридоров / International Journal of Advanced Studies. 2021. Т. 11. № 1. С. 7-16.
4. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Разработка системы приема и обработки заявок для дорожного предприятия / Наука Красноярья. 2020. Т. 9. № 3-4. С. 183-187.
5. Зарипова Р.С., Рочева О.А., Хамидуллина Ф.Р., Арбузова М.В. Внедрение цифровых технологий как фактор повышения эффективности работы транспортно-логистических систем / International Journal of Advanced Studies. 2021. Т. 11. № 2. С. 100-114.

УДК 004.8

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА ПЛОТНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Римма Солтановна Зарипова¹, Диана Раилевна Юсупова²

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹zarim@rambler.ru

Аннотация: статья посвящена исследованию возможностей применения имитационного моделирования для анализа автотранспортных сетей и выявлению проблемных участков для дальнейшей оптимизации автотранспортных потоков вблизи объектов городской инфраструктуры.

Ключевые слова: имитационное моделирование, транспортные потоки, автотранспорт, точки притяжения, инфраструктура, математическая модель.

SIMULATION MODELLING AS A TOOL FOR ANALYSING TRAFFIC DENSITY

Rimma Soltanovna Zaripova¹, Diana Railevna Yusupova²

^{1,2}KSPEU, Kazan

¹zarim@rambler.ru

Abstract: the paper is devoted to researching the possibilities of using simulation modeling for analyzing motor transport networks and detection of its problem parts for further optimization of motor transport flows near urban infrastructure objects.

Key words: simulation modeling, traffic flows, motor transport, points of attraction, infrastructure, mathematical model.

В настоящее время остро стоит проблема управления транспортными потоками в больших городах. Стремительное увеличение количества автотранспорта привело к значительной перегрузке городских дорожных сетей, особенно вблизи объектов инфраструктуры: торгово-офисных зданий, жилых массивов, объектов образования и здравоохранения, а также к пробкам, затруднению движения пешеходов, увеличению количества аварий и т.д. [1]

Имитационное моделирование позволяет оценить влияние типа пересечения дорог на пропускную способность; спроектировать, протестировать и оценить влияние режима работы светофора на характер транспортного потока; проанализировать возможности предоставления приоритета общественному транспорту; смоделировать плановые дорожные работы; провести детальную имитацию движения каждого участника движения; смоделировать остановки общественного транспорта; рассчитать аналитические показатели, построить графики показателей транспортного потока [2].

Целью моделирования является системный анализ, прогнозы воздействий и модельная подготовка решений, которые принимаются в реальном мире. Модели транспортных потоков могут классифицироваться на четыре уровня детализации транспортного потока: макро-, мезо- и микроскопические модели.

Макромоделирование описывает движение транспортных средств как физического потока без учета транспортных средств. Микромоделирование предполагает максимально подробное моделирование объектов реального мира, где требуется описание отдельных транспортных средств и их взаимодействия. Для построения микромоделей используют программный комплекс «Aimsun». Пример моделирования в «Aimsun» показан на рис. 1. В

мезоскопических моделях транспортные средства описываются на микро-, а их поведение и взаимодействие – на макроуровне. Для построения микромоделей используют программный комплекс «Dynaquest». Пример моделирования в «Dynaquest» показан на рис. 2. Для исследования транспортных потоков в условиях мегаполиса целесообразно рассматривать транспортную сеть в макроуровне [3].

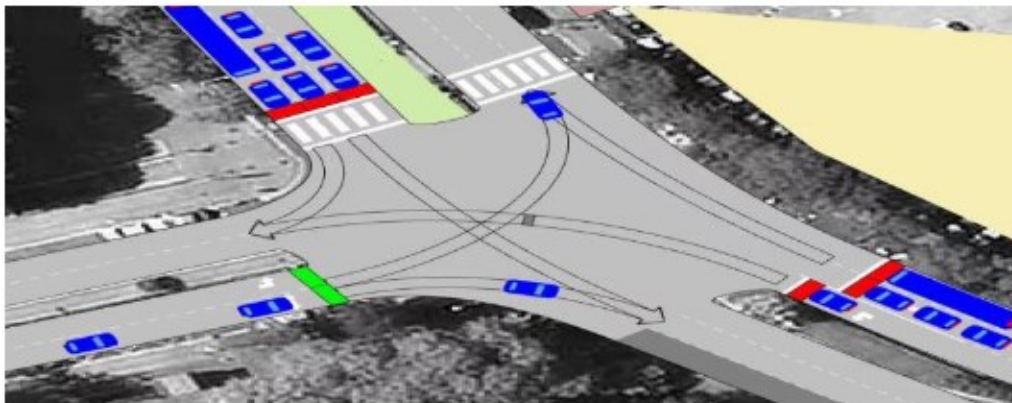


Рис. 1. Пример имитационного моделирования в программе «Aimsun»

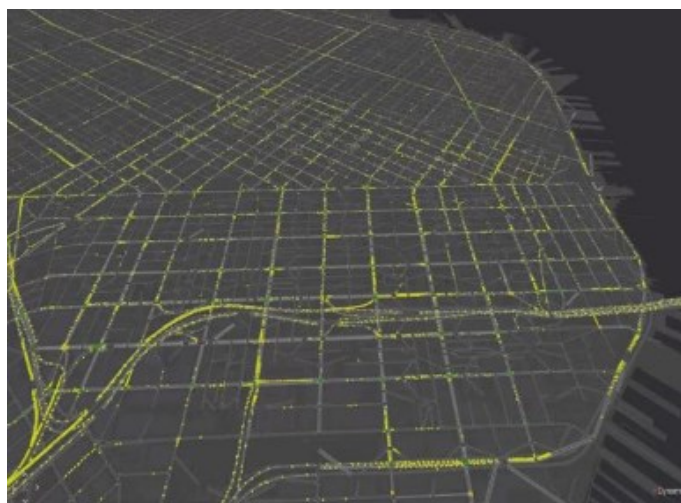


Рис. 2. Пример имитационного моделирования в программе «Dynaquest»

Программы имитационного моделирования являются эффективным инструментом, который широко используется при анализе плотности транспортных потоков и проектировании транспортных систем. Их использование позволяет проводить масштабные эксперименты в виртуальной среде, а не в реальных дорожных условиях [4].

Процесс имитационного моделирования происходит в несколько этапов: формулирование проблемы и планирование операций; сбор данных и

формирование модели; контроль адекватности модели; перевод модели в форму компьютерной программы; тестирование компьютерной модели; выработка проектных решений по преобразованию гипотез в формат вычислительных экспериментов; проведение имитационных компьютерных экспериментов и анализ результатов.

Актуальность исследования заключается в том, что на данный момент в городе Казань наблюдается высокий уровень притяжения транспортных потоков к объектам городской инфраструктуры, а также имеются участки «бутылочного горлышка». Вследствие чего на определенных участках наблюдается высокая плотность потока, которая становится причиной образования заторов. Статистические данные о пробках за последние 6 месяцев показывают, что в будние дни уровень загрузки транспортной сети в среднем составляет 40,4%, а по понедельникам значение может достигать 70-73%.

Сложность анализа и прогнозирования транспортных систем заключается в стохастичности транспортного потока, так как его характеристики допускают прогнозирование только с определенной вероятностью; невозможности полной управляемости потока; зависимости характеристик потока от времени суток, дня недели, времени года и погодных условий; отсутствии возможности проведения масштабных экспериментов на реальной транспортной системе [5].

Перечисленные факторы затрудняют построение адекватных аналитических моделей транспортных систем и, следовательно, их дальнейшую оптимизацию. Имитационное моделирование позволяет менять характеристики системы, проводить эксперименты, не прибегая к реальным объектам системы, и получать результаты с высокой точностью.

Источники

1. Басаргин В.Я., Зарипова Р.С., Пырнова О.А. Влияние цифровых технологий на урбанизацию // «Цифровая культура открытых городов»: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Екатеринбург. 2018. С. 13-15
2. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Особенности моделирования логистических систем / International Journal of Advanced Studies. 2019. Т.9. №4. С.27-31.
3. Рочева О.А., Зарипова Р.С., Морозова И.Г., Хамидуллина Ф.Р. Конкурентоспособность транспортных коридоров России в системе

международных транспортных коридоров / International Journal of Advanced Studies. 2021. Т. 11. № 1. С. 7-16.

4. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Разработка системы приема и обработки заявок для дорожного предприятия / Наука Красноярья. 2020. Т. 9. № 3-4. С. 183-187.

5. Зарипова Р.С., Рочева О.А., Хамидуллина Ф.Р., Арбузова М.В. Внедрение цифровых технологий как фактор повышения эффективности работы транспортно-логистических систем. / International Journal of Advanced Studies. 2021. Т. 11. № 2. С. 100-114.

6. Программное обеспечение системного анализа сложноструктурированных промышленных комплексов при разработке энергосберегающих мероприятий. Плотникова Л.В., Торкунова Ю.В. Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2022. Т. 14. № 1 (53). С. 140-154.

УДК 004.85: 629.07

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧАХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

Азат Назипович Хуснутдинов¹, Павел Сергеевич Лазарев²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹khusnutdinov.an.kgeu@mail.ru, ²pavel.lazareb@mail.ru

Аннотация: в статье рассматривается применение интеллектуальных систем в решении задач транспортной отрасли. Определены проблемы и типы ошибок при разработке интеллектуальных транспортных систем. Приведены структура интеллектуальной информационной системы и примеры решаемых интеллектуальными системами задач.

Ключевые слова: электрический транспорт, машинное обучение, интеллектуальные системы, архитектура программного обеспечения.

APPLICATIONS OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS IN THE PROBLEMS OF ELECTRIC TRANSPORT

Azat Nazipovich Khusnutdinov¹, Pavel Sergeevich Lazarev²

^{1,2}KSPEU, Kazan

¹khusnutdinov.an.kgeu@mail.ru, ²pavel.lazareb@mail.ru