

**О.В. Грушина,  
А.А. Сергеев**

## **ЦИФРОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО УПРАВЛЕНИЮ ГОРОДСКИМ ТРАНСПОРТОМ**

Статья посвящена возможностям развития градоустроительной деятельности в области управления городским транспортом на основе целесообразности использования экономических методов решения проблем дорожной перегруженности, в частности налога на перегруженность. Дано экономическое обоснование эффективности вложений в IP-систему видеонаблюдения и фиксации транспорта, а также обоснован выбор временных периодов и участков городских дорог для взимания налога, который должен быть направлен на поддержание качества городских трасс.

*Ключевые слова:* территориальное планирование; градоустроительная деятельность; налог на перегруженность; городской транспорт; перегруженность движения; пробки на городских дорогах.

**O.V. Grushina,  
A.A. Sergeev**

## **DIGITAL OPPORTUNITIES FOR THE DEVELOPMENT OF URBAN PLANNING ACTIVITIES IN THE MANAGEMENT OF URBAN TRANSPORT**

The paper is devoted to the possibilities of developing urban planning activity in the field of urban traffic management using economic methods for solution problems of traffic congestion, in particular, the congestion tax. The economic rationale for the effectiveness of investments in the IP-based system of video observation and fixation of traffic is given. Also, the choice of time periods and sections of city roads for tax collection, which should be aimed at maintaining the quality of the roads, is justified.

*Keywords:* territorial planning; town-planning activity; congestion tax; urban transport; traffic congestion; traffic jams on city roads.

Наиболее перспективным и оптимальным решением по совершенствованию организации дорожного движения, как показывает зарубежный опыт многих развитых стран, является повсеместное развитие комплексных систем управления дорожным движением с применением экономических методов управления спросом. Стоит отметить, что для этого имеются все необходимые предпосылки. Прежде всего, эти мероприятия могут быть реализованы в кратчайшее время с минимальными затратами по сравнению с дорожным строительством. Во-вторых, внедрение подобных систем позволит максимально использовать возможности имеющейся улично-дорожной сети и максимально учитывать потребности участников дорожного движения. В-третьих, развитие адаптивных инструментов экономического регулирования является одним из

наиболее оперативных и эффективных методов совершенствования организации дорожного движения в современных условиях на городских магистралях и на улично-дорожной сети городов [1, с. 12].

Российскими учеными М.Я. Блинкиным, А.А. Гасниковым, Ю.А. Дорном предлагается простейшая динамическая модель бимодального расщепления спроса на городские передвижения, в которой отличительной особенностью является учет эволюционной составляющей в механизме расщепления [2, с. 25], а также используется парадокс Брайеса, который произрастает из неэффективности равновесия Нэша – Вардропа с точки зрения общественного блага, т.е. из-за эгоистичности водителей суммарные издержки всех водителей в равновесии выше, чем вообще могли бы быть при некотором другом распределении [3, с. 16], в качестве преодоления выявленного неравновесия авторами предлагается введение платных дорог. Однако в российских условиях платные дороги представляются весьма непопулярной мерой и воспринимается большинством населения как антисоциальная.

Для поддержания оптимальной интенсивности движения местные власти могут использовать такой инструмент, как налог на перегруженность. Налог в размере внешних затрат позволяет трансформировать внешние эффекты во внутренние, что обеспечивает оптимальное соотношение водителей. Основной целью использования инструмента налога на перегруженность в условиях метрополитенского ареала является достижение точки оптимума для общества при обеспечении доступа к городским дорожным сетям [4, с. 76].

Так как налог на перегруженность устраняет интервал между частными и общественными издержками, при принятии решения о поездке отдельный водитель вынужден учитывать общественные издержки, следовательно, дорога может быть использована более оптимально. Однако, чтобы эффективно выполнять свою функцию, налог на перегруженность должен быть изменяем во времени и пространстве. Налог должен быть выше на самых перегруженных участках дорог, обычно это центральные «транспортные артерии» метрополитенских ареалов, соединяющие общественно-деловую зону с жилой зоной и пригородом [4, с. 221].

Для эффективной реализации данного механизма, а также расчета эконометрических показателей местной администрацией необходимо определить способ взимания платы за пользование участком городской дорожной сети. В качестве традиционного варианта следует рассмотреть возможность установки на каждом въезде в «зону перегруженности» специализированных пунктов (будок) со шлагбаумами и взимать плату непосредственно с участников движения. Безусловно данное решение непрактично, так как процесс сбора (расчета, выдачи сдачи) еще более будет усугублять перегруженность. Необходимо отметить, что данный подход к организации расчета требует осуществить монтаж множества конструкторских сооружений, обеспечить их обслуживание, а также содержать довольно крупный штат сотрудников. В итоге даже на предварительном рассмотрении традиционного способа отчетливо прослеживается его экономическая и функциональная несостоятельность.

Более прогрессивным альтернативным решением является использование IP-систем видеонаблюдения и фиксации. Данный подход обладает рядом уникальных конкурентных преимуществ. Первый аспект заключается в том, что использование данной системы не замедляет городской трафик, транспорт движется в пределах допустимой скорости, для въезда на регулируемый участок не требуется дополнительная остановки и задержка.

Второе преимущество выражено в том, что основная масса таких процессов автоматизирована и не требует специального вмешательства человека, а значит, нет необходимости содержать большой штат сотрудников. Третий аспект состоит в «легком» и менее затратном процессе совершенствования, модернизации и адаптации данной системы. Отдельные ее элементы легко заменить, перепрограммировать или перенастроить. Следующее – данная система позволяет фиксировать и обрабатывать неограниченное значение количества пользователей участка дороги, фильтровать, сортировать информацию, при необходимости существует возможность сформировать отчет о датах и времени въезда на участок для любого конкретного пользователя. Также значительным преимуществом данного решения является то, что использованное технологическое решение уже некоторое время существует на рынке, есть опыт его использования в схожих сферах. Это свидетельствует о надежности и эффективности данной цифровой системы, а также о том, что для ее использования в решении проблем перегруженности требуется небольшая доработка и техническая апробация.

Принцип работы такой системы заключается в том, что автомобиль, въезжающий на определенный участок дороги, попадает в поле зрения видеокамеры, государственный регистрационный знак транспортного средства фиксируется, распознается и обрабатывается специализированным программным обеспечением. Алгоритмом программы предусмотрено исключение дублирующих регистраций въезда для одного автомобиля в рамках одной поездки, так как один въезд предусматривает пользование дорогой на всей ее протяженности. Далее плата за пользование дорогой может быть списана моментально с банковской карты или счета владельца транспортного средства либо по итогам месяца ему будет направлен счет. Например, при величине налога на перегруженность 157 р. (оптимальный размер налога, рассчитанный нами ранее [5, с. 131]) автомобилист, который воспользовался перегруженной дорогой 20 раз в течение месяца, получит квитанцию на оплату в сумме 3 149 р.

Следует учесть, что данная мера провоцирует людей использовать личный транспорт более «компактно». Следовательно, если одним автомобилем для поездки на работу одновременно пользуются сразу трое людей («автомобильный пул» особую популярность имеет в США), то размер налога на поездку в расчете на одного человека составит 52,3 р. Для маршрутного такси со средней вместимостью 12 пассажиров сумма составит порядка 13 р. с человека, а для крупного автобуса вместимостью более 50 чел. – меньше 3 р. с человека. Также следует предусмотреть возможность субсидирования общественного транспорта для повышения его привлекательности и сдерживания роста цен на проезд.

Следующий этап предполагает определение временных промежутков, когда будет взиматься налог на перегруженность. Прослеживая закономерности и

тенденции данной проблемы, можно прийти к выводам, что налог на перегруженность должен взиматься 20 дней в месяц (рабочие дни, в соответствии с производственным календарем) без учета государственных праздников, а также исключительно в утренние и вечерние часы пик. Это время для Иркутска можно ограничить с 8:00 до 10:00 утра и с 17:00 до 20:00 вечера. На это время приходится основное число поездок, совершаемых маятниковыми мигрантами иркутской агломерации. В общей сложности действие налога на перегруженность будет распространяться в среднем на 100 из 720 ч ежемесячно.

Для расчета издержек на создание IP-системы видеонаблюдения и фиксации следует взять за основу конкретный участок дорожной сети. Улица Байкальская находится в Октябрьском районе г. Иркутска и является одной из основных транспортных магистралей города, соединяя центральную часть с рядом районов и пригородом. Длина улицы на участке от плотины ГЭС до улицы Советская составляет порядка 3 730 м. И, несмотря на изрядную ширину данной дороги, которая составляет от двух до четырех полос движения в каждую сторону, а также на относительно высокое качество дорожного полотна, подземные пешеходные переходы, данная улица традиционно становится центром притяжения дорожной перегруженности. В часы пик проезд по данному участку может составить до 50–70 мин. К данному участку имеется 31 примыкание, включая перекрестки и дворы со сквозным проездом.

На основании отраслевого дорожного методического документа федерального дорожного агентства (Росавтодор) и стандарта государственной компании «Российские автомобильные дороги»<sup>1</sup> рассчитана нормальная пропускная способность данного участка дороги. С учетом коэффициента светофорного регулирования перекрестков и пешеходных переходов, а также коэффициента движения городского общественного транспорта она составляет порядка 1 400 единиц транспорта в час для одного направления. Для данного уровня интенсивности средняя скорость движения потока составляет 60 км/ч. Даже при незначительном превышении пропускной способности прослеживается значительная динамика снижения средней скорости потока, которая при 1 600 единицах составит порядка 40 км/ч, а при 1 800 единицах снизится до 20 км/ч.

Следовательно, для данного участка необходимо не столь значительное снижение уровня перегруженности. При обычном уровне интенсивности движения для Иркутска будет достаточно снижение интенсивности на 10–15 % от общего трафика, что позволит приблизиться к оптимальной пропускной способности улицы.

С учетом 31 примыкания для контроля въезда на данный участок дороги потребуется 44 IP-видеокамеры с возможностью распознавания государственных регистрационных транспортных средств, движущихся на скорости не менее чем 80 км/ч. Данные устройства располагаются с обеих сторон дороги на крупных развязках и перекрестках, чтобы исключить слепые зоны и возмож-

---

<sup>1</sup> Об утверждении Рекомендаций по прогнозированию интенсивности дорожного движения на платных участках автомобильных дорог Государственной компании «Автодор» и доходов от их эксплуатации. Стандарт Государственной компании «Автодор» СТО АВТОДОР 2.2-2013 Проектирование, строительство, эксплуатация автомобильных дорог : приказ Гос. компании «Российские автомобильные дороги» от 12 апр. 2013 г. № 65.

ность закрытия одного транспортного средства другим. Устройства размещаются сверху при прямом (линейном) въезде на участок дороги, а также на небольших выездах и перекрестках.

По открытым данным российского представителя компании Hikvision, а также других партнеров компании флагманская модель устройства с максимально доступным функционалом DS-2CD4026FWD/P-HIRA обойдется в розницу в 119 890 р. Данная модель обладает максимальным цифровым расширением записи, инфракрасной подсветкой на расстоянии 120 м, функциями распознавания в условиях недостаточного освещения, а также защитой от всех видов осадков и суровых климатических условий, что очень актуально для климата Восточной Сибири. Модели-конкуренты других производителей обойдутся существенно дороже. Также при необходимости можно использовать более доступные устройства. Необходимо отметить, что производитель предлагает скидку 15 % при единовременной покупке партии более 30 устройств.

Современный рынок предлагает большой объем соответствующего программного обеспечения, с помощью которого оцифрованная информация с улиц города систематизируется и сводится в единую базу данных. Стоимость таких пакетов базируется в среднем от 10 до 50 тыс. р. Вышеупомянутый производитель готов предоставить свой программный продукт в подарок при приобретении более 30 устройств фиксации. При этом любой софт все же необходимо будет апробировать перед созданием описываемой модели. Однако у большинства продуктов на рынке наблюдаются типичные недостатки: отсутствие русифицированных версий, скудный функционал, отсутствие технической поддержки производителя. Данные нюансы учтены в продукте PTV ITS отечественных компаний SISTeMA и PTV Group. При стоимости пакета программного обеспечения 129 500 р. производитель берет на себя его настройку и техническую поддержку. Также данный софт имеет возможность централизованно управлять отстройкой светофоров, обеспечивает динамический прогноз транспортных потоков, позволяет управлять ими.

Также на всех перекрестках и въездах потребуется установка предупреждающих дорожных знаков со световозвращающими характеристиками, соответствующих ГОСТ Р 52290-2004. Цена таких изделий варьируется от 480 до 500 р. за единицу. Для организации полноценного информирования участников движения на данном участке дороги потребуется не менее 40 знаков.

Таблицы 1 и 2 иллюстрируют укрупненные сметы предварительного этапа создания цифровой системы мониторинга и фиксации фактов пользования участком дорожной сети, а также регулярных (ежемесячных) расходов на обслуживание и содержание данной системы.

Текущие расходы включают в себя фонд заработной платы городского центра организации дорожного движения из расчета на пять штатных единиц, а также почтовые услуги по организации рассылки платежных квитанций в адрес владельцы транспортных средств, использовавших участок дороги в часы действия налога на перегруженность.

Таблица 1

## Смета капитальных расходов на создание цифровой системы управления городским транспортом

Статья калькуляции	Стоимость тыс. р.	Количество, ед.	Итого, тыс. р.
IP-видеокамера Hikvision DS-2CD4026FWD/P-NIRA	101,9	44	4 483,6
Пакет программного обеспечения PTV ITS	129,5	1	129,5
Предупреждающий знак металл, световозвращающий (ТипА), размер 350 × 700 мм	0,5	40	20,0
Логистические издержки	13,1	–	13,1
Монтаж оборудования системы	10,0	44	44,0
Непредвиденные расходы (10 %)	–	–	46,9
<i>Всего</i>			4 737,1

Таблица 2

## Смета текущих (ежемесячных) расходов по обслуживанию цифровой системы

Статья калькуляции	Сумма, тыс. р.	Количество, ед.	Итого, тыс. р.
Плановое обслуживание оборудования системы	25,0	–	25,0
Амортизационные отчисления	56,1	–	56,1
Заработная плата сотрудникам, включая налоги и отчисления в ПФ РФ и ФСС	42,6	5	213,0
Аренда помещения, коммунальные расходы	30,0	–	30,0
Рассылка уведомления об оплате налога на перегруженность	0,015	10 000	150,0
Оборудование, канцелярские расходы	5,5	–	5,5
Непредвиденные расходы (10 %)	–	–	47,9
<i>Всего</i>			527,5

Таблица 3 содержит расчеты зависимости интенсивности движения на участке действия налога на перегруженность, а также общих суточных объемов поступлений от действия данной меры. Чем выше уровень платы, тем меньший спрос демонстрируют пользователи дорожного участка. Плата взимается по будним дням в течение 5 ч. Так, при достижении оптимальной интенсивности движения на данном участке (1 400 транспортных средств в час) при пятичасовом действии налога на перегруженность и его размере в 157 р. сумма высвобождаемых средств за день составит 1 099 тыс. р. Это максимально возможный объем финансов, который органам местного самоуправления удастся привлечь в рамках действия данной меры.

Самые высокие значения суточного дохода приходятся на точку оптимальной интенсивности движения для общества (1 400 пользователей) и на сумму взимаемого налога в размере 157 р.

Так, общая сумма капитальных расходов составит 4 737,1 тыс. р., а сумма текущих расходов достигнет 527,5 тыс. р. в месяц. При ежедневных поступлениях (по рабочим дням) в размере 1 099 тыс. р. в месяц можно привлечь до 21 980,0 тыс. р. Следовательно, даже по истечении только первого месяца дей-

ствия данной системы после покрытия всех инвестиций и издержек высвобождается до 16 715,4 тыс. р. Данные средства направляются в специализированный фонд и идут на поддержание качества дорожного покрытия на данном участке.

Таблица 3

Динамика интенсивности движения и объема поступлений  
в зависимости от суммы налога на перегруженность

Размер налога	Интенсивность движения	Поступления от налога на перегруженность
50	2 000	500 000
70	1 900	665 000
90	1 800	810 000
110	1 700	935 000
130	1 600	1 040 000
150	1 450	1 087 500
157	1 400	1 099 000
170	1 250	1 062 500
190	1 150	1 092 500
210	1 000	1 050 000
230	700	805 000
250	500	625 000

Необходимо отметить, что если в городе будет всего один участок с функционирующей системой сбора налога на перегруженность, то весь спрос полностью перейдет на соседние дорожные узлы со свободным проездом, перегруженность будет создана на них в более усугубленном варианте. В связи с этим необходимо предусмотреть систему, включающую в себя ряд основных транспортных артерий центральной части городского округа. Однако для представленного расчета будут использованы только данные одного участка, что существенно снижает точность итоговых результатов, но часто применяется при индуктивных исследованиях.

Традиционно сложившаяся в часы пик «зона перегруженности» в Иркутске включает в себя исторический центр города (Правобережный административный округ) и часть крупных городских улиц Октябрьского административного округа, участки улиц – ул. Байкальская, Советская, Декабрьских Событий, Карла Либкнехта, Депутатская и др. С запада исторический центр ограничен каналом р. Ангара. Соответственно, периметр городской «зоны перегруженности», который требует осуществления фиксации въезда транспортных средств с учетом мостов, развилки и перекрестков, составляет порядка 10 км. Это условная длина границы зоны транспортной перегруженности городского округа «город Иркутск», где рационально проводить апробацию экономических мер управления спросом.

Смета основных капитальных расходов вырастет в 5–8 раз в зависимости от проработанности каждого варианта въезда в городской центр с учетом дворовых территорий и т.д. и усреднено может составить от 23 500 тыс. до 37 900 тыс. р.

Вместе с тем смета текущих (ежемесячных) расходов вырастет не столь значительно – не более чем в 2,0–2,5 раза. Причина этого заключается в «эффекте масштаба». Например, для обеспечения деятельности крупной системы предельная численность штатных единиц составит всего 10. Основной рост придется на статьи амортизации имущества и плановое обслуживание. Таким образом, текущие расходы должны составить не более 1 318 тыс. р. в месяц.

При этом общая сумма взысканного налога на перегруженность должна увеличиться в разы, так как «зона действия» экономической меры охватывает все наиболее популярные (и поэтому проблемные) направления движения.

Также существует возможность снижения предварительных расходов, связанных с покупкой дорогостоящего оборудования видеofиксации. Данную функцию может выполнять часть функционирующей системы видеонаблюдения (городские камеры) и видеofиксации правонарушений (автомобильные радары), расположенные на контрольных точках въезда транспортных средств в зону действия налога на перегруженность.

Городской центр организации дорожного движения мог бы выполнять функции оператора цифровых процессов управления дорожным движением. Предварительные инвестиции и текущие расходы на обслуживание инфраструктуры системы окупаются в течение первых месяцев ее внедрения. Функциональная эффективность по снижению уровня перегруженности также достаточно высока. Однако данное экономическое решение не должно рассматриваться как коммерческий проект, его целью не является получение прибыли. Поэтому все финансовые ресурсы, привлеченные в рамках внедрения налога на перегруженность, должны направляться в специализированный фонд и идти на поддержание высокого уровня дорожного покрытия «зоны платного пользования». Налог должен действовать только в рабочие дни и часы пик. А решение о его внедрении должно быть принято после общественных слушаний.

### **Список использованной литературы**

1. Eggers W. Combating Gridlock: How Pricing Road Use Can Ease Congestion. A Deloitte Research Public Sector Study / W. Eggers. – New York : Deloitte Consulting, 2003. – 44 p.

2. Блинкин М.Я. Эволюционный вывод простейшей модели бимодального расщепления спроса на городские передвижения / М.Я. Басников, А.А. Гасников // Труды Московского физико-технического института. – 2016. – № 1. – С. 25–31.

3. Гасников А.А. Автомобильные пробки: когда реальность ведет к коллапсу / А.А. Гасников, Ю.А. Дорн // Квант: научно-популярный физико-математический журнал. – 2013. – № 1. – С. 13–18.

4. Vuchic V. Transportation for Livable Cities / V. Vuchic. – Lansing : Center for Urban Policy Research, 1999. – 352 p.

5. Грушина О.В. Экономические и градоустроительные методы борьбы с дорожной перегруженностью / О.В. Грушина, А.А. Сергеев // Проблемы экономики и управления строительством в условиях экологически ориентированного развития : материалы 5-й Междунар. науч.-практ. онлайн-конф., 12–13 апр.



2018 г. / под науч. ред. И.П. Нужиной, С.А. Астафьева, Л.А. Каверзиной, Ю.Б. Скуридиной = The Problems of the Construction Economics and Management in Environmentally Sustainable Development : Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Scientific and Practical online Conference, Apr. 12–13, 2018 / ed. I.P. Nuzhina, S.A. Astafiev, L.A. Kaverzina, D.B. Skuridina [Электрон. текстовые дан.]. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2018. – С. 128–135.

### **Информация об авторах**

*Грушина Ольга Валерьевна* – доктор экономических наук, профессор, кафедры инженерно-экономической подготовки, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: olga7771972@mail.ru.

*Сергеев Андрей Андреевич* – аспирант, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: vegrees@gmail.com.

### **Authors**

*Grushina, Olga V.* – D.Sc. in Economics, Professor, Department of Engineering and Economic Training, Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation, e-mail: olga7771972@mail.ru.

*Sergeev, Andrey A.* – Post-graduate Student, Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation, e-mail: vegrees@gmail.com.