

М. М. БЕКМАГАМБЕТОВ, Т. А. КОЗЛОВА

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В ГОРОДЕ АЛМАТЫ

Для большинства развитых, а в последнее время и развивающихся стран мира, включая Казахстан, характерна активная автомобилизация населения. Наиболее ярко этот процесс наблюдается в крупных городах. Примером тому может служить крупнейший мегаполис нашей республики.

Автомобильный парк г. Алматы ежегодно увеличивается примерно на 25 тыс. автотранспортных средств. Сейчас их общее количество приближается к полумиллиону единиц. Порядка 60% из них – это «живые», постоянно находящиеся в эксплуатации автомобили. Если к их числу добавить иногородние автотранспортные средства, регулярно въезжающие в город (а таковых по экспертным оценкам не менее 75 тыс.), то получается, что алматинские улицы каждый день принимают на себя до 300 тыс. автомобилей. Для города и его инфраструктуры, получивших основное развитие в период социалистического строительства, когда ставка делалась не на индивидуальный, а на общественный транспорт, это чрезмерно много. В следствие этого ситуация в области обеспечения транспортной безопасности и экологии перманентно ухудшается.

Осознавая потребность системных воздействий на угрожающий рост транспортных проблем, городские власти в 2004 г. разработали и приняли к реализации Программу снижения транспортной нагрузки на автомагистрали г. Алматы. В ее рамках были:

– осуществлены строительство, реконструкция, капитальный и текущий ремонт улиц и дорожных сооружений на сотни млрд. тенге;

- в установленном порядке подготовлены и частично начаты строительство восточной обходной автодороги (ВОАД) и большой алматинской кольцевой автодороги (БАКАД);

- построены десять транспортных развязок в разных уровнях;

- внедрена практика гражданского строительства с обязательным обустройством всех вновь возводимых объектов автостоянками и автопаркингами на требуемое количество машиномест;

- проведены поэтапная оптимизация автоперевозчиков и маршрутной сети пассажирского транспорта общего пользования;

- развиты технические средства регулирования дорожным движением и приобретена специальная техника для проведения дорожно-разметочных работ [1, 2].

Все эти масштабные и капиталоемкие мероприятия способствовали сдерживанию роста, а в ряде случаев привели и к локальному решению транспортных проблем. Вместе с тем практика показала, что традиционные методы решения градостроительных и транспортных задач без эффективного прогнозирования и планирования последствий принимаемых решений не позволяют в полной мере добиваться желаемых результатов.

Обращаясь к опыту развитых стран мира, где накоплен значительный опыт в решении транспортных проблем, можно обнаружить многочисленные свидетельства о специфике поведения транспортных систем при различных управляющих воздействиях на них. Простой пример – казалось бы локальное мероприятие, связанное с ремонтом дороги и сужением ее проезжей части, может вызвать изменение транспортных потоков на достаточном удалении от места проведения ремонта. Этот не совсем очевидный факт связан с тем, что отклик водителей на подобное изменение условий движения не сводится к простому объезду места ремонта по близ лежащим улицам. Их решения могут быть связаны и с

кардинальным изменением маршрутов следования, скажем, не через центр города, а объездным путем. При этом может поменяться вся структура передвижений, в том числе и в отдаленных районах города.

Таким образом, при оценке последствий различных воздействий на транспортные сети недостаточно полагаться только на интуицию и практический опыт инженеров и городских чиновников разного уровня. Огромное количество не зависимых и взаимозависимых факторов требует для своей обработки специальных математических методов и высокопроизводительной компьютерной техники.

За последние 10–15 лет решение транспортных задач с привлечением современных вычислительных технологий получило большое развитие. При этом, несмотря на то, что транспортное моделирование является достаточно молодой наукой, уже существуют не только теоретические работы, но и созданы инструменты по практическому использованию их результатов. Сейчас известно не менее сотни программных продуктов, которые позволяют с той или иной степенью точности и достоверности описывать и прогнозировать транспортные процессы. Появились и первые апробированные государственными и общественными структурами программные продукты соответствующего назначения. В качестве примера можно сослаться на Германию, где каждый город с населением более 100 тыс. человек имеет свою транспортную модель, построенную на одобренном Министерством транспорта программном обеспечении PTV Vision®.

Главная задача математических моделей заключается в определении и прогнозе значимых параметров функционирования транспортной сети: интенсивности движения, объемов перевозок, средних скоростей передвижения, задержек и потерь времени и т.д. Среди всего разнообразия теоретических подходов для анализа транспортных сетей можно выделить две основные группы – так называемые прогнозные и имитационные

модели или моделирование транспортных потоков на макро- и микроуровнях.

Прогнозные модели предназначены для моделирования ситуации по известным сетям при известном размещении потокообразующих и потокопоглощающих объектов города. При помощи этих моделей можно получать ответы на вопросы типа: «А что, если...?» или, иными словами, оценивать и прогнозировать последствия изменений, которые могут произойти как в инфраструктуре, так и в пространственном размещении объектов тяготения. Макромодели обычно применяются для поддержки решений в области градостроительства, подготовки технико-экономических обоснований и при выборе альтернативных проектов по развитию городских территорий, транспортной инфраструктуры и транспортных систем.

В отличие от этого имитационное моделирование ставит своей целью воспроизведение всех деталей движения, вплоть до поведения на дороге индивидуальных транспортных средств. При этом усредненные значения потоков и их распределение по элементам улично-дорожной сети считаются известными и служат исходными данными для микромоделирования. Имитационные модели позволяют оценивать скорости движения, задержки на перекрестках, длину и динамику образования очередей перед перекрестком или заторов, а также другие характеристики потоков. Основная область их применения – улучшение организации движения, оценка эффективности инженерных решений (например, при строительстве новой дороги или транспортной развязки), оптимизация светофорных циклов и т.п.

С другой стороны, смоделировав будущее распределение потоков на территории города, можно определять и анализировать на микроуровне проблемные участки улично-дорожной сети, где будут достигаться пределы пропускной способности. По этим элементам уже на ранних

стадиях можно будет вести необходимые инженерные проработки с точки зрения оптимизации транспортных потоков.

Таким образом, прогнозы потоков и имитационное моделирование являются дополняющими друг друга инструментами эффективного планирования городской среды.

В целях освоения работ подобного рода в нашем институте начиная с 2005 г., ведутся инициативные работы по формированию транспортных баз данных, которые могли бы послужить основой для транспортного моделирования. Такие базы данных включают обширную информацию социально-экономического и демографического характера, по пространственному районированию города, о состоянии и различных параметрах улично-дорожной сети, регулированию дорожного движения, транспортных и пассажирских потоках, средних скоростях передвижения по городским улицам и т.п. Частично такая информация аккумулируется профильными организациями, однако по большей части ее приходится получать в процессе проведения специальных обследований и измерений.

В 2007 г. институт при поддержке Акимата приступил к непосредственному построению транспортной модели для г. Алматы.

На первоначальном этапе были проведены маркетинговые исследования рынка программных продуктов и консалтинговых компаний, способных предоставить необходимый уровень помощи и обучения местных специалистов вопросам транспортного моделирования. Здесь следует отметить, что на постсоветском пространстве пока что не существует учебных заведений, где бы готовились специалисты подобного профиля. А в той же Германии курс подготовки инженеров по транспортному планированию и моделированию занимает полтора года, не считая обучения другим профильным дисциплинам. При этом следует иметь в виду, что любая транспортная макро модель – это, по сути, огромный набор различных математических формул, для которых требуется определять

массу эмпирических коэффициентов и которые необходимо согласовывать между собой таким образом, чтобы полученный результат расчетов наиболее точно отражал реальную транспортную ситуацию в конкретных временных и пространственных условиях. Иными словами, требуется не просто «накормить» компьютер соответствующей информацией, необходимо еще обучить его правильно «понимать» и адекватно «реагировать» на внешние условия. Нетрудно заметить, что этот процесс чем-то напоминает обучение и развитие человека. Эффективность этого процесса зависит от квалификации «педагогов», а сам процесс в принципе является бесконечным во времени.

После актуализации транспортных баз данных и проведения обучения местных специалистов процедурам транспортного моделирования впервые в Республике Казахстан удалось подготовить работоспособный вариант транспортной модели для г. Алматы. Достигнутый к настоящему времени уровень ее калибровки (обучения) позволяет рассчитывать транспортные и пассажирские потоки с погрешностью, не превышающей 10% для отдельных сечений улично-дорожной сети. Конечно же, это не лучший результат, тем не менее с помощью модели уже можно давать объективные оценки эффективности тех или иных инфраструктурных и градостроительных проектов.

Например, модель показывает, что реализуемый в настоящее время проект по организации скоростного непрерывного движения по внутригородскому кольцу, образованному на базе улиц Рыскулова, Саина, пр. аль-Фараби и строящейся восточной обходной автодороги, поможет на четверть снизить плотность транспортных потоков и на треть увеличить средние скорости передвижения в центральной части города. Для достижения такого результата требуется построить транспортные развязки на основных узлах этой магистрали (что уже осуществляется практически) и ввести запрет для всех левых поворотов на второстепенных

перекрестках. Эффективность кольцевой магистрали может быть повышена, если к ней будет организован такой же скоростной доступ из периферийных и центральных районов города. Этот вывод транспортного моделирования возвращает нас к идее формирования транспортных коридоров на территории г. Алматы.

Другой пример. В г. Алматы успешно функционируют две рядом расположенные улицы с односторонним режимом движения: Наурызбай батыра и Желтоксан. На вопрос – можно ли улучшить транспортную ситуацию, организовав потоки подобным образом, например, по улицам Богенбай батыра и Кабанбай батыра? – транспортная модель отвечает, что нет. И объясняет почему. Оказывается, для улиц Наурызбай батыра и Желтоксан характерны мощные транзитные потоки, связывающие северную часть города с его южными и юго-западными районами. А улицы Богенбай батыра и Кабанбай батыра западнее пр. Достык служат для распределения потоков местного значения. С точки зрения модели при организации одностороннего движения они не смогут привлечь сколь угодно значимых дополнительных потоков, которым просто неоткуда взяться.

И еще один пример, связанный уже с градостроительной практикой. Модель показывает, что при завершении строительства новых микрорайонов, расположенных вдоль ул. Навои (Науаи, Шахристан и др.), ожидаемые транспортные потоки по улицам Жандосова, Навои и пр. аль-Фараби могут превысить их пропускные возможности. Так, может быть, стоит заранее задуматься о высотном строительстве на сложившихся территориях и не создавать новые проблемы?

Для повышения надежности и функциональности созданной транспортной модели г. Алматы имеется значительный потенциал. Его реализация требует проведения дополнительных работ и более углубленных исследований транспортного сектора.

В частности, настоящий вариант транспортной модели охватывает территорию только г. Алматы. Но хорошо известно, что значительная часть товаров и трудовых ресурсов поступает в город из его пригородов. Поэтому очередным шагом в развитии транспортной модели должно стать ее распространение на прилегающие районы (кстати, это обычная европейская практика).

Далее, одним из краеугольных камней транспортного моделирования является так называемая матрица корреспонденций (или несколько матриц корреспонденций для различных секторов спроса). Сейчас такая матрица рассчитана с помощью компьютера и не совсем точно отражает особенности г. Алматы. Для ее корректировки необходимо проведение специальных, так называемых поквартирных опросов населения с тем, чтобы выяснить показатели мобильности отдельных его групп (работающие, студенты, пенсионеры и т.д.), дальности поездок, использования личных автомобилей (количество и дальность поездок, количество перевезенных пассажиров и т.д.). Именно такие показатели определяют индивидуальный облик каждого города при транспортном моделировании.

Наконец, для того чтобы модель адекватно отражала возможные изменения транспортных потоков, в перспективе необходимо иметь апробированные компетентными организациями прогнозы развития города: где и в каком качестве будут развиваться селитебные зоны, как будет меняться количество рабочих мест, торговых площадей и т.п. для отдельных городских территорий.

Эти ключевые для дальнейшего развития транспортной модели моменты требуют значительных усилий и определенной организации работ. Тем не менее накопленный опыт и достигнутые результаты позволяют нам надеяться на построение достаточно надежного

инструмента, с помощью которого можно будет значительно объективнее и эффективнее, чем сейчас, решать вопросы городского планирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства Республики Казахстан «Об утверждении Плана мероприятий на 2006–2008 годы по реализации Государственной программы развития города Алматы на 2003–2010 годы» от 14 декабря 2006 года № 1200.

2. Решение XIII сессии Алматинского городского Маслихата II созыва «О согласовании проекта Генерального плана развития города Алматы на период до 2020 года» от 31 октября 2001 года.