

**ПОДХОДЫ К СНИЖЕНИЮ УРОВНЯ
ЗАГРУЗКИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДОВ**
◆◆◆◆
**APPROACHES TO REDUCING THE LEVEL
OF CONGESTION OF THE URBAN ROAD NETWORK**

Коновалова Т.В.Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru**Котенкова И.Н.**Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru**Коцурба С.В.**Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru**Сенин И.С.**Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru**Леонова И.О.**Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Аннотация. В этой работе исследуются различные подходы к управлению транспортными заторами и их эффективность в крупных городах. Рассмотрено несколько примеров из существующей литературы, в которых использовались различные подходы к решению проблем с заторами на дорогах. Проанализированы преимущества и недостатки различных подходов.

Ключевые слова: индуцированный трафик; заторы; загрузка улично-дорожной сети; пропускная способность; использование автомобиля; подход.

Konvalova T.V.Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru**Kotenkova I.N.**Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru**Kotsurba S.V.**Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru**Senin I.S.**Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru**Leonova I.O.**Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru

Annotation. This paper explores various approaches to traffic congestion management and their effectiveness in large cities. Several examples from the existing literature are considered, in which various approaches to solving problems with congestion on the roads were used. The advantages and disadvantages of various approaches are analyzed.

Keywords: induced traffic; congestion; traffic congestion; traffic capacity; vehicle usage; approach.

Экономические издержки и воздействие пробок на окружающую среду в крупных мегаполисах огромны. Например, Канадский альянс налогоплательщиков установил, что стоимость дорожного движения составляет более 1,5 млрд долларов в год без учета экономических издержек, связанных с экстенсивным потреблением парниковых газов и серьезным ущербом для окружающей среды из-за смога, создаваемого неэффективно эксплуатируемыми транспортными средствами. В Москве водитель потерял 127 часов в год из-за пробок. Кроме того, в Европе заторы на дорогах составляют 20,3 % от общего объема выбросов парниковых газов, где 88,2 % всех выбросов парниковых газов приходится на CO₂. Также сообщалось, что пробки на дорогах являются основным источником выбросов других загрязнителей воздуха, таких как NO_x (58 %), НМЛОС (18 %), СО (30 %), SO_x (21 %), РМ 2,5 (27%) и РМ 10 (22 %). Во всем мире применяется множество способов борьбы с заторами на дорогах, и главная цель этих практик – сократить время, проведенное в дороге. Транспортные инженеры видят одно решение проблемы заторов в обеспечении дополнительной пропускной способности дорог, например, за счет развития кольцевой дороги, расширения дороги, разделения железнодорожных и автомобильных дорог, эстакад, улучшения пере-

крестков, развития парковок, стимулов для платных дорог и так далее. Одной из наиболее широко используемых мер по снижению заторов является строительство/развитие систем кольцевых дорог.

В этом исследовании изучаются различные подходы к уменьшению заторов на дорогах и их эффективность в долгосрочной перспективе для крупных городов по всему миру. Соответственно, задачи настоящего исследования заключаются в том, чтобы классифицировать планы сокращения транспортных заторов этих городов по разным концепциям и сравнить их, чтобы увидеть, эффективно ли строительство кольцевой дороги (объездной дороги) в решении проблемы пробок в мегаполисах в долгосрочной перспективе снижения пробега за счет снижения трафика и использования личного автомобиля.

Методы, используемые в настоящее время для уменьшения заторов на дорогах

Полегейт, Ньюбери и другие города в Соединенном Королевстве (Великобритания) и Нидерландах применяли тяжелые инженерные меры только для решения проблемы пробок на дорогах без каких-либо мер политики устойчивого городского транспорта. Тяжелые инженерные мероприятия включают строительство новой кольцевой дороги, объездной дороги, тоннеля или расширение дороги. Выявлено, что в случаях применения только тяжелых инженерных мероприятий происходило первоначальное временное снижение транспортной загруженности, пока индуцированный транспорт не заполнил добавленную транспортную вместимость. Доказательства явления искусственного движения взяты из отчетов об оценке проекта после открытия (POPE, Highways England) объездных/кольцевых дорог. В этих отчетах POPE сравнивалось воздействие новых кольцевых и объездных дорог на исходящие объекты с прогнозируемыми значениями транспортных потоков, а также с экологическими и экономическими последствиями.



Рисунок 1 – Подходы к исследованию

В качестве альтернативного метода вместо тяжелых инженерных мер в Хасселте, Гааге, Утрехте, Мальмё, Сеуле, Окленде и других городах применялось только управление спросом на перевозки или поездки с «притягивающими и выталкивающими

мерами» для уменьшения пробок на дорогах. Эти меры Push and Pull относятся к политике устойчивой мобильности с последовательным набором технологических, социальных и городских вмешательств.

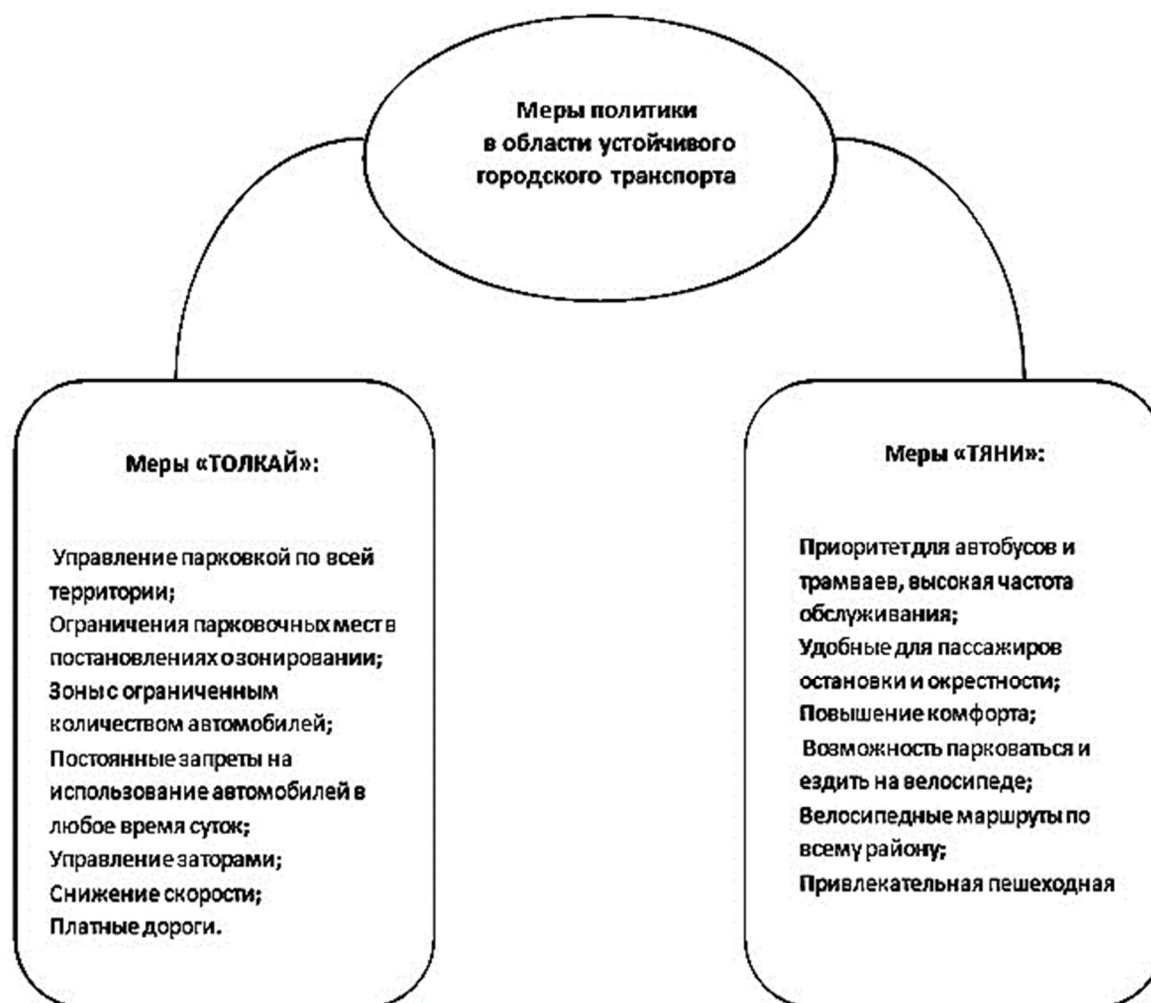


Рисунок 2 – Меры Push and Pull

Кроме того, в Стокгольме, Осло, Хельсинки, Милане, Гётеборге и других городах для решения проблем с заторами на дорогах использовалось сочетание как тяжелых инженерных мер, так и дополнительных мер Push and Pull. Например, план Стокгольма по уменьшению заторов на дорогах состоял из открытия южной объездной дороги наряду с другими дополнительными мерами, такими как плата за пробки, улучшение услуг общественного транспорта, развитие пешеходных пространств и применение компактного пространственного планирования.

Кольцевые дороги против пробок

В 1930-х годах вокруг Берлина, Мюнхена и Лондона были построены первые кольцевые дороги. В прошлом развитие кольцевых дорог специально не планировалось для уменьшения заторов в Европе, поскольку в то время на дорогах не было пробок. Кольцевые дороги были призваны «выявить и укрепить органическую пространственную структуру городов, создать монументальные артефакты». Более того, после Второй мировой войны количество автомобилей начало стремительно увеличиваться, что дало толчок строительству кольцевых дорог во многих развитых странах. Кольцевые дороги децентрализуют транспортное движение от существующих сильно загруженных дорог в центре города, предоставляя альтернативные маршруты для транспортных потоков. Следовательно, кольцевые дороги уменьшают заторы, уменьшая нагрузку на центральные районы города. Кроме того, кольцевые дороги позволяют

направлять нежелательные транспортные потоки таким образом, чтобы потоки транзитных грузов или другой сквозной транспорт не попадали в центр города и не создавали заторов в центральной части города. Другая функция кольцевых дорог заключается в формировании структуры города, поскольку его городская пространственная структура начинает децентрализоваться в сторону кольцевой дороги или пригородных районов, а город расширяется; в то же время, кольцевая дорога обеспечивает физический барьер для растущего города. Тем не менее субурбанизация или превращение сельской местности в населенные пункты, до которых можно добраться только на автомобиле, увеличивает зависимость от автомобилей в случаях с ограниченными возможностями общественного транспорта. Более того, развитие кольцевых дорог вместе с увеличением загруженности дорог в центре городов привело к существенным изменениям в распределении внутригородской доступности. «Самые доступные точки на машине больше не находятся в центре города; поскольку доступность зачастую наиболее высока вдоль орбитальных коридоров, большая часть процесса децентрализации пригородов тяготеет к этим областям». Некоторые авторы утверждают, что строительство кольцевых дорог стимулирует местный бизнес, поскольку кольцевые дороги в настоящее время выполняют как транспортные функции, так и стимулируют рост бизнеса, развивают экономические районы и децентрализуют занятость из центра города в пригороды. Кольцевые дороги не только повышают доступность пригородных муниципалитетов; они также увеличивают стоимость недвижимости и делают ее более привлекательной для инвесторов. Следовательно, кольцевые дороги децентрализуют деятельность и в то же время увеличивают потоки между пригородами, вызывая прогрессирующие заторы на этих дорогах. Это в конечном итоге увеличивает спрос на новые орбиты дальше от центра города. «Метаанализ десятков исследований показал, что в среднем 10-процентное увеличение длины полосы движения вызывает немедленное 4-процентное увеличение пробега транспортных средств, которое достигает 10 % – полной новой пропускной способности – через несколько лет». Таким образом, можно сказать, что строительство большего количества кольцевых дорог на самом деле не уменьшит проблемы с заторами на дорогах в долгосрочной перспективе, а, скорее, фактически вызовет увеличение числа новых пользователей автомобилей и приведет к серьезному ухудшению состояния окружающей среды из-за дополнительных поездок транспортных средств в периоды пиковой нагрузки или «генерируемый трафик» [1–2].

Сгенерированный трафик

Компоненты генерируемого трафика из-за новой пропускной способности дорог бывают двух типов: перенаправленный трафик, который смещается по времени, маршруту и месту назначения; и индуцированное движение, которое смещается в зависимости от других видов транспорта, более длительных поездок и поездок на новых транспортных средствах. Генерируемый трафик относится к утверждениям «чем больше вы построите, тем больше водителей приедет» и «дороги сами по себе генерируют трафик». Таким образом, любое усовершенствование транспортной структуры, будь то расширение существующей дороги с добавлением полос движения или создание кольцевой дороги, будет стимулировать больше людей пользоваться этим новым транспортным средством. На первый взгляд кажется, что новая разработка обеспечивает экономию времени в пути и лучший транспортный поток. Таким образом, проблемы с заторами, по-видимому, были решены. Тем не менее, новое дорожное сооружение привлекает новых водителей и в долгосрочной перспективе меняет место жительства/работы, что в конечном итоге создает новый трафик. Таким образом, игнорирование долгосрочных последствий индуцированного спроса на трафик вряд ли решит проблему заторов. Например, через год после открытия участка канала Северного моря на Амстердамской кольцевой дороге общее количество поездок увеличилось на 8 %, из которых 3 % были результатом автономного роста (2 % пригородных поездок на дому) и 5 % произошло за счет накопления новых водителей за счет улучшения транспортной инфраструктуры; это считается индуцированным спросом. Из них 5 % индуцированного спроса: 2 % автомобиле-километров приходится на изменение

маршрутов, 1 % приходится на пассажиров, решивших стать водителями, и на 2 % больше трафика приходится на смену пункта назначения и частоты поездок. Кроме того, через пять лет после открытия Северного морского канала общее количество поездок выросло до 22 %, из которых 15 % приходилось на автономный рост, а 7 % – на индуцированный спрос из-за нового дорожного сооружения [3–4].

Чрезвычайно важно иметь четкое представление о поведенческих реакциях водителей на новые условия движения. Список типичных решений, принимаемых пользователями транспортных средств перед началом поездки, включает: ехать или нет (генерация поездки); лучший пункт назначения для достижения цели (распределение поездок); лучшее время для отправления в путь (планирование поездки); лучший вид транспорта для использования (модальный выбор); лучший маршрут (назначение трафика); путешествовать одному или с другими (вместимость автомобиля); и как часто повторять поездку в течение заданного периода (частота поездок). В краткосрочной перспективе генерируемый трафик в основном состоит из поездок, отклоненных от других маршрутов, времени и видов транспорта, что называется «тройной конвергенцией». С другой стороны, в долгосрочной перспективе все большая часть генерируемого трафика приходится на индуцированные путешествия. По-видимому, расширение пропускной способности дорог усиливает модели землепользования, зависящие от автомобилей. Например, новая автомагистраль может побудить компании или домохозяйства переехать в пригороды и пригороды, где количество поездок на автомобиле на душу населения выше по сравнению с их предыдущими домами в более доступных и мультимодальных районах.

Более того, заторы на дорогах имеют тенденцию поддерживать состояние равновесия (рис. 3).

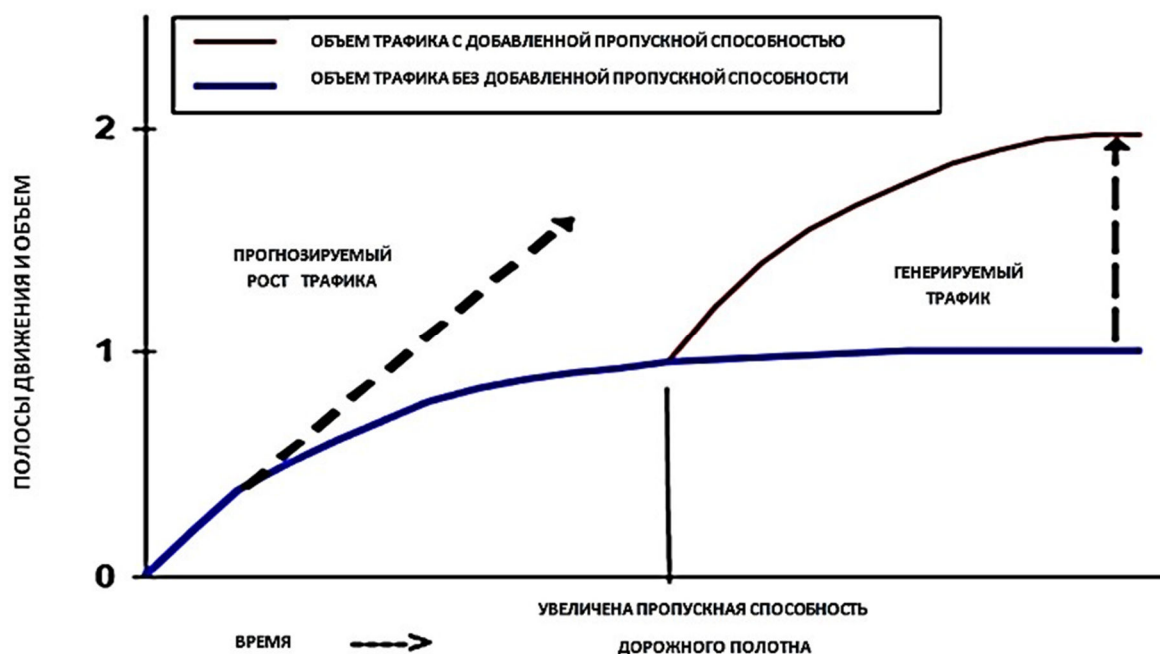


Рисунок 3 – Изменение объема трафика при увеличении пропускной способности дороги

Интенсивность движения увеличивается, когда дороги не загружены; однако позже скорость роста интенсивности движения снижается по мере перегруженности дорог и достигает точки равновесия (где кривая становится горизонтальной). По мере добавления новой пропускной способности объемы трафика снова начинают увеличиваться, пока не будет достигнуто это новое равновесие. Это дополнительное движение транспортного средства известно как «созданный трафик» при рассмотрении конкретного звена и «индуцированное перемещение» при рассмотрении общего движения транспортного средства.

Также можно добавить, что краткосрочный генерируемый трафик демонстрируется движением по кривой спроса: уменьшение заторов снижает транспортные расходы водителей транспортных средств; однако общий спрос на автомобильные перевозки остается прежним. Кроме того, долгосрочные эффекты, вызванные перемещением, демонстрируются смещением наружу по мере того, как пространственное развитие и транспортные модели становятся более автоцентричными, т.е. для доступа к магазинам, работе и другим видам деятельности необходимо широкое использование автомобиля. Любое улучшение дороги с точно рассчитанным значением увеличения трафика по-прежнему будет иметь «дополнительный или индуцированный 10 % базового трафика в краткосрочной перспективе» и 20 % в долгосрочной перспективе [5–6].

Многочисленные исследования и транспортное моделирование показали, что увеличение пропускной способности дорог обеспечивает лишь краткосрочное решение экологических проблем, связанных с заторами и дорожным движением. Можно сказать, что строительство новых кольцевых дорог должно сопровождаться мерами выталкивания и вытягивания, которые изменяют спрос на поездки и сокращают использование автомобилей.

Литература

1. Городская мобильность как фактор устойчивого развития территорий / А.Н. Домбровский, Т.В. Коновалова, И.Н. Котенкова, М.П. Миронова, С.Л. Надирян, И.С. Сенин. – Краснодар : ООО Издательский Дом – Юг, 2022. – 208 с.
2. Влияние городской мобильности на устойчивое развитие территорий / А.Н. Домбровский, И.С. Сенин, И.Н. Котенкова, М.П. Миронова // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2022. – № 4. – С. 197–200.
3. Оптимизация пешеходного движения / Т.В. Коновалова, И.Н. Котенкова, Д.В. Коломийцева, А.А. Лазарев // Вестник Сибирской государственной автомобильной академии. – 2013. – № 5 (33). – С. 18–22.
4. Безопасность движения как подсистема транспортно-логистической системы региона / Т.В. Коновалова, И.Н. Котенкова // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 2. – № 2(71). – С. 275–279.
5. Проблемы транспортного планирования территорий / Т.В. Коновалова, И.Н. Котенкова, Д.В. Коломийцева // Автомобильный транспорт Дальнего Востока. – 2013. – № 1. – С. 025–028.
6. Методы повышения экологической безопасности муниципальных образований на примере г. Краснодара / И.Н. Котенкова, С.В. Коцурба // Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса. Сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции. Донецкая академия транспорта. – 2022. – С. 143–146.

References

1. Urban mobility as a factor of sustainable development of territories / A.N. Dombrovsky, T.V. Konovalova, I.N. Kotenkova, M.P. Mironova, S.L. Nadiryanyan, I.S. Senin. – Krasnodar : Publishing House – Yug LLC, 2022. – 208 p.
2. The impact of urban mobility on the sustainable development of territories / A.N. Dombrovsky, I.S. Senin, I.N. Kotenkova, M.P. Mironova // Humanities, socio-economic and social sciences. – 2022. – № 4. – P. 197–200.
3. Optimization of pedestrian traffic / T.V. Konovalova, I.N. Kotenkova, D.V. Kolomiytseva, A.A. Lazarev // Bulletin of the Siberian State Highway Academy. – 2013. – № 5(33). – P. 18–22.
4. Traffic safety as a subsystem of the transport and logistics system of the region / T.V. Konovalova, I.N. Kotenkova // Bulletin of the Saratov State Technical University. – 2013. – Vol. 2. – № 2 (71). – P. 275–279.
5. Problems of transport planning of territories / T.V. Konovalova, I.N. Kotenkova, D.V. Kolomiytseva // Automobile transport of the Far East. – 2013. – № 1. – P. 025–028.
6. Methods of improving the environmental safety of municipalities on the example of Krasnodar / I.N. Kotenkova, S.V. Kotsurba // Scientific and technical aspects of innovative development of the transport complex. Collection of scientific papers based on the materials of the VII International Scientific and Practical Conference. Donetsk Academy of Transport. – 2022. – P. 143–146.