

УДК 681.322

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОДЕЛИ
УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ
ПОТОКАМИ**

Чемеркина Анастасия Александровна
студентка

Параскевов Александр Владимирович
соискатель

*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

В статье рассматривается метод борьбы с заторами на дорогах с помощью введения платы за проезд, также уравнения и неравенства для выбора и оптимизации модели равновесия транспортного потока на сети городских дорог. Рассмотрены необходимые условия применения метода.

Ключевые слова: ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК, АВТОМОБИЛЬНАЯ ДОРОГА, ИНТЕНСИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ, ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ, ПЛАТА ЗА ПРОЕЗД, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

УДК 681.322

**ADVANCING OF TRAFFIC MANAGEMENT
MODELS**

Chemerkina Anastasia Alexandrovna
student

Paraskevov Alexander Vladimirovich
candidate for degree

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

The method of fight with holdups on the roads with the help of fare introduction and equation and inequality for choice and optimization of equation models of transport stream on city roads are considered as well.

Key words: TRANSPORT STREAM, AUTOMOBILE ROAD, INTENSITY OF MOVEMENT, TRAFFIC CAPACITY, FARE, ECONOMIC EFFICIENCY.

С каждым годом на дорогах городов автомобилей становится все больше и больше. При этом и к самим дорогам претензий достаточно: неграмотно спроектированные автомобильные развязки, отсутствие надземных, подземных переходов и объездных дорог для грузовых транспортных средств, качество дорожного полотна, несоответствие полосности автодороги реальным транспортным нагрузкам и др. Проблема пробок на дорогах требует решения - чем скорее, тем лучше как для отдельного человека, чье время тратится впустую, так и для экономики страны в целом.

Автомобильная дорога – обустроенная или приспособленная и используемая для движения транспортных средств полоса земли, либо поверхность искусственного сооружения. Включает в себя: одну или несколько проезжих частей, а также трамвайные пути, тротуары (возможно с газонами), обочины и разделительные полосы при их наличии. По

количеству направлений движения - односторонняя и двухсторонняя; по количеству полос для движения - одно-, двух-, трехполосная.

Выделим несколько теорий, способных разрешить давно назревшую проблему затруднения движения транспортного потока, которая носит не только общероссийский, но уже и общемировой характер.

1) Организация поочередного движения автомобилей с четными и нечетными номерами в разные дни недели. Такая мера, введенная в некоторых странах Европы, оказалась достаточно неэффективной. Подход к решению проблемы, конечно, оригинален, но и способов «обойти» его также предостаточно. В результате данная мера больше подхлестывает коррупцию, чем борется с проблемой.

2) Проблема с парковкой в крупных городах очень актуальна. Сегодня огромное количество автомобилей припарковано у обочин дорог, что сокращает пропускную способность на 50-80%. Решить данную проблему можно только путем высоких тарифов за остановку, стоянку в зоне действия запрещающих знаков и эвакуацией машин на штрафстоянки. Но в данном случае необходимо наличие четко сформулированного законодательства и алгоритма работы служб ГИБДД, не нарушающего права водителя.

3) Практика показывает, что до 70-80% всех автомобилей имеют в своем салоне только одного водителя. Если он будет подвозить до работы своего соседа, таких же водителей, то пробок будет куда меньше. Использование автомобиля для подвоза других людей называется carpool (на русском - «кар пул» или «карпул»).

4) развитие мото- и велотранспорта. Яркий пример - Китай. Введение проката велосипедов - экологически чистого транспорта. Минус: к недостаткам данного вида транспорта можно отнести человеческий фактор, так как в случае ДТП увеличивается количество смертей. Также немаловажно отметить отсутствие предусмотренных правилами

дорожного движения велосипедных дорожек, которые и призваны обеспечивать безопасность велосипедного движения;

5) разрешить делать правый поворот на “красный свет”, то есть установить дополнительный сигнал светофора, это в некоторой степени поможет разгрузить правую крайнюю полосу;

6) запретить въезд крупного грузового транспорта (грузоподъемностью свыше 5 тонн) в центральную (историческую) часть города и спальные районы;

7) создать координационные центры, которые, используя средства связи, например, радиосвязь или GPS - навигацию оповещать водителя, в каком месте дорога наиболее загружена и схемы объезда заторов;

8) одна из мер по повышению качества дорог - поиск им альтернативы: строительство платных дорог. Средства, собранные с водителей, могли бы пойти на ремонт и строительство новых дорог. Такая мера с успехом применяется в течение некоторого времени в Лондоне.

Хотелось бы обратить внимание на проблему этики на дороге (как водителей, так и пешеходов) - неуважение людей к другим, необоснованное нарушение правил, ведущее к опасным последствиям... Решение этой проблемы лежит в области воспитания; нужны некие меры, обличающие проблему, и время.

Современные автодороги – сложные инженерные сооружения, призванные обеспечить бесперебойность и безопасность движения потоков автомобилей с высокими скоростями. При разработке проекта автодороги необходимо учитывать все факторы, которые обеспечивали бы высокую экономическую отдачу с соблюдением норм безопасности движения и архитектурно-технических требований.

Ошибки при проектировании, особенно при выборе направления и «полосности» дороги, остаются на десятилетия, вызывая существенные потери для экономики страны в целом и субъектов федерации в частности.

Во избежание ошибок проектирования необходимо дальнейшее совершенствование информационной системы путем разработки программного средства для расчета интенсивности движения, пропускной способности, величины транспортных потоков на автомобильных дорогах города, направленности автодорог, учитывая процент обеспеченности и загруженности автотранспорта и дорог. Внедрение в деятельность строительных организаций для расчета параметров при проектировании прокладки автомобильных дорог, будет являться своего рода индикатором, который немедленно выявит уже не теоретические, а сугубо практические недостатки в проектировании автодорог.

Автодорога способна обеспечивать пропуск (без образования очередей) только тех нагрузок и в том количестве, на которые она рассчитана. Совокупность автомобилей, различных по типам, степени нагрузки и т.п., следующих в одном направлении с различными скоростями, образуют транспортный поток, который характеризуется интенсивностью движения – общее количество автомобилей, проходящих через некоторое сечение дороги за единицу времени (сутки, час).

Динамическая скорость движения, габариты и маневренность у легковых и грузовых автомобилей не эквивалентны друг другу. Поэтому для оценки количества автомобилей, которое дорога может пропустить, фактическая интенсивность движения переводится на основании коэффициентов приведения к единому показателю (легковые автомобили). Для этого все прочие автомобили с помощью коэффициентов приводятся к легковым автомобилям, сам легковой автомобиль имеет коэффициент приведения равный 1,0. Транспортные средства такие как: мотоциклы, мопеды имеют коэффициент приведения равный 0,5; грузовые автомобили, грузоподъемностью 2-14 т – от 1,5 до 3,5; автопоезда грузоподъемностью 12-30 т – от 3,5 до 6,0. Интенсивность движения определяется следующим образом:

$$N_{np} = \sum_{i=1}^{i=n} K_{np_i} \cdot N_{факт_i}, \text{ авт / час} \quad (1)$$

где N_{np} – приведенное количество автомобилей;
 $N_{факт_i}$ – фактическое количество автомобилей различного типа;
 K_{np_i} – коэффициент приведения для соответствующего типа автомобиля.

Практическая пропускная способность – это количество транспортных средств, которые проезжают по определенному участку дороги в течение определенного промежутка времени при обеспечении безопасности и заданной скорости движения в реальных временных и погодноклиматических условиях.

При определении максимальной пропускной способности одной полосы движения принимается допущение - автомобили движутся друг за другом с одинаковой скоростью на расстоянии, достаточном для полного торможения при внезапной остановке переднего автомобиля. Необходимо учитывать динамический габарит автомобиля или расстояние, занимаемое движущимся автомобилем на полосе движения. Данный показатель определяется суммой следующих факторов:

- путь, проходимый автомобилем за время реакции водителя, равное одной секунде, который определяется по формуле:

$$l_1 = \frac{V \cdot \frac{1000}{3600}}{1} = \frac{V}{3,6} \text{ м} \quad (2)$$

где V - расчетная скорость движения потока (км/ч)

- путь, который дополнительно пройдет задний автомобиль вследствие различия в состоянии тормозов переднего и заднего автомобилей. Данный путь определяется формулой:

$$l_2 = S_s - S_n = \frac{V^2 \cdot (K_s - K_n)}{254(\varphi \pm i + f)}, \text{ м} \quad (3)$$

где S_3 и S_n – тормозные пути, соответственного заднего и переднего автомобилей;

l_4 – длина автомобиля, м;

K_3 и K_n – коэффициенты эксплуатационного состояния тормозов, соответственно, заднего и переднего автомобилей;

V – скорость автомобиля ($V_3 = V_n = V$), км/час;

i – уклон элемента профиля, на котором производится торможение;

f – сопротивление качению, кгс/т;

φ – коэффициент сцепления.

Большое влияние на коэффициент сопротивления качению оказывает дорожное покрытие и его состояние, так, например, если дорога имеет асфальтобетонное покрытие в отличном состоянии, то значение коэффициента варьируется от 0,015 до 0,018, если состояние покрытия удовлетворительное, то значение увеличивается в интервале от 0,018 до 0,020 и так далее.

- расчетная длина автомобиля, которая принимается равной для легковых автомобилей, – 4-6 м, грузовых – 6-10 м, автобусов – 7-10 м, троллейбусов – 9-10 м (данный показатель в формулах обозначается l_3);

- зазор безопасности – расстояние между остановившимися автомобилями и обозначается как l_4 ;

Таким образом, безопасное расстояние между автомобилями при торможении равно:

$$S_p = \frac{V}{3.6} + \frac{V^2 \cdot (K_3 - K_n)}{254 \cdot (\varphi \pm i + f)} + l_3, \text{ м} \quad (4)$$

где l_3 – некоторый запас расстояния между остановившимися автомобилями.

В результате этих вычислений появляется возможность определить длину участка дороги, приходящегося на один автомобиль на дороге, для вычисления пропускной способности автомобильных дорог:

$$L = S_p + l_4, м \quad (5)$$

где S_p – расчетный безопасный тормозной путь, м;

l_4 – длина автомобиля, м.

Количество автомобилей, прошедших через рассматриваемое сечение дороги в одном направлении за час, то есть пропускная способность одной полосы движения, при скорости движения V км/ч, определяется следующим соотношением:

$$N = \frac{1000 \cdot V}{L}, авт / час \quad (7)$$

При многополосной проезжей части в каждом направлении полную пропускную способность обеспечивает только первая полоса движения. Последующие полосы имеют меньшую пропускную способность. Пропускная способность проезжей части при многополосном движении определяется с учетом понижающего коэффициента многополосности, принимаемого в зависимости от числа полос движения в одном направлении: одна – 1,0; две – 1,9; три – 2,7; четыре – 3,5.

Информационная система с помощью расчёта данных параметров сможет определить степень загруженности автодороги и присвоит ей соответствующий прямо пропорциональный вес (соотношение количества транспорта, который потенциально хочет использовать данное направление для проезда, и максимальной пропускной способности дороги). Карта города будет представлена в виде графа. Тогда ребра графа будут являться улицами, а вершины – перекрестками. Имея вес дорог, можно прогнозировать величину пропускной способности проектируемой автомобильной дороги.

В дальнейшем возможно совершенствование программы: дополнение её схемой автомобильных дорог города, которая поможет выбрать наиболее кратчайший путь к месту назначения автолюбителя, с наименьшим количеством пробок, используя теорию графов (вес ребра, опять же, будет иметь решающее значение).

Одной из мер уменьшения пробок в городе являются платные дороги (участки), где движение транспорта наиболее интенсивно, следовательно, чаще возникают заторы. Данный метод заставит водителя либо оплатить проезд, либо использовать альтернативный путь проезда к месту назначения.

Используя вес ребра, мы можем определить степень (коэффициент) загруженности автодороги для введения платы за проезд. Суть метода будет заключаться в перераспределении транспортного потока по, как минимум, 2 дорогам – платной и бесплатной. Тогда мы, предположительно, будем иметь следующую ситуацию – распараллеленный поток достигнет пункта назначения быстрее за счёт того, что некоторое количество автомобилей поедет по полупустой платной дороге. В случае необходимости платный участок возможно переместить на другой проезд, чтобы перераспределить поток. Тем самым, эта мера поможет разгрузить участки дорог. Средства, собранные с водителей, могли бы пойти на повышение качества дорожного полотна и строительство новых развязок. Как считает большинство водителей, платная дорога дешевле пробок и бездорожья.

Экономия бензина и уменьшение экологической нагрузки на окружающую среду, при сокращении количества автотранспорта на дорогах (в разумных пределах) также помогает решать приоритетную государственную задачу по борьбе за здоровье нации.

Восемьдесят процентов автомобилистов готовы платить разумные деньги за удовольствие ездить по хорошей дороге и нормальную

эксплуатацию своего автомобиля, несмотря на то, что для людей со средним достатком растущие цены на бензин, страховки, налоги, да еще и платные дороги превращают автомобиль в очень дорогое удовольствие.

Согласно закону, платную дорогу обязательно должна дублировать бесплатная, длиной не более чем в 3 раза превышающая платную.

Значительный экономический эффект, обеспечивается при эксплуатации оплачиваемых автомобильных дорог. Составляющими экономической эффективности являются:

- внутритранспортный экономический эффект (снижение транспортных затрат, связанных с перевозками);
- внетранспортный экономический эффект (сокращение потерь и затрат в различных отраслях экономики, развитие сферы материального производства и организаций непродовольственной сферы, активизация предпринимательской деятельности);
- непосредственный экономический эффект в социальной сфере (сокращение потерь от ДТП, сокращение потерь, связанных с воздействием автотранспорта на окружающую среду, потерь времени и др.).

Инвесторы получают экономический эффект за счет созданных денежных потоков от взимания платы и доходов от сервиса.

Дорожное хозяйство является важнейшим элементом производственной и социальной инфраструктуры России. Его эффективное функционирование и устойчивое развитие является необходимым условием стабилизации и перехода к подъему экономики, повышения уровня и улучшения условий жизни населения за счёт рационального использования своего времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. "Руководство по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах" (для опытного применения) , распоряжение министерства транспорта РФ 19 июня 2003 г. № ОС-555-р (д).
2. Бражник А.А. Анализ влияния дорожных факторов и информационных характеристик на величину пропускной способности автомобильных дорог, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет.
3. Федеральный закон Российской Федерации от 8 ноября 2007 г. N 257-ФЗ "Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".
4. СНиП 2.05.02-85 Автомобильные дороги от 01.01.1987.
5. Sheffi, Y. Городские транспортные сети: Анализ устойчивости с помощью методов математического программирования, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1985, New Jersey.
6. «Ferrari» Цена на проезд и равновесие транспортной сети. Транспортное исследование Б, 1995 №29, 357-372.
7. Evans A. W.Цены за проезд в пробках: когда это хорошая политика? Journal of Transport Economics and Policy 1992 №26, 213-243.