

## *Литература*

1. Табунщиков, Ю.А. Принципы формирования энергоэффективных жилых районов. // АМИТ. – 2012. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.marhi.ru/AMIT/2012/special\\_12/tabunchikov/abstract.php](http://www.marhi.ru/AMIT/2012/special_12/tabunchikov/abstract.php) (дата обращения 5.03.2013).
2. Бродач, М.М. ВПККІ – новый взгляд на энергосбережение / М.М. Бродач // АВОК. – 2002. – № 6.
3. Зеленые технологии устойчивого развития // Экопедия. – 2013. [Электронный ресурс]. URL: <http://ecorussia.info/ru/ecopedia>.
4. Проекты в Европе // Проекты. – 2013. [Электронный ресурс]. URL: <http://ecorussia.info/ru/projects>.
5. Григорьев, В.А. Экологизация городов в мире, России, Сибири / В.А. Григорьев, И.А. Огородников. – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2001. – (Сер. Экология. Вып. 63).
6. Маслов, Н.В. Градостроительная экология / Н.В. Маслов. – М.: ФГУП Издательство «Высшая школа», 2003.

УДК 338:656:711

### **УРБОТРАНСКОНГЕСТИЯ ИЛИ ПЕРЕГРУЗКА ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ГОРОДОВ URBOCONGESTION OR OVERLOAD OF THE URBAN TRANSPORT SYSTEMS**

***Гук В.И.***, доктор технических наук, профессор;

***Гук В.И.***, студент 5-го курса архитектурного факультета,  
(Харьковский национальный университет строительства и архитектуры)

***Hooke Valery***, Doctor of Technical Sciences, professor;

***Hooke Vladimir***, student, Architecture department,  
(Kharkiv national university of building and architecture)

**Аннотация.** *Обсуждается новое состояние продолжительных заторов в больших транспортных системах, которое в мировой практике определено как traffic Congestion, изучено, формализовано и описано как распределение удельной интенсивности (обратная величина напряженности движения) в 1980-х годах и далее в трудах Харьковского национального университета строительства и архитектуры, приводятся определения понятия конгестии и критерии оценки её состояний.*

**Abstract.** *Discussed the new state of prolonged congestions at major transport systems, which in a world practice defined as traffic congestion, were studied, formalized and described as the distribution of the specific intensity*

*(the reciprocal of motion tension) in the 1980s and later in the works of Kharkov National University of Construction and Architecture, the definitions of the concept of congestion and the criteria for the assessment of its states.*

## **Введение**

Город без движения – это огромное кладбище с прекрасными склепами. Города и движение их жителей существовали повсеместно с первых больших человеческих поселений и перегрузка городских улиц и дорог приводила к их реконструкции, расширению, к новым видам более скоростного индивидуального и массового транспорта, что в свою очередь вело к росту городов, численности его населения и опять к перегрузке транспортных коммуникаций. Поэтому заторы дорожного движения представляют собой вызов для всех крупных и растущих городских районов, а эффективное управление городским хозяйством требует тщательного баланса между выгодами от агломерации и убытками от чрезмерной перегруженности транспортных систем, ориентированного на политику и научно-обоснованные рекомендации для эффективного управления заторами и ликвидации чрезмерного скопления в крупнейших городах [4].

Целью данного доклада является обеспечить политиков и технический персонал стратегическим видением, концептуальными основами и указаниями с некоторыми практическими инструментами, которые необходимы для управления перегрузкой так, чтобы уменьшить ее общее воздействие на отдельных лиц, семей, общин и городское общество в целом.

## **Основное содержание. Проблемы перегрузки улиц и дорог**

В Харькове, как и во всех городах Мира, под неудержимым уровнем автомобилизации населения, особенно в крупных и крупнейших городах (мегаполюсах), возникло новое состояние городского движения Urban Traffic Congestion или транспортная конгестия, т.е. переполнение автомобилями улиц и дорог и как результат – медленное колонное движение с заторами. Данное состояние фиксировалось нами на Садовом Кольце в г. Москве еще в 1968 г. и описано в публикациях 1970-х годов, где показано, что после уровня пропускной способности (максимальной интенсивности) до перенасыщения транспортом при колонном движении со скоростью  $V = 7-4$  км/ч и остановками  $V = 0$  проходит всего 1,66 минуты, а далее, как говорят журналисты – «тянучки» и заторы. Наблюдалась случайная (нерекуррентная) конгестия, возникшая под влиянием ДТП или перекрытия движения при ремонтных работах на прилегающих полосах, ибо тогда уровень автомобилизации не превышал 20 автомобилей на тысячу жителей. Явно отсутствовали дублирующие магистрали общегородского значения, куда можно было перенаправлять транспортные потоки. Другая причина перенасыщения

транспортом имеет место в настоящее время. Заторы возникают как минимум утром, днем и вечером на всех регулируемых пересечениях и магистралях, зауженных сплошными автостоянками. Это постоянная или рекуррентная конгестия.

Присуща конгестия в переполненных салонах общественного пассажирского транспорта (метро, трамвай, автобус и троллейбус) и пешеходным потокам в метро, на стадионах и на перонах железнодорожных вокзалов.

В странах с высоким уровнем автомобилизации до 500–800 авт. на 1000 жителей состояние конгестии транспортных потоков возникло в послевоенные 50-е годы и повсеместно укореняется в настоящее время. Строительство новых многополосных автобанов и городских магистралей при их малой линейной и особенно квадратичной плотности существенно отстает от уровня перенасыщения транспортными потоками и поэтому возникает задача управления состояниями транспортных потоков, в снижении уровня перенасыщения методами повышения пропускной способности улиц и дорог города и в первую очередь магистралей общегородского значения.

В крупнейших городах Мира в часы-пик состояние перенасыщения людских потоков наблюдается и в пассажирском транспорте, и в пешеходных центрах. Конгестия – это уже общегородская проблема всей транспортной системы.

Профессора А.Ю. Михайлов [1] и В.В. Сильянов подробно освещает феномен Congestion и глубоко сожалеют о бездеятельности городских властей в реконструкции существующих улично-дорожных сетей.

К сожалению рост конгестии, с возрастающей численностью ДТП, наблюдается и в городах Украины. Нет грамотной, на основе законов состояния транспортных потоков, реконструкции улиц и дорог с повышением пропускной способности пересечений в одном уровне, планировки пересечений в разных уровнях, дублирующих магистралей, применения программных алгоритмов, учитывающих новые состояния потоков в системах АСУ Д. Особенно на низком уровне находится организация дорожного движения. Причина по мнению властей в отсутствии денег. Но если поднимать с земли деньги, которые теряются жителями городов в тянучках и заторах (а это миллиарды), то уже давно можно было бы за их счет построить прекрасные автомагистрали скоростного непрерывного движения, создать системы скоростного пассажирского транспорта и совершенствовать организацию дорожного движения. Международный опыт внебюджетного финансирования развития городских транспортных систем имеется, есть методика в Харьковском национальном университете строительства и архитектуры (ХНУСА), но нет желания властей ее внедрять.

Как правильно подчеркивается в работе [1], в первую очередь, для управления состоянием транспортной конгестией необходимо привлече-

ние высокой науки, ибо соответствующие критерии, построенные на отношении фиксируемой интенсивности ( $N$ ) транспортных потоков к их максимальному значению ( $N_m$ ) на уровне пропускной способности в пределах 0,7–0,8 загрузки имеет два состояния: до уровня пропускной способности, где движение нормальное, и за уровнем пропускной способности, где за время 1,66 минуты от максимальной точки бифуркации ( $N_m$ ) образуется медленное колонное движение и возникает затор. При этом скорость транспортного потока снижается от 82 до 4 км/ч и далее – до нуля.

Следовательно, критерий загрузки  $Z = N/N_m$  некорректен для оценки состояния конгестии и поэтому используется критерий насыщенности транспортного потока ( $P$ ), как отношение фактической плотности потока на километре пути ( $Q$  авт./км) к максимальной плотности при заторе ( $Q_m$ ). Уровень пропускной способности находится в пределах значений плотности в 50–60 авт./км. Влияние на максимальное значение плотности оказывает фактическая длина автомобиля 5 или 4 метра. Плотность потока это мгновенная величина и легко определяется через спутник. Но это уже нереальный масштаб времени. На небольших участках улиц и дорог и при высоком расположении видеокамер возможно использовать, для определения уровня насыщенности транспортного потока и момента возникновения конгестии, видеосъемку.

Кроме того, для выявления заторовых состояний в ряде стран используется характеристика состояний – «темп движения»  $U$  ч/км, т.е. – сколько времени тратится автомобилем на прохождения километра пути при нормированном значении скорости. Понятно, что если при прохождении одного километра пути со скоростью в 60 км/ч затрачивается намного более 1 минуты, то уже имеет место заторовая ситуация и необходимы мероприятия по ее ликвидации: пересмотр светофорного цикла, уширение перекрестка, строительство пересечения в разных уровнях и т.д. Однако при этом возникает проблема в постоянном определении фактического времени движения.

В то же время, при существующих методах видеонаблюдений целесообразно использовать в виде критерия состояний городского движения реальное значение уровня насыщенности по дистанции между автомобилями, учитывая, что если дистанция превышает 15 метров, то движется ненасыщенный поток, если дистанция меньше 15 метров, то поток перенасыщается и быстро возникнет затор. Дистанция в 15 метров (три длины автомобиля) имеет место на уровне пропускной способности [2].

Перегрузка транспортных систем пассажиропотоками, транспортными средствами, перенасыщенность автотранспортных и пешеходных потоков, заторы – это разные состояния городского движения, которые Центр транспортных исследований Европейской Конференции Министров Транспорта объединил в понятие URBAN TRAFFIC CONGESTION.

**1. Определения и характеристика конгестии** основаны на исследовании природы traffic затора, определении его характеристик и воздействий на городские транспортные системы, что расширяет восприятия контекста и природы движения в условиях конгестии, чтобы принять более целостный и эффективный подход к управлению ее состоянием.

Многие политики были избраны на обещании, что покончат с traffic заторами и многие гражданские инженеры, сотрудники ГАИ и транспортные планировщики тратят свою карьеру, пытаясь осуществлять это обещание. Однако немногим удается достичь успеха или их успехи были удивительно недостаточны в контексте и непродолжительны.

Почему такие постоянные неудачи и робкие авансы в борьбе с затором? Затор обычно описывается в науке как условие, которое появляется, когда есть слишком большое движение на дороге, где скапливаются автомобили, т.е. возникает максимальная плотность потока и все автомобили останавливаются (это затор). Это, на вид простое определение, однако, служит больше для усложнения действительной конгестии, чем оказывает помощь в ее понимании. Транспортная конгестия – есть сложный результат превышения комплексов в городских транспортных системах над их оптимальным состоянием.

Как и в других сложных системах, понимание ближайших причин явления редко обеспечивается достаточной интуицией во всей транспортной системе. Пока многие исследования конгестии раскрывают явление интуитивно «в дорожных условиях», используя только измерители физического потока (интенсивность, скорость, плотность и т.д.). Данный подход, видимо, в конечном счете, не очень производителен, так как не дает комментарий того, какие аффекты конгестии возникают в полной работе транспортной системы в сочетании с нетранспортными социальными задачами (городская структура, занятость, дорожные цены, и т.п.).

**1.2. Что такое – конгестия.** Большинство специалистов знают, что такое затор и вероятно имеют собственное определение этого явления. Однако, когда требуются точные определения конгестии быстро уступает место описательным терминам («остановленное движение») и причинные объяснения (слишком «большое движение»). Они резонируют с исследованиями заторов, но только способствуют граничному пониманию явления. Понимание качества восприятия конгестии дорожными специалистами широко изменяется под влиянием пользователей городских улиц и дорог. Так Великобританский Отдел Транспорта подчеркивает [1], что нет еще никакого универсально принятого определения того, что точно есть «конгестия». Эта ситуация усложняется фактом, что конгестия есть физическое явление, которое может быть количественно описано как субъективно опытная ситуация, которая изменяется от автомобиля к автомобилю и от места для их размещения. Пока много людей инстинктивно «знают»,

что такое затор, немногие могут говорить с необходимой точностью, когда дорожные условия «переполнены» и где это состояние перестает так существовать. Недостаток точного определения усложняет вопросы, ибо целесообразность транспортной политики, начиная с любого решения управлять конгестией, должна будет идеально основываться на общем понимании относительно того, что прежде чем управлять, нужно знать чем управлять, нужно знать что такое конгестия.

**1.3. Определение Конгестии.** Конгестия – это *физический феномен*, имеющий отношение к состоянию, в котором транспортные средства препятствуют движению друг другу, поскольку требуют для ограниченной пропускной способности дороги радикальных подходов, также это и *относительный феномен*, имеющий отношение к работе системы ожидания пользователей и дороги. Конгестия в народном смысле – неспособность достичь места назначения в удовлетворительном для этого времени благодаря медленным или непредвиденным скоростям передвижения.

Если на уровне пропускной способности имеют место насыщенные транспортные потоки, то за уровнем пропускной способности, по мнению автор, в конгестии наблюдается перенасыщенное их состояние, быстрое падение скорости потока за 1,5–2 минуты в плоть до затора, когда все автомобили долго стоят друг за другом (максимальная плотность потока).

Обзор большинства популярных и ориентированных исследований по реконструкции улиц и дорог позволил выявить некоторую постановку следующей фразы: Конгестия – ситуация, в которой спрос на дорожное пространство превышает предложение. Это правильное экономическое определение, так как оно идентифицирует центральную характеристику конгестии: неадекватность предоставления дорожного пространства относительно спроса. Однако, оно оставляет желать лучшего, как оперативное определение, так как обеспечивает малую интуицию в многообразном комплексе связанных факторов. Это руководство к несоответствию предложений против спроса. Данное определение потребовало много усилий транспортных инженеров, чтобы «разрешить» проблему конгестии, увеличивая ее гибкость – то есть, выполняя работу с узкими местами или расширяя вместимости сети улиц и дорог. В некоторых обстоятельствах это, оказывается, является эффективным ответом. Все же можно сказать, что расширение магистралей – как автономное приложение транспортной политики – «решило» многое из каких-либо проблемных полных уровней конгести. Действительно увеличение в классе улицы может во многих (но не всех) обстоятельствах приводить к большему использованию магистрали без снижения общей конгестии и воздействуют на общую ее доступность автомобилистам. К этому же не требуется знания ни вместимости – ни даже определение конгестии непосредственно как «исправленные» переменные. Транспортный спрос изменяется значительно в часы дня, дни недели, и в сезоны года,

и также подвержен существенным колебаниям благодаря развлекательным поездкам, специальным событиям, и непредвиденным случаям. Доступная вместимость, которая часто рассматривается, как улучшенная, также изменяется постоянно: ее значения часто уменьшены поведением водителей на дороге, дифференцированием скорости между транспортными средствами, инцидентами (ДТП и блокировкой транспортных средств), ремонтные зоны, неблагоприятная погода, и другие причины.

В более искусственном определении было сформулировано. Конгестия – это когда транспортные средства потока навязывают друг другу, благодаря скоростному режиму, взаимоотношение, в условиях въездов, где использование транспортных систем определяется вместимостью дорог. Это определение выделяет два, определяющих свойства перенасыщения дорог. Первое, когда транспортные средства навязывают ограничения уже тем, что движутся друг за другом. Второе свойство содержится в понятии «взаимоотношение скоростного потока». Данное понятие послужило основой для понимания механики конгестии и образования очередей и определило самые оперативные ответы к проблеме. Это, описанное нами ранее, состояние напряженности в транспортном потоке.

Состояния напряженности, которые возникают в транспортном потоке за уровнем пропускной способности, (современный термин *транспортная конгестия*) формализованы и описаны авторами в 1980-90 годах, см. на русском языке в [3].

Для более «тонкого» управления движением автотранспорта в городе с внедрением современных АСУ Д предлагаются критерии, учитывающие изменения состояний насыщенных потоков.

1. Критерий  $A = Nx/\lambda V$  – мера отношения между макродвижением потока и микродвижением автомобилей, выраженных через количества потока  $\lambda$ , на участке дороги длиной  $x$ . Во времени макродвижение будет определенной быстротой увеличения количества автомобилей в потоке, т.е.  $\lambda/T$  и критерий  $A$  будет в данном случае иметь другую качественную форму  $TN/\lambda$ . Если рассматривать процесс движения транспортного потока как изменение дорожного и транспортного потенциалов, которое характерно для регулируемых перекрестков, тогда микродвижение будет определено отношением напряжения  $C$  к инерционности  $J$  и к средней скорости транспортного потока. Критерий будет иметь вид  $A_p = N \sqrt{CJ}/V$ . Напряженность возникает при сжатии потока перед перекрестком, а инерционность – когда поток срывается с места при включении зеленого сигнала.

2. Критерий  $B = MN/QV$  – это мера состояния транспортного потока. Это количественная характеристика, однако она не раскрывает качественную сторону процесса, так как при одном и том же значении интенсивности возможны два состояния потока: свободное и насыщенное движение. Все же критерий  $B$  присущ многим задачам.

3. Критерий  $B = TV/x$  устанавливает соотношение между характерным значением времени  $T$ , как некоторым периодом развития процесса движения (например, сигналом светофора, который позволяет движение, циклом светофора), и характеристикой продолжительности движения потока по участку единичной длины  $x$ . Критерий  $B$  возникает из-за нестационарности процесса движения транспортного потока. Математическим аналогом критерия  $B$  в физике служит число Strukhala в физике ( $Sh$ ). Математическое выражение  $B$  зависит от постановки задачи. Произведение критериев  $A \times B = Eu$  соответствует известному комплексу, называемому в физике числом Эйлера ( $Eu$ ), то есть  $Eu = Nx/QTV^2$ . Выражение  $QV^2$  как масштаб отнесения должно применяться при построении безразмерной формы любого динамического эффекта, который возникает в транспортном потоке, поскольку представляет собой мощность движения  $M$ . Отсюда аналогом числа Эйлера в транспортном потоке будет комплекс  $\xi_{nm} = Nx/MT$ , который является очень интересным отношением распределенной в пространстве интенсивности к распределенной во времени мощности движения. Однако  $MT = H$ , потому движение транспортного потока с интенсивностью  $N$  по участку дороги длиной  $x$  равняется работе  $H$ , выполненной потоком на этом участке за время его прохождения. Из условия  $\xi_{nm} = 1$  данный критерий позволяет определить расстояние  $x$  к пересечению, где интенсивность через время  $T$  будет равняться наблюдаемой в начальном пересечении. Этот прогноз очень важен для управления дорожным движением, тем более, что  $N$  и  $V$  постоянно фиксируются в определенных пересечениях.

4. Критерий  $\Gamma = Qx/\lambda$  является отношением фактической плотности потока к усредненной плотности. При решении задач движения во времени  $x = Vt$ , тогда  $\Gamma = QVT/\lambda$ . Отношение  $\lambda/V$  представляет инерционность транспортного потока, а произведение  $QT$  – сопротивление движения внутри потока под воздействием плотности (близости автомобилей в просторные дороги). Следовательно, критериями  $\Gamma$  измеряется отношение энергичности потока к внутреннему сопротивлению движения. Несомненно, это одно из важных соотношений, от которого зависят основные, наиболее глубокие свойства транспортного потока. Объясним это утверждение.

Как известно, движущийся транспортный поток находится под воздействием внешних возмущений, вызванных геометрическими элементами улиц и дорог, средствами организации дорожного движения, пешеходами и так далее. Эти возмущения несомненно носят случайный характер и не связаны с механизмом потока. Однако эффекты, которые возникают в транспортном потоке под воздействием возмущений, развиваются вполне закономерно, и вызваны они именно механизмом процесса движения.

Внутреннее сопротивление движению в потоке обусловлено близким расположением автомобилей в потоке, то есть его плотностью. В плотном



потоке нивелируются различные возмущения, нарушающие медленное колонное движение.

Диаметрально противоположную роль играет инерционность потока, которая возникает как только начинает увеличиваться расстояние между автомобилями и создаются условия для более свободного движения. В результате водители увеличивают скорость автомобилей, что в свою очередь действуют на поток, возмущая, поддерживая и усиливая неупорядоченность движения.

Таким образом, возмущения, которые возникают в транспортном потоке, попадают под воздействие двух противоположно направленных влияний водителей, из которых одно стремится их приглушить, а другое – усилить. Последующее развитие процесса движения зависит от интенсивности указанных явлений. Этим подтверждается реализация движения транспортного потока в глубоко различных формах. Первая – колонное движение – отличается упорядоченностью и простотой свойств. Движение потока и автомобилей в потоке находится в полном соответствии друг с другом. Для второй формы – свободное движение – характерна высокая степень неупорядоченности, связанная с большой сложностью свойств. Соответственно движение транспортного потока в целом не определяет характер движения его автомобилей. Видимое постоянство интенсивности не исключает непрерывного изменения условий движения в каждом сечении дороги, что проявляется в непрерывном колебании параметров, определяющих состояния потока около своих средних значений.

Выполненное исследование основывается на понимании реального движения транспортного потока как результат синтеза двух режимов движения – главного насыщенного (колонного) и свободного. Вопрос о том, какой именно режим движения транспортного потока должен установиться в конкретных условиях возможно решить с помощью отношения инерционности и внутреннего сопротивления.

Числовое значение критерия  $\Gamma$  не может быть строго пропорциональным отношениям  $QVT/l$ , поскольку в разных сечениях дороги это отношение может иметь достаточно разные значения, однако разным режимам движения с помощью критерия  $\Gamma$  придается количественная оценка. Аналогом критерия  $\Gamma$  в физике является критерий Рейнольдса [2; 3].

Таким образом, применение метода обобщенных переменных позволяет получить не только количественную оценку разных участков улиц и дорог с позиции безопасности и эффективности дорожного движения, но и определить критерии для управления дорожным движением, которые являются основой алгоритмов управления в реальном масштабе времени, опубликованных в [2; 3].

## *Литература*

1. Михайлов, А.Ю. Национальные особенности борьбы с пробками / А.Ю. Михайлов // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния: материалы XVIII межд. науч.-прак. конф. – Ек.: Изд-во АМБ, 2012. – Ч.3. – С. 34–39.
2. Гук, В.І. Транспортні потоки: теорія та її застосування в урбаністиці / В.І. Гук, Ю.М. Шкодовський. – Харків: «Золоті сторінки», 2009. – 233 с.
3. Гук, В.И. Элементы теории транспортных потоков и проектирования улиц и дорог / В.И. Гук. – Киев: УМК ВО, 1991. – 255 с.
4. URBAN TRAFFIC CONGESTION. – ЕКМТ, 2007.

УДК (728+725):628.9

### **КРИТЕРИИ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ И В АРХИТЕКТУРЕ ЗАКРЫТЫХ ПРОСТРАНСТВ CRITERIA OF THE LIGHT ENVIRONMENT IN THE URBANIZED TERRITORIES AND IN ARCHITECTURE OF THE CLOSED SPACES**

*Василенко А.Б.*, кандидат технических наук, доцент,  
декан архитектурного факультета

(Харьковский национальный университет строительства и архитектуры,  
г. Харьков)

*Vasilenko A.B.*, Candidate of Technical Sciences, associate professor,  
dean of architectural faculty

(Kharkov national university of building and architecture, Kharkov)

**Аннотация.** *В работе выявлены критерии световой среды на урбанизированных территориях, а также в архитектуре закрытых пространств разного назначения (жилища, производственных помещений, городского транспорта, включая метрополитен, предприятия торговли и службы быта, учреждения культуры и пр.).*

**Abstract.** *In work criteria of the light environment in the urbanized territories, and also in architecture of the closed spaces of different function (the dwelling, production rooms, city transport, including the subway, trade enterprises and consumer services, cultural institutions and so forth) are revealed.*

## **Введение**

Цель работы – выявить и проанализировать критерии световой среды на урбанизированных территориях и в архитектуре закрытых пространств.

**Актуальность темы работы.** На селитебных территориях Европы, Азии и других материках происходят изменения инсоляционных ресурсов,