
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

И.В. Макарова, Р.Г. Хабибуллин, Э.И. Беляев (Набережные Челны)

Введение

Важнейшим критерием устойчивого развития в мире является достижение стратегического баланса между деятельностью человека и поддержанием воспроизводящих возможностей биосферы [1].

Особенно это важно для регионального развития, т.к. регион является открытой сложной динамической социо-эколого-экономической системой, функционирующей под воздействием внутренних факторов, реализуемых через органы местного самоуправления, и внешних, обусловленных государственной экономической и социальной политикой [2].

Проблема управления транспортной системой города

Значительный рост интенсивности движения на городских улицах влечет за собой ухудшение условий движения, приводит к росту числа дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и пострадавших в них людей, а также резкому ухудшению уровня транспортного обслуживания города в целом. Как показывают исследования, экологические и социальные издержки (затраты, связанные с локальным загрязнением воздуха, дорожно-транспортными происшествиями и пробками) могут достигать 10 и более процентов ВВП региона или страны и значительно превышать суммы, необходимые для инициирования перехода к «зеленой» экономике [3].

Транспорт является той областью, в которой должны использоваться эффективные и экологически безопасные проекты и решения, способные обеспечить устойчивое развитие городской инфраструктуры, сохраняя баланс между комфортными условиями жизни и бережным отношением к природе. Однако меры по оптимизации и управлению транспортной системой города на сегодняшний день основаны на интуитивных и экспертных оценках, которые не несут в себе никакой доказательной базы. Данные меры отстают от развития транспортной системы города и приводят к тому, что:

принимаются транспортные решения, которые носят незавершенный характер и эффективность которых слишком мала;

осуществляется выбор экономически неэффективных приоритетов при составлении планов строительства новых дорожных сетей, реконструкции перекрестков, введения новых маршрутов пассажирского транспорта, проектирования парковок и т.д.

Прогнозировать изменение интенсивности движения автомобильного транспорта на УДС города вследствие реконструкции участков дорог, строительства новых центров притяжения, жилых районов крайне сложно. Необходимо учесть большое число вероятностных параметров. В большинстве случаев реконструкция УДС осуществляется без учета роста интенсивности движения и плотности потоков, вследствие чего такие меры, как расширение участка дорожной сети, строительство новых разворотов, дополнительных полос движения не дают положительного эффекта, а в ряде случаев приводят к ухудшению ситуации на дорогах.

Рост числа автотранспортных средств не учитывается также и при строительстве центров притяжения населения. При строительстве въездов на территорию вновь построенных торговых центров зачастую не учитывается степень загруженности прилегающих участков УДС, что создает проблемы для водителей и пешеходов, ведет к росту числа ДТП, вероятности возникновения пробок.

Интеллектуальная транспортная система

Все это образует комплекс проблем, затрудняющих функционирование транспортной системы города. Комплексное решение указанных проблем может обеспечить использование интеллектуальной транспортной системы с использованием имитационного моделирования, учитывающей различные характеристики УДС [4]. Исследование с использованием предлагаемой системы можно проводить в нескольких направлениях:

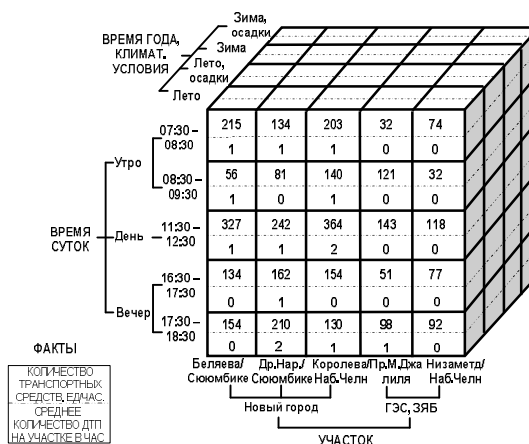
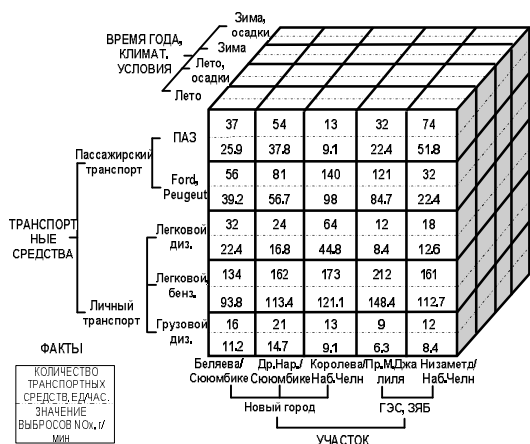
1. Анализ реальных ситуаций, возникающих на УДС (например, авария, уборочные работы) на имитационной модели с учетом средней скорости движения и плотности транспортного потока, времени ожидания в очередях.
2. Поиск оптимального решения задач управления движением с выбором изменяемых параметров (таких как время переключения светофоров, количество полос движения и др.).
3. Прогнозирование влияния изменения топологии УДС (строительство объездных дорог, изменение типов перекрестков и т.д.) на важные характеристики транспортного потока.
4. Борьба с пробками на дорогах.

Основу предлагаемой системы составляет многомерная модель данных (OLAP-куб) (рис. 1–2).

Многомерная интеллектуальная модель данных установлена в центре управления дорожной ситуацией и служит для сбора, хранения и формализации параметров дорожной сети.

Измерениями аналитического куба являются:

1. Модель, марка и тип двигателя автомобиля.
2. Время года.
3. Время суток.
4. Средний срок использования проезжающих автомобилей.
5. Интенсивность движения.
6. Направление движения.
7. Средняя скорость потока.
8. Длина пробок и количество остановок.
9. Общее количество автомобилей, проезжающих за час.
10. Значение выбросов в атмосферу (CO, NOx и т.д.).
11. Количество ДТП за исследуемый период.



Для корректного воспроизведения в модели реальных ситуаций необходима оперативная информация, которая поступает в Центр управления в режиме реального времени из различных источников: с серверов муниципальных предприятий, с оборудования для оперативного мониторинга дорожной ситуации (GPS/Глонасс-устройств).

Хранение информации в виде OLAP-куба и последующая ее обработка позволят с высокой точностью оценить динамику параметров УДС по разным измерениям (количество транспортных средств, участок дороги, время года, средняя скорость, наличие светофора и т.д.). На следующем этапе пакеты формализованных данных передаются в систему имитационного моделирования для изменения параметров модели (рис. 3). Таким образом, имитационная модель позволяет учитывать ежеминутное изменение ситуации на дорогах, что необходимо для оценки принятых мер.

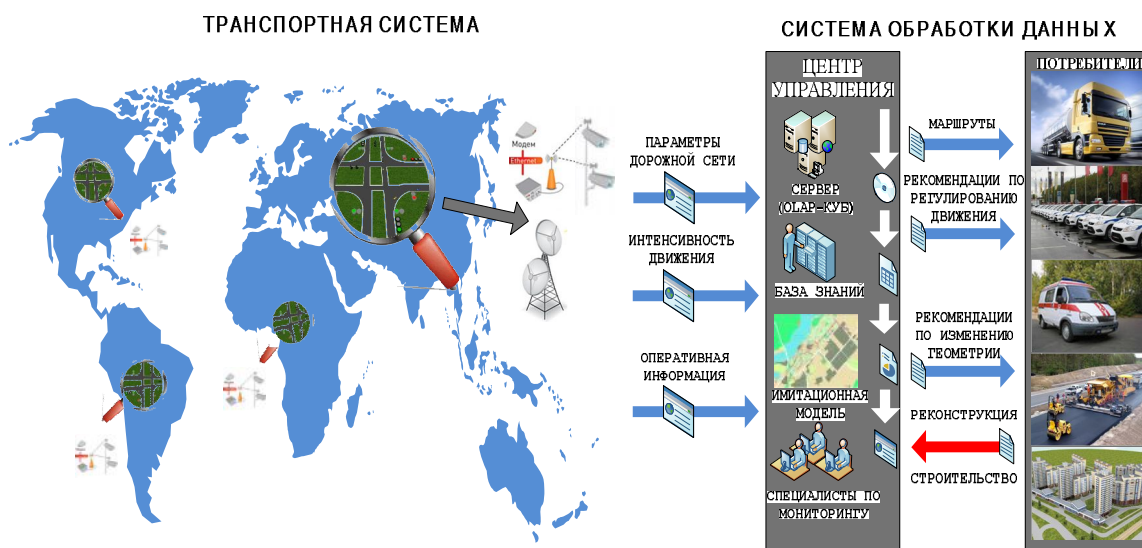


Рис. 3. Схема обработки информационных потоков

Для разработки имитационных моделей нами используется программный продукт российской компании «Экс ДжейТехнолоджис» – AnyLogic [5]. Основными задачами построенных моделей являются:

- Моделирование существующих и прогнозируемых транспортных потоков;
- Моделирование всей сети дорог и сети линий общественного транспорта;
- Анализ и оценка правил и интенсивности движения;
- Отработка сценариев «что будет, если...»;
- Платформа для транспортно-информационных систем;
- Прогнозирование транспортных пробок;
- Выбор оптимальной организации движения на перекрестке и оценка пропускной способности для каждого варианта движения;
- Анализ пропускной способности и движения в зоне остановок с учетом приоритета общественного транспорта;
- Оптимизация работы светофоров;
- Анализ «узких» мест.

Модель одного из участков города представлена на рис. 4. Данная модель строилась с целью анализа уровня безопасности пешеходов и оптимизации участка с учетом требований по безопасности. Оценка параметров позволила выработать решение о необходимости светофорного регулирования на данном участке. На сегодняшний день на данном участке ведется реконструкция.

ИТС города строится из моделей участков УДС, совокупность которых позволяет оценить параметры сети в целом и выработать решения в области корректировки тех или иных параметров. Наиболее результативные решения системы обрабатываются и записываются в базу знаний, из которой впоследствии, при поступлении запроса, выводится один из наиболее подходящих из хранящихся в ней результатов.



Рис. 4. Модель участка УДС города Набережные Челны

Заключение

Разработанный алгоритм исследования транспортных потоков и информационная система сбора, хранения, формализации и многомерного анализа данных мониторинга позволяют повысить эффективность и безопасность транспортной системы города. Имитационная модель УДС и база знаний с решениями по ее проблемным участкам позволяют формировать рекомендации по оптимальному управлению транспортными потоками.

Литература

1. Основные положения стратегии устойчивого развития России / Под ред. А.М. Шелехова. – М., 2002. – 161 с.
2. **Кормановская И.Р., Ренкас Н.Н.** Оценка эффективности управления устойчивым развитием региона // Санкт-Петербургский государственный университет сервиса и экономики, 2009.
3. **Шалмуев, А.А.** Теоретико-методологические основы устойчивого развития региона // Инновации. – 2006. – № 3. – С. 28–32.
4. **Федоров, С.В.** Совершенствование методов проектирования транспортных сетей и маршрутных систем крупных городов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 : защищена 10.03.2011 / Федоров Сергей Владимирович. – М.: МАДИ, 2011. – 20 с.
5. **Птицын, Г.А.** Программный комплекс моделирования транспортных потоков / Г.А. Птицын, В.Н. Горелов, В.Д. Покровский // Программные продукты и системы. – 1991. – № 3. – С. 11–12.