

# ТРАНСПОРТ И ЭНЕРГЕТИКА

Гай Л. Е., аспирант,  
Шутов А. И., д-р техн. наук, проф.,  
Воля П. А., канд. техн. наук, доц.,  
Кущенко С. В., канд. техн. наук

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ЗАТОРОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ. ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

[lily-041288@mail.ru](mailto:lily-041288@mail.ru)

Главной проблемой, связанной с ростом количества автомобилей - заторы на дорогах крупных городов в часы пик. Для улучшения условий движения транспортных средств предложено использовать электродинамическую модель транспортных потоков, основанную на законах электрического тока, позволяющую снизить задержки транспортных средств.

**Ключевые слова:** затор, дорожно-транспортное происшествие, электродинамическая модель, улично-дорожная сеть, задержки движения, скорость сообщения.

Рост автомобильного парка и увеличение объема перевозок приводит к увеличению интенсивности дорожного движения, что в условиях городов с исторически сложившейся застройкой приводит к возникновению транспортной проблемы. Особенно остро она проявляется в тех точках УДС города, где есть пересечение крупных транспортных магистралей. Здесь увеличиваются транспортные задержки, образуются очереди и заторы, что вызывает снижение скорости сообщения, неоправданный перерасход топлива и повышенный износ узлов и агрегатов транспортных средств, а также ухудшение экологической ситуации [1]. Затор – это близкое к неподвижному или неподвижное состояние транспортного потока, движущегося со средней скоростью, значительно меньшей, чем нормальная скорость для данного участка дороги. При этом коэффициент загрузки  $Z$  данного элемента УДС становится близким, равным или даже больше единицы (в тех случаях, когда количество рядов, расположенных на проезжей части, превышает количество полос движения), что приводит к «парализации» движения транспортных средств [2].

Как правило, заторовые состояния различны как по причинам и сопутствующим факторам, так и по масштабам и длительности.

Случайные заторы могут возникать в любых точках УДС и быть вызваны крупными дорожно-транспортными происшествиями (ДТП), ограничивающими движение транспортных средств по проезжей части на длительное время (3-4 часа). В этот временной интервал пропускная способность проезжей части может снизиться более чем на 50-70%. Такая же ситуация воз-

никает в результате аварий коммуникаций, расположенных под проезжей частью (водо- и газопровода, электроснабжения) и требующих немедленных действий соответствующих аварийных служб с закрытием (полным или частичным) проезжей части дороги.

Регулярные заторы возникают, как известно, в одних и тех же местах УДС и больше всего на перекрестках со светофорным регулированием, которые не способны пропустить требуемое количество автомобилей, либо в местах, где длительное время ведутся ремонтно-восстановительные работы с закрытием части дороги [7].

Заторовое состояние негативно влияет на систему ВАДС (водитель-автомобиль-дорога-среда), подтверждением этого являются следующие факторы:

- потери времени для водителей, пассажиров и перевозок это приводит к экономическим потерям (упущенная выгода, лишние трудозатраты, повышение расхода топлива, снижение эффективности грузовых перевозок);
- рост статистических данных по ДТП (в первую очередь попутных столкновений), следствием автомобильных аварий являются поврежденные автомобили, потеря денежных средств, усугубление заторовой ситуации;
- экологическое состояние окружающей среды (повышение расхода топлива и доли работы автомобильных двигателей в неуставившемся режиме и на холостом ходу - это факторы, которые могут на 30% и более повысить выброс в атмосферу загрязняющих веществ, пагубно влияющих на здоровье людей; увеличение

износа автомобилей, увеличение шума, стресс водителей и пассажиров).

Рассредоточение заторов процесс достаточно длительный. Для того чтобы свести заторы к минимуму, необходимо пользоваться методами предотвращения заторовых явлений: ограничения на въезд в центр города, платный въезд в центр города, введение четно-нечетной системы въезда, «выдавливание» крупногабаритных автомобилей, ограничения на парковки, максимальная загрузка автомобиля, привилегии для общественного транспорта, агитация поиска ра-

боты вблизи места проживания, развитие современной УДС. Но для их реализации необходимо изучение причин заторов, их периодичности, регулярности, длительности [6].

Изучая заторы, пользуются методикой Ф.Вебстера, для изолированного перекрестка (не имеющего связи с соседним по потоку и управлению) прибытие автомобилей является случайным. Это учитывает формула Ф.Вебстера, получившая широкое распространение в практике управления дорожным движением:

$$t_{\Delta H} = \frac{T_{ц} \cdot (1 - \lambda)^2}{2 \cdot (1 - \lambda \cdot \chi)} + \frac{\chi^2}{2 \cdot N \cdot (1 - \chi)} - 0,65 \cdot \left(\frac{T_{ц}}{N^2}\right)^{1/3} \cdot \chi^{(2+5 \cdot \lambda)} \quad (1)$$

где  $t_{\Delta H}$  - средняя задержка автомобиля на данном направлении, с;  $\lambda$  - отношение длительности разрешающего сигнала к циклу ( $\lambda = t_0/T_{ц}$ );  $N$  - интенсивность движения транспортных средств в рассматриваемом направлении, ед/с;  $\chi$  - степень насыщения направления движения;  $T_{ц}$  - длительность цикла светофорного регулирования, с.

При этом данное выражение позволяет рассмотреть только изолированный перекресток. Если использовать данную методику при изучении заторов в городе, то результат исследований будет некорректным. Так, например, если в городе по методике Вебстера рассчитать транспортные задержки на перекрестке, и исходя из этого, отрегулировать цикл светофорного объекта, то на всех смежных перекрестках возникнут затруднения движения транспортных средств.

Поэтому для города формула Вебстера подходит только в отдельных случаях изолированных перекрестков. Для изучения и улучшения УДС города, (мегаполиса) необходимо изучать транспортные потоки как можно большего масштаба УДС. Такая возможность предоставляется только моделированием транспортной сети [5].

Наиболее точной и простой с точки зрения математического аппарата является электродинамическая модель транспортно-дорожной сети.

В отличие от локальных моделей и моделей, связанных с течением жидкостей и газов, электродинамическая модель позволяет описать с помощью известных электрических законов любые явления и связи транспортных потоков, позволяет рассчитать интенсивности материального потока, емкости городской стоянки, средние скорости движения, массы подвижного состава, режимы работы транспорта.

Использование методов совершенствования организации дорожного движения без предвари-

тельной проработки с помощью моделирования таких как: «зелёная волна», локальные схемы УДС, сегодня уже не приводит к долгосрочному положительному эффекту. Поэтому использование математического моделирования в совершенствовании УДС, и в частности сведения к минимуму заторовых явлений является обязательным. При этом модели должны учитывать максимум возможных факторов, влияющих на заторовые явления и дорожное движение, и быть доступными в их описании. Одной из наиболее прогрессивной является электродинамическая модель, разработанная сотрудниками кафедры «Организация и безопасность движения» Белгородского государственного технологического университета имени В.Г. Шухова.

На основе проведенных исследований кафедрой «Организация и безопасность движения» составлена таблица научно обоснованной аналогии параметров транспортного (материального) потока и электрического тока (табл. 1).

Таблица 1

**Аналогии параметров транспортного (материального) потока и электрического тока**

Электрический ток	Транспортный (материальный) поток
$I_3$ - сила тока	$I$ - интенсивность материального потока $I = m \frac{N - v}{l}$
$U_3$ - напряжение	$U$ - напряжение материального потока $U = mg(\psi \pm i)$
$R_3$ - сопротивление	$R$ - сопротивление движению материального потока $R = \frac{g(\psi)l}{qv}$

Установленные аналогии позволяют в дальнейшем использовать принципы Кирхгофа для расчета транспортных сетей любого объема и сложности [4].

Электродинамическое моделирование может быть применено к решению весьма актуальных проблем заторовых явлений.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Афанасьев Л.Л., Дьяков А.Б., Иларионов В.А. Конструктивная безопасность автомобилей. – М.: Машиностроение, 1983. – 212с.

2. Боровской А.Е., Остапко А.С., Шевцова А.Г. «Транспортная проблема и различные сферы деятельности», Сборник научных трудов Sword по материалам международной научно-практической конференции, г.Одесса 2012 стр. 72-79.

3. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения: Учеб. для вузов

5-е изд., переработано и дополнено. - М.: Транспорт, 2001. - 247 с.

4. Кущенко С.В. Возможный принцип моделирования транспортных потоков и прилегающих к проезжей части автомобильных стоянок / А.И. Шутов, Н.А. Загородний // Мир транспорта и технологических машин. - 2012. № 1. - С.88-94.

5. Новиков И.А. Технические средства организации движения: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – 243 с.

6. Новиков И.А., Шевцова А.Г. «Влияние изменения задержек транспортных средств на количество режимов работы светофорного объекта», журнал «Мир транспорта и технологических машин», Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс, г. Орел 2011 стр. 62-68.

7. Петридис А.В., Новиков И.А., Воля П.А. Организация движения: Учеб. пособие.– Курск: Изд-во Планета, 2011. – 287 с.