

Потребность в выборе определенных маршрутов зависит от личных приоритетов пользователей транспортной сети. Но при ухудшении условий транспортного движения, частых заторовых ситуациях на определенных маршрутах, спрос на них будет снижаться, а пользователи начнут искать альтернативные варианты маршрута. Таким образом, каждый пользователь делает свой выбор маршрута индивидуально, но, в то же время, его выбор может повлиять на поведение других участников поездки.

Для каждой категории участников движения существует порог чувствительности, поэтому необходимо рассматривать варианты с различной величиной изменения затрат на поездку

$$p - (c + \Delta c) \leq p_w, (1)$$

где Δc – изменение затрат на поездку по сравнению с существующими условиями;

p_w – допустимый уровень выгоды от выполнения цели поездки.

Определенный уровень критического значения Δc может привлечь или, наоборот, оттолкнуть некоторых участников движения от использования конкретных вариантов поездки. Таким образом, при определенном уровне Δc возможны следующие варианты:

- повышение затрат на поездку на величину Δc не вызывает у участников движения желания изменить что-либо в привычном маршруте;
- повышение затрат на поездку на величину Δc приводит к тому, что некоторые пользователи изменяют маршрут;
- повышение затрат на поездку на величину Δc приводит к тому, что определенная категория пользователей изменит время поездки;
- повышение затрат на поездку на величину Δc приводит к тому, что определенная категория пользователей отказывается от поездки.

Для решения проблем транспортной сети города необходимо их тщательное моделирование, полностью отражающее особенности транспортных потоков на уровне всего города, что является наиболее важным этапом при разработке и внедрении определенных проектов ИТС. Подобное моделирование приведет к принятию наиболее эффективных решений, выявлению основных рисков, связанных с внедрением проекта и, наиболее важный показатель для привлечения инвесторов, – финансовая эффективность проекта.

В последние время частный сектор принимает всё большее участие в развитии транспортной инфраструктуры. Ранее такие объекты как, например, платные дороги, финансировались государственным бюджетом, но в настоящее время спрос на подобные проекты настолько высок, что средств государственного бюджета становится недостаточно. Для решения данной проблемы необходимо привлекать частных инвесторов. При этом частным лицам, для участия в подобных проектах приходится прибегать к банковским кредитам, а определенные финансовые риски значительно снижают их заинтересованность, усложняют взаимоотношения участников проекта. Необходима новая методология планирования функционирования транспортной сети, при которой особое внимание будет уделяться финансовому риску. Этот метод оценки транспортной сети основывается на анализе воздействия изменений в структуре транспортных потоков на доход от платных дорог.

Анализ и прогноз спроса на перевозки является неотъемлемой частью развития проектов платных дорог. Исходя из этого прогноза, проект платной дороги разрабатывается согласно особенностям будущих объемов транспортных перевозок. Кроме того, от этой оценки зависит финансовая структура проекта. Окупаемость проекта рассчитывается на основе спроса и установленного тарифа. На практике многие проекты платных дорог сталкиваются с финансовыми проблемами из-за погрешностей в прогнозировании спроса. Исследование, при котором анализировалась работа 210 проектов транспортной инфраструктуры, подтвердило, что в половине случаев погрешности в прогнозировании спроса составили более чем 20%. Например, при разработке проекта Даллас Гринуэй (США) по подсчетам специалистов рост спроса предполагался на 14% за первые шесть лет. Исходная оценка – 34 000 транспортных средств в день, оказалась слишком оптимистичной, фактически средний трафик в день составил 11 500 транспортных средств. Из-за подобных возможных ошибок в расчетах многие страны продумывают программы по увеличению спроса на подобные проекты. Такие ошибки так же являются стимулом для развития новых и эффективных компьютерных программ транспортного моделирования и подготовки специалистов.

Ключевым моментом при прогнозировании движения транспортных потоков является стохастическое перемещение транспорта $\{X(t), t \geq 0\}$, со следующими свойствами:

- Каждое увеличение показателя $X(t+s) - X(t)$ влияет на средний показатель t при фиксированных других показателях;
- Для каждой пары интервалов времени $[t_1, t_2], [t_3, t_4]$, где $t_1 < t_2 \leq t_3 < t_4$, увеличение $X(t_4) - X(t_3)$ и $X(t_2) - X(t_1)$ зависимы и имеют нормальное распределение. Отметим, что это же будет применяться, при n отдельных временных промежутков, где n является положительным целым числом.
- $X(0) = 0$ и $X(t)$ непрерывна

Важно подчеркнуть, что из-за каждого увеличения временного параметра в стохастическом процессе, который имеет нормальное распределение, возможно отрицательное значение базовой случайной переменной, что неприменимо при моделировании спроса/предложения на данном участке транспортной сети.

Предполагая, что поток трафика имеет стохастический характер, модель транспортного спроса и предложения будет иметь случайные величины. Будущие транспортные потоки на внедряемом объекте могут быть смоделированы с учетом распределения известных различных ожидаемых показателей и дисперсией. Кроме того, при моделировании спроса на пользование платной дорогой предполагается, что:

- ожидаемый трафик на объекте постоянно увеличивается
- транспортный спрос на предполагаемом объекте в определенный момент времени зависит только от показателей транспортного потока в данный момент времени, независимо от предыдущих состояний.

Низкие или высокие показатели количества прошедшего транспорта на внедряемом проекте так же зависят от роста или спада в экономике. Таким образом, транспортные потоки на платной дороге могут меняться периодически из-за внешних факторов, которые находятся вне контроля участников проекта.

Если доход определяется как функция транспортного потока и коэффициент убытков, можно отметить, что ежегодный доход равен годовому количеству транспорта, воспользовавшегося данным платным объектом. Затем, предположив, что плата за пользование платным объектом является постоянной, доход может быть определен по следующей формуле:

$$R = V * T \quad (2)$$

где

R – доход,

V – объем движения транспорта

T – установленный тариф

Так же необходимо учитывать параметры, которые влияют на доход: ежегодный транспортный поток на платных объектах, ожидаемый рост трафика, коэффициент неустойчивости и коэффициент платы.

Аналитические исследования по экономическим вопросам внедрения платных объектов показали, что подобные объекты являются высокорентабельными, а при правильной работе с различными показателями: тип транспортного средства, стоимость и время поездки, возможна максимизации прибыли.

При исследовании платных маршрутов отмечалась большая разница в прибыли и качестве платных и бесплатных дорог. Так же важным моментом является то, что эффективный платный маршрут зачастую может негативно повлиять на работу транспортной сети в целом. Наибольшая эффективность работы транспортной сети может быть достигнута путём соглашений между частными компаниями и государственными учреждениями, работа сообща позволит снизить транспортные заторы и прочие проблемы в работе транспортной сети города.

Литература

1. «Quantifying the Effects of Network Improvement Actions on the Value of New and Existing Toll Road Projects», Center for Transportation Research University of Texas at Austin 3208 Red River, Suite 200, Austin, TX 78705-2650, August 2009 (p. 23-27)
2. <http://www.inro.ca/en/products/emme/modelling.php>
3. <http://www.frame-online.net/>
4. Интеллектуальные транспортные системы в дорожном движении/ В.Г. Кочерга, В.В. Зырянов, В.И. Коноплянко// Рост.гос. строит. ун-т, 2001.