

Решение транспортных задач с помощью имитационного моделирования Рудин Р. Ю.

*Рудин Руслан Юрьевич / Rudin Ruslan Yuryevich – магистрант,
специальность: интеллектуальные технологии в управлении техническими системами,
факультет магистерской подготовки и профориентации,
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, Республика Беларусь*

Аннотация: *в связи с основными проблемами городской транспортной системы: рост уровня автомобилизации населения, увеличение интенсивности использования индивидуального транспорта, диспропорция между уровнем автомобилизации и темпами дорожного строительства, несоответствие пропускной способности улично-дорожной сети реальному спросу на транспортные услуги и т. п., с каждым днем все более актуальнее становится решение задач, отвечающих на следующие вопросы: какой эффект даст та или иная модернизация элемента улично-дорожной сети; как изменение в организации дорожного движения может повлиять на аварийность и пропускную способность узла или группы узлов. Составление объективных прогнозов транспортной ситуации в зависимости от внешних и внутренних изменений, анализ и подготовка рекомендаций для инвестиционных проектов в области инфраструктуры, на результатах имитационного моделирования параметров транспортного потока. Анализ научных исследований и литературных источников показал, что существует достаточно большой спектр действий по разрешению транспортных проблем. К ним относятся: совершенствование технико-эксплуатационных показателей отдельных элементов улично-дорожной сети, систем управления дорожным движением и отдельных систем транспорта и т. п. Однако эти действия не позволяют эффективно использовать данные мониторинга дорожного движения, принимать обоснованные решения по реализации различных мероприятий по организации дорожного движения, а также принимать научно обоснованные решения на этапе проектирования. Моделирование транспортных процессов позволит значительно повысить эффективность деятельности по управлению дорожным движением, а, следовательно, уменьшить негативные аспекты автомобилизации.*

Ключевые слова: *моделирование, инфраструктура, транспорт, транспортные проблемы, автомобилизация.*

Автомобилизация наряду с положительным влиянием на экономику и социальное развитие несет в себе и отрицательные последствия, связанные с большим числом дорожно-транспортных происшествий, погибших и раненых, огромным материальным ущербом, негативным влиянием на экологическое состояние городской среды, загромождением улиц стоящими автомобилями, транспортными заторами и резким снижением скоростей движения. Уменьшить негативные последствия автомобилизации можно правильной организацией дорожного движения, под которой обычно понимается комплекс инженерных и организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности движения транспортных и пешеходных потоков, а также повышение пропускной способности дорог [2].

Современный опыт организации дорожного движения крупных городов предлагает достаточно большой спектр действий по разрешению транспортных проблем. К ним относятся: совершенствование технико-эксплуатационных показателей отдельных элементов улично-дорожной сети, систем управления дорожным движением и отдельных систем транспорта; строительство многоярусных паркингов при одновременной ликвидации неорганизованных автостоянок на проезжей части улично-дорожной сети; введение различного рода ограничений на въезд в центральную часть города и т. п.) [4].

Одним из инструментов для эффективного решения проблем в данной области является транспортное моделирование. Транспортное моделирование - это апробированная временем передовая технология, которая открывает новые возможности интеллектуального стратегического видения для планирования и развития транспортных систем городов, регионов и целых стран [1].

Особое внимание в системе управления дорожным движением уделяется транспортному потоку, состоящему из транспортных средств (автомобилей, мотоциклов, трамваев, автобусов и др). Анализ дорожной ситуации является довольно трудоёмким мероприятием, т. к. система включает в себя большое количество факторов, не все из которых могут быть легко учтены при тщательном описании сложившейся ситуации. Кроме технического фактора, дорожная система включает в себя также и социальный, что определяет её специфику и делает управление довольно проблематичным [3].

Опыт многих крупных мегаполисов мира показывает, что строительство новых и реконструкция существующих магистралей и дорог при постоянном росте количества транспортных средств не позволяют полностью сократить разницу между пропускной способностью УДС и уровнем спроса на автомобильные перевозки, т. к. ввод в действие нового участка магистрали приводит к резкому росту осуществляемых по ней перевозок. В целом ряде случаев в международной практике проблема

перегруженности городских дорог решается за счет повышения эффективности управления дорожным движением, в том числе благодаря внедрению и развитию современных интеллектуальных транспортных систем (ИТС), способных обеспечить управление дорожным движением на существующей УДС без увеличения плотности дорожной сети. Однако есть более дешевый и не менее действенный метод борьбы с заторами – это создание оптимальной схемы организации дорожного движения путем анализа различных смоделированных схем организации движения [4].

Задачи транспортного моделирования:

- В масштабе городской агломерации, как правило, требуется решение задач и получение ответов на следующие вопросы: как изменится функционирование городской транспортной системы при изменении внешних транспортных связей, например, при строительстве объездной дороги и выводе транзитных потоков за пределы городской территории или при выносе крупных объектов тяготения за городскую черту; каких изменений в транспортной системе города может потребовать строительство нового жилого района или расположение емкого центра тяготения при сохранении транспортных условий на сети; какой эффект может дать развитие автоматизированных систем управления дорожным движением и др.

- На локальном уровне требуется решение задач, отвечающих на следующие вопросы: какой эффект даст та или иная модернизация элемента УДС (перепланировка узла или группы узлов, расширение проезжей части улицы и т. п.); как изменение в организации движения может повлиять на пропускную способность узла или группы узлов (ограничение направлений движения, оптимизация светофорного цикла, изменение условий пересадки пассажиров и т. п.).

Важнейшая цель транспортного моделирования — составление объективных прогнозов транспортной ситуации в зависимости от внешних (социальноэкономических, демографических, природноклиматических) и внутренних (развитие сетей, транспортных систем, подвижного состава и т. п.) изменений, анализ и подготовка рекомендаций для инвестиционных проектов в области инфраструктуры [5].

Традиционно транспортные модели классифицируются по уровню детализации на макроскопические, микроскопические и мезоскопические. Отнесение модели к одному из классов определяет возможные области ее применения.

В мезоскопических моделях отдельные участники дорожного движения представляются на высоком уровне детализации, а их поведение и взаимодействия описываются на низком уровне. Основным применением таких моделей служат области, требующие микроскопического представления участников движения на территориях с большой площадью.

В макроскопических моделях дорожное движение представляется в виде потока частиц. Такие модели оперируют агрегированными данными и позволяют исследовать характеристики дорожного потока на участках большой площади.

В микроскопических моделях транспортные потоки образуются в результате взаимодействия отдельных моделируемых участников дорожного движения. Применение этих моделей обеспечивает в высокой степени точную имитацию динамики и поведения участников дорожного движения [1].

В некоторых странах Европы в 80-х годах прошлого века активно велась разработка подобных программ и методов, которые помогли бы наиболее верно организовать движение, как на отдельных участках улично-дорожной сети, так и в целом городе. Большая часть этих программ направлена на создание микроскопической модели. Для построения дорожных ситуаций, включая транспортные узлы, широко известно около 30 соответствующих средств.

Крайне популярные компьютерные программы на территории Евросоюза это VISSIM, PARAMICS и AIMSUN, созданные для построения моделей дорожных ситуаций на микроуровне. Опишем их основные свойства, указывающие на степень подробности описания моделируемой ситуации и её отдельных единиц, способность пакета работать с другими программами, грамотно и подробно отображать результирующие материалы.

Программа AIMSUN (Transport Simulation System) создана в Испании. Это составная часть имитационной среды GETRAM/AIMSUN, разработанная для построения моделей дорожных ситуаций микроуровня. Этот пакет даёт возможность с высокой степенью точности воспроизвести любую по геометрической сложности дорожную ситуацию благодаря возможности онлайн доступа к существующим цифровым картам. Система способна детализировано показывать поведение каждого транспортного средства в потоке. Такой результат достигается в результате учёта всех известных физических параметров и процессов, имеющих значительное влияние на движение потока в целом и на отдельные его единицы. Программа обеспечивает получение подробных планов, синхронизированных с реальными дорожными ситуациями, а также отвечающих требованиям таких программ как TRANSYT, SYNCHRO и Nema. Вспомогательные инструменты интерфейса позволяют работать с такими системами как C-Regelaar, SCATS, SCOOT. Результат работы системы наглядно воспроизводится в виде анимационных двумерных и трёхмерных объектов [6].

Транспортные средства в данной компьютерной среде движутся по маршрутам, обусловленным

выбранной моделью. Инструменты AIMSUN также позволяют автомобилям изменять изначально выбранные линии маршрутов согласно влиянию дорожных условий и обстановки. Эта опция даёт возможность распределения транспортных потоков эвристическим способом.

PARAMICS (PARAllel MICROscopic Simulation) - комплексный пакет программ, разработанный в Великобритании для построения микромоделей дорожных ситуаций. Программа даёт возможность подробного моделирования перегруженных магистралей, транспортных узлов, регулируемых и нерегулируемых перекрёстков, предоставляет возможность анализа и оптимизации движения транспортного потока. Пакет наиболее используем в Америке и Великобритании [7].

Одним из программных продуктов, связанных с микро моделированием является PTV VISSIM. PTV VISSIM - это микроскопическая модель имитации движения транспортных потоков, включая как индивидуальный транспорт различного состава, так и общественный транспорт. Имитация движения транспорта осуществляется для различных граничных условий, таких как: специализация полос движения, разделение транспортного потока по составу, регулирование светосигнальных установок светофоров, а также определение абсолютных и относительных показателей индивидуального и общественного транспорта. Модель позволяет определять основные показатели транспортного потока и оценивать качество организации движения.

Основные задачи, решаемые с помощью VISSIM:

- выбор оптимальной схемы организации движения на перекрестке и оценка пропускной способности для каждого варианта;
- анализ пропускной способности и движения в зоне остановочных пунктов с учетом приоритета общественного транспорта;
- моделирование и оптимизация работы светофорных объектов;
- прогнозирование «узких» мест в движении и возникновения заторов.

Имитационное моделирование, представляет собой мощный инструмент для оценки и анализа движения транспортных и пешеходных потоков [5].

Имитационное моделирование динамики транспортного потока с использованием компьютерных пакетов значительно упрощает процесс его изучения и контроля. Инструменты позволяют наглядно представить движение каждого отдельного автомобиля в потоке, оценить эффективность принятых решений, направленных на улучшение организации движения.

Основу транспортной системы г. Гомеля составляет улично-дорожная сеть. Согласно данным УГАИ УВД Гомельского облисполкома, уровень автопарка в Гомеле за последние 10 лет увеличился на 40%, а прирост протяженности магистральных улиц составил всего от 5 до 10%.

Крайне низкие объемы дорожного строительства, а также отсутствие оптимального управления транспортными потоками не позволили сформировать в городе, единую логически завершенную сеть магистральных улиц, способную обеспечить пропуск возросших потоков транспорта. Значительное отставание дорожного строительства в городе привело к возникновению транспортных заторов в пиковые часы на пересечении основных улиц города.

Проблемные пересечение улиц в городе формируют транспортные узлы, которые «парализуют» движение в городе, особенно в вечерний час-пик, когда люди после работы хотят быстрее добраться домой. Соответствующие транспортные узлы отрицательно влияют на эмоциональное состояние участников дорожного движения, что в свою очередь может привести к пагубным последствиям.

В целом транспортная система города является сложной системой, параметры функционирования которой сказываются на многих аспектах жизни граждан. Поэтому грамотное управление, возросшим потоком транспорта, должно стать неотъемлемой частью государственного управления. Для успешного развития транспортной инфраструктуры города, необходимо получать государственное финансирование, что будет способствовать развитию научно-технического и инновационного обеспечения системы организации и управления развитием дорожно-транспортного комплекса.

Для повышения пропускной способности улиц внедряются новые способы и средства организации движения транспортных средств и пешеходов. Одним из таких способов является введение адаптивной системы регулирования транспортных потоков предназначена для решения актуальной задачи управления дорожным движением на оживленных перекрестках в условиях максимальной загрузки проезжей части транспортными средствами. Предлагается увеличивать пропускную способность перекрестка за счет непрерывного автоматизированного мониторинга дорожным движением, анализа оперативной обстановки, прогнозирования и предупреждения возможных скоплений транспорта.

В программном продукте PTV Vissim разрабатываем модель исследуемого объекта, а так же параметры адаптивного регулирования светофорным объектом, с помощью данных моделей определяем основные параметры транспортного и пешеходного потока. На основании чего производим экономический расчет эффективности предложенного мероприятия и определяем целесообразность внедрения адаптивного регулирования.

Литература

- 1 *Дрю А.* Теория транспортных потоков и управление ими. Транспорт, 1972. С. 1-424.
- 2 *Хейт Ф.* Математическая теория транспортных потоков. М.: Мир, 1966.
- 3 *Nagel K., Wagner R., Woessler R.* Still flowing: Approaches to traffic flow and traffic jam modeling, January 2, 2003.
- 4 *Лобанов Е. М. и др.* Пропускная способность автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1970.
- 5 *Wiedemann R.* Modelling of RTI-Elements on multi-lane roads. In: Advanced Telematics in Road Transport edited by the Commission of the European Community, DG XIII, Brussels, 1991.
- 6 *Fellendorf M.* VISSIM: A microscopic simulation tool to evaluate actuated signal control including bus priority. *64th ITE Annual Meeting*, 1994.
7. *Dijkstra A. et al.* Do Calculated Conflicts in Microsimulation Model Predict Number of Crashes. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. Vol. 2147. Pp. 105-112, 2010.