 © Авторы статьи / Authors of the article

ГЕОЭКОЛОГИЯ/GEOECOLOGY

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.49 EDN: FSGNHW

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СХЕМЫ АВТОТРАНСПОРТНОГО ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ОБЪЕМА ВЫБРОСОВ И УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Научная статья

Завершинский А.Н.[1, *], Можаров А.В.[2], Рязанов А.В.[3]
[1] ORCID : 0000-0003-1926-1529;
[2] ORCID : 0000-0003-2504-6956;
[3] ORCID : 0000-0002-1720-7900;
[1, 2, 3] Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, Тамбов, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (zawer123[at]yandex.ru)

Предложена: 12.11.2024; Принята: 14.12.2024; Опубликована: 17.12.2024

Аннотация

Данная работа является логичным продолжением комплексного исследования по анализу массива данных и созданию потенциального проекта изменения схемы движения автотранспорта на урбанизированных территориях. В представленной статье оценивается потенциальная возможность частичного решения наиболее остро стоящей проблемы всех урбоэкосистем, а именно – снижение загрязнения атмосферного воздуха отработанными выхлопными газами. Исследование оценивает один из возможных путей – изменение схемы движения транспорта. Рассмотрен проект организации одностороннего движения по параллельным улицам в центральной части города, где сконцентрирован транспортный поток. За основу взято представление о снижении времени задержки за счет возможности синхронизации светофорного регулирования, что позволит увеличить пропускную способность и как следствие снизить выбросы вредных веществ.

Ключевые слова: автотранспорт, выбросы загрязняющих веществ, загрязнение городской среды, светофорное регулирование, схема движения автотранспорта, проблемы урбоэкосистем.

ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY TO IMPROVE THE ROAD TRANSPORT TRAFFIC PATTERN TO REDUCE EMISSIONS AND AIR POLLUTION LEVELS

Research article

Zavershinskiy A.N.[1, *], Mozharov A.V.[2], Ryazanov A.V.[3]
[1] ORCID : 0000-0003-1926-1529;
[2] ORCID : 0000-0003-2504-6956;
[3] ORCID : 0000-0002-1720-7900;
[1, 2, 3] G.R. Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russian Federation

* Corresponding author (zawer123[at]yandex.ru)

Suggested: 12.11.2024; Accepted: 14.12.2024; Published: 17.12.2024

Abstract

This work is a logical continuation of a comprehensive study on the analysis of the data set and the creation of a potential project to change the pattern of motor vehicle traffic in urbanised areas. The presented paper evaluates the potential possibility of partial solution of the most acute problem of all urban ecosystems, namely, reduction of atmospheric air pollution by exhaust gases. The study evaluates one of the possible ways – changing the traffic pattern. The project of organising one-way traffic on parallel streets in the central part of the city, where the traffic flow is concentrated, is examined. The idea of delay time reduction due to the possibility of traffic light regulation synchronisation is taken as a basis, which will increase traffic capacity and, as a consequence, reduce pollutant emissions.

Keywords: motor transport, pollutant emissions, urban pollution, traffic light regulation, traffic pattern, problems of urban ecosystems.

Введение

В современном мире сложно представить сформировавшиеся урбоэкосистемы, не включающие в себя транспортные магистрали и сеть уличного движения. Логичным следствием этого является наличие значительного транспортного потока. Современный транспорт, несмотря на многочисленные перспективные варианты решения проблемы, продолжает выбрасывать отработанные газы, загрязняя при этом атмосферу городов. Проблема актуальна для многих стран, не исключением является и Российская Федерация. Ситуация остается сложной как в мегаполисах, так и в относительно маленьких городах. Это легко объяснимо, так как именно в исторически постепенно формировавшихся населенных пунктах, сеть улиц «досталась» по наследству и слабо предназначена для современного количества транспорта. Их пропускная способность очень низка [1], [2].

Можно выделить еще пару факторов, усложняющих ситуацию. Во-первых, естественная неравномерность транспортного потока в часы «пик». Во-вторых, это необходимость учета движения по перпендикулярным улицам, для организации которого в условиях сложной транспортной обстановки необходимо светофорное регулирование. В-

 © Авторы статьи / Authors of the article

третьих – необходимость регулировки возможности пешеходного движения, что тоже в условиях интенсивного движения закладывается в светофорный цикл.

Таким образом, постепенно возникает ситуация когда значительное количество времени транспорт просто стоит, при этом двигатели продолжают работать, сгорает топливо и происходит выброс отработанных газов.

В составе таких отработанных газов могут находиться вещества различной степени опасности [3]. Предполагается множество вариантов решения проблемы снижения автотранспортной нагрузки, однако, большинство из них в ближайшей перспективе малореализуемы [4], [5], [6].

Именно такая сложная ситуация складывается в городе Тамбове, где исторический центр по сути является основной транспортной артерией для легкового, общественного и, отчасти, грузового потока. Работа, представленная в данной статье, является продолжением исследований, посвященных оценке региональной экологической ситуации [7], [8], [9], [10].

Основная часть

В Тамбове сложилось ситуация, когда основные транспортные потоки имеют направление движения «с юга на север» и обратно. Это обусловлено расположением города вдоль канала реки Цны, а также эволюционным развитием города, схемой застройки селитебной зоны и расположением промышленных предприятий. Если рассмотреть схему города, то можно увидеть четыре основные улицы, обеспечивающие движение в вышеуказанном направлении. Улица Пролетарская обеспечивает движение грузового транспорта, так как на остальных улицах его движение ограничено. Улица Базарная достаточно узка, так как на большем протяжении имеет не больше двух полос движения.

Таким образом, основная нагрузка ложится на две, достаточно близко расположенных уличные артерии, а именно – Карла Маркса и Советскую. На большом протяжении они отделены всего одним кварталом и имеют сходную протяженность с «севера на юг». Именно здесь концентрируется основной поток общественного транспорта и легковых автомобилей. Они соединяются перпендикулярными улицами, пересечение с которыми в настоящее время имеет светофорное регулирование с пешеходным циклом. Именно при таком регулировании возникает временная задержка, приводящая к простою транспорта и увеличению выброса вредных веществ.

Убрать такие циклы в настоящее время не представляется возможным. Перераспределение пешеходного и автотранспортного потока по разным плоскостям, а именно строительство подземных и надземных переходов крайне осложнено из-за исторической застройки и прохождения многочисленных коммуникаций. В настоящее время существующий один подземный переход и запрет левого поворота на некоторых перекрестках, к какому-либо влиянию на транспортную ситуацию не приводят.

В данной работе продолжена оценка возможности внедрения достаточно радикального способа организации движения – осуществление на каждой из двух рассматриваемых улицах одностороннего движения в противоположных направлениях. Изменение времени задержки автотранспорта, а, следовательно, выбросов загрязняющих веществ на улице Карла Маркса было рассмотрено в предыдущей работе [11]. Предполагаемая схема движения позволит реализовать «зеленую волну» движения транспорта [12].

Следует учесть, что оценка проводилась на основе существующей схемы расстановки светофоров, что вносит коррективы, так как в некоторых местах на пересечении с перпендикулярными улицами складывается ситуация, когда на одной из рассматриваемых улиц есть светофор, а на другой на аналогичном пересечении светофорное регулирование отсутствует.

Методы исследования

Исследования проводились при поддержке Муниципального бюджетного учреждения «Спецдорсервис» в рамках реализации постановления «О внесении изменений в государственную программу «Развитие транспортной системы и дорожного хозяйства Тамбовской области» от 20.06.2013 № 640 [13]. В соответствии с ним предполагается в том числе сократить количество заторов на дорогах города, улучшить дорожное покрытие и инфраструктуры дорожной сети, уменьшить экологическую нагрузку на состояние атмосферы приземного слоя города.

Расчет задержки проводился по данным и методике, предоставленным МУП «Спецдорсервис». Для вычислений использовались следующие переменные: время основного сигнала светофора, время цикла светофора, общее количество автотранспорта, а также соотношение легкового и грузового транспорта и максимальная плотность потока. Расчет количества выбрасываемых загрязняющих веществ осуществлялся в соответствии с ГОСТ Р 56162-2014 [14]. Результат представляет собой суммарную величину, складывающуюся из времени простоя каждого автотранспортного средства при движении от пересечения улиц Советской и Интернациональной, до Комсомольской площади.

Общая протяженность улицы Советской составляет 7,14 км. Рассматриваемый участок, на котором предполагается введение одностороннего движения, представляет ее часть, протяженностью 2,37 км, включающий по три полосы движения в каждую сторону. Выделенных полос для движения общественного транспорта нет, общее количество точек светофорного регулирования – 12. Оценивалось время задержки на каждом светофоре по ходу движения на участке от улицы Интернациональной до Комсомольской площади.

Результаты

В процессе обработки данных получено общее время задержки при существующей схеме движения, которое с учетом всего количества транспортного потока составило 289,71 часов, соответственно с учетом всех полос движения. Это величина меньше, чем аналогичная, полученная по улице Карла Маркса [11], что объясняется наличием трех полос движения в каждом направлении на улице Советской.

Был составлен ряд схем, предполагающих введение одностороннего движения по улице Советской на рассматриваемом участке, как с учетом существующей схемы светофорного регулирования, так и в случае дополнительной установки светофоров в «привязке» к движению по улице Карла Маркса [11]. Расчеты осложнялись

 © Авторы статьи / Authors of the article

учетом естественной необходимости организации движения по перпендикулярным улицам. Таким образом, схема была создана и на основе подсчета движущегося транспорта по двум улицам в одном направлении, был произведен расчет времени задержки в этих условиях, результаты отражены на рисунке 1.

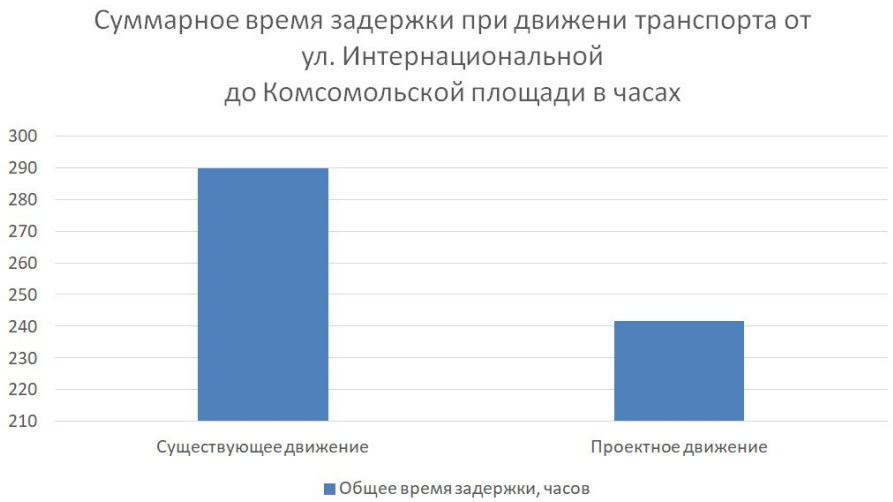

Рисунок 1 - Изменение времени задержи при двух схемах движения
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.49.1

Как видно, время задержки сократилось в 1,2 раза. Таким образом, можно считать, что на эту величину увеличится и пропускная способность данной транспортной магистрали. Снижение не так значительно, как при введении одностороннего движения по другой рассматриваемой улице – Карла Маркса [11], при этом установка дополнительных светофоров может даже увеличить время задержки приблизительно на 9%.

По существующим методикам был проведен расчет количества выбрасываемых загрязняющих веществ, а именно оксида углерода (II) и оксидов азота, так как изменения, по сути, будут для других выбрасываемых загрязнителей атмосферы пропорциональны. Результаты расчетов приведены на рисунке 2. Так, например, расчетный выброс CO при существующей схеме движения для легкового транспорта составляет 6051 г/км, в то время как изменение схемы движения потенциально снизит количество выбрасываемого оксида углерода (II) до 5042 г/км.

Рисунок 2 - Соотношение количества образующихся загрязняющих веществ при двух альтернативных схемах движения
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.49.2

Аналогичный эффект можно отметить по другим загрязняющим веществам, что в совокупности со снижением аналогичной нагрузки при изменении движения по улице Карла Маркса даст заметный эффект.

Заключение

Введение одностороннего движения на улице Советская города Тамбова на участке от улицы Интернациональной до улицы Пролетарской будет способствовать уменьшению времени простоя автотранспорта на светофорах и меньшему количеству выбрасываемых веществ. Уменьшение времени работы двигателей внутреннего сгорания на

 © Авторы статьи / Authors of the article

холостом ходу достигается, благодаря пропускной способности дороги введенной при одностороннем движении. Этим, несомненно, будет достигнуто некоторое снижение выбросов загрязняющих веществ.

В работе показана возможность снижения негативной нагрузки работы автотранспорта в условиях урбоэкосистем. В конкретно рассматриваемом случае ситуация осложнена разным количеством полос движения и асинхронностью работы светофоров по двум улицам. Максимальный эффект от предполагаемых мер может быть достигнут при изменении общей схемы светофорного регулирования на двух параллельных улицах, что скорее всего приведет к установке их дополнительного количества и соответственно материальным затратам. Для создания оптимальной модели движения необходимы дополнительные расчеты и исследования уже для составления окончательной схемы по двум улицам. Таким образом, реализация данного метода возможна на территории городов с учетом локальных особенностей, что может стать частью комплексного подхода по решению экологических проблем на урбанизированных территориях.

Финансирование

Исследования проводились при поддержке Муниципального бюджетного учреждения «Спецдорсервис» в рамках реализации постановления «О внесении изменений в государственную программу «Развитие транспортной системы и дорожного хозяйства Тамбовской области» от 20.06.2013 № 640.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

The research was carried out with the support of the Municipal Budgetary Institution "Spetsdorservice" as part of the implementation of the resolution "On Amendments to the state program "Development of the transport system and road infrastructure of the Tambov region" dated 20.06.2013 No. 640.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Лютов М.А. Совершенствование развития транспортной инфраструктуры региона (города) / М.А. Лютов // Научный журнал. — 2017. — 7(20). — С. 104–113.

2. Шэн Ц. Исследование транспортного планирования и проектирования малых и средних городов на основе интеллектуальных транспортных систем / Ц. Шэн // Мир транспорта и технологических машин. — 2024. — 1-2(84). — С. 58–64.

3. Сотникова Е.В. Техносферная токсикология / Е.В. Сотникова. — Спб.: «Лань», 2018. — 400 с.

4. Зайцева М.М. Основные тенденции развития индустрии электротранспорта / М.М. Зайцева // Инженерный вестник Дона. — 2019. — 1. — URL: http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5689 (дата обращения: 16.10.24).

5. Хитрых Д. Электромобили: мировые тренды, проблемы и перспективы / Д. Хитрых // Энергетическая политика. — 2021. — 1(155). — С. 22–33. — URL: https://energypolicy.ru/wp-content/uploads/2021/01/%E2%84%961155-2021.pdf?ysclid=m3eujju2ff187689929 (дата обращения: 16.10.24).

6. Пугачев И.Н. Совершенствование транспортных систем городов – комплексный подход к решениям стоящих проблем / И.Н. Пугачев // Вестник Харьковского национально-дорожного университета. — 2009. — 47. — С. 143–147.

7. Рязанов А.В. Некоторые экологические аспекты функционирования Тамбовского промышленного узла / А.В. Рязанов // Вестник «Биомедицина и Социология». — 2019. — 3. — С. 16–21. — URL: https://drive.google.com/file/d/1fi1NVqeQh3DtmG4PHXL6vQZmAsCE5jVN/view (дата обращения: 16.10.24). — DOI: 10.26787/nydha-2618-8783-2019-4-3-16-21

8. Завершинский А.Н. Анализ экологического состояния территории малого города на примере г. Котовска Тамбовской области / А.Н. Завершинский // Тенденции развития науки и образования. — 2019. — 56-13. — С. 56–59.

9. Завершинский А.Н. Анализ производственной деятельности АО «Тамбовмаш» как регионального объекта, влияющего на состояние атмосферного воздуха г. Тамбова / А.Н. Завершинский // Тенденции развития науки и образования. — 2020. — 68-3. — С. 41–44.

10. Ryazanov A.V. Study of the composition of solid industrial waste at the enterprises of the Tambov industrial hub / A.V. Ryazanov // Indian Journal of Environmental Protection. — 2023. — 43(12). — P. 1124–1128.

11. Можаров А.В. Оценка возможности снижения уровня выбрасываемых автотранспортом загрязняющих веществ при помощи изменения схем движения / А.В. Можаров // Международный научно-исследовательский журнал. — 2012. — 12-2(114). — С. 45–48.

12. Алексиков С.В. Повышение пропускной способности городских дорог на основе оценки скоростного режима транспортных потоков / С.В. Алексиков // Дороги и мосты. — 2013. — 2(30). — С. 237–249.

13. Российская Федерация. О внесении изменений в государственную программу «Развитие транспортной системы и дорожного хозяйства Тамбовской области» : Закон субъектов Федерации No 640: [принят Администрацией Тамбовской области 2006-06-20 :2024-11-12]. 2013. — 135 с. — URL: https://www.tambov.gov.ru/assets/projects/postanovlenie(6).pdf (дата обращения: 16.10.2024)

14. ГОСТ Р 56162. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. — Москва : Стандартинформ, 2014.

 © Авторы статьи / Authors of the article

Список литературы на английском языке / References in English

1. Lyutov M.A. Sovershenstvovanie razvitiya transportnoj infrastruktury' regiona (goroda) [Improving the development of the transport infrastructure of the region (city)] / M.A. Lyutov // Scientific Journal. — 2017. — 7(20). — P. 104–113. [in Russian]

2. She'n Cz. Issledovanie transportnogo planirovaniya i proektirovaniya maly'x i srednix gorodov na osnove intellektual'ny'x transportny'x sistem [Research of transport planning and design of small and medium sized cities based on an intelligent transport system] / Cz. She'n // World of Transport and Technological Machines. — 2024. — 1-2(84). — P. 58–64. [in Russian]

3. Sotnikova E.V. Texnosfernaya toksikologiya [Technospheric toxicology] / E.V. Sotnikova. — Spb.: «Lan'», 2018. — 400 p. [in Russian]

4. Zajceva M.M. Osnovny'e tendencii razvitiya industrii e'lektrotransporta [The main trends in the development of the electric transport industry] / M.M. Zajceva // Engineering Bulletin of the Don. — 2019. — 1. — URL: http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5689 (accessed: 16.10.24). [in Russian]

5. Xitry'x D. E'lektromobili: mirovy'e trendy', problemy' i perspektivy' [Electric vehicles: Global trends, problems and prospects] / D. Xitry'x // Energy Policy. — 2021. — 1(155). — P. 22–33. — URL: https://energypolicy.ru/wp-content/uploads/2021/01/%E2%84%961155-2021.pdf?ysclid=m3eujju2ff187689929 (accessed: 16.10.24). [in Russian]

6. Pugachev I.N. Sovershenstvovanie transportny'x sistem gorodov – kompleksny'j podxod k resheniyam stoyashhix problem [Improving urban transport systems is an integrated approach to solving the problems] / I.N. Pugachev // Bulletin of the Kharkiv National Road University. — 2009. — 47. — P. 143–147. [in Russian]

7. Ryazanov A.V. Nekotory'e e'kologicheskie aspekty' funkcionirovaniya Tambovskogo promy'shlennogo uzla [Some Environmental Aspects Of Functioning Tambov Industrial Hub] / A.V. Ryazanov // Bulletin “Biomedicine & Sociology”. — 2019. — 3. — P. 16–21. — URL: https://drive.google.com/file/d/1fi1NVqeQh3DtmG4PHXL6vQZmAsCE5jVN/view (accessed: 16.10.24). — DOI: 10.26787/nydha-2618-8783-2019-4-3-16-21 [in Russian]

8. Zavershinskij A.N. Analiz e'kologicheskogo sostoyaniya territorii malogo goroda na primere g. Kotovska Tambovskoj oblasti [Analysis of the ecological state of the territory of a small town on the example of Kotovsk, Tambov region] / A.N. Zavershinskij // Trends in the Development of Science and Education. — 2019. — 56-13. — P. 56–59. [in Russian]

9. Zavershinskij A.N. Analiz proizvodstvennoj deyatel'nosti AO «Tambovmash» kak regional'nogo ob"ekta, vliyayushhego na sostoyanie atmosfernogo vozduxa g. Tambova [Analysis of the production activities of JSC "Tambovmash" as a regional facility affecting the state of the atmospheric air in Tambov] / A.N. Zavershinskij // Trends in the Development of Science and Education. — 2020. — 68-3. — P. 41–44. [in Russian]

10. Ryazanov A.V. Study of the composition of solid industrial waste at the enterprises of the Tambov industrial hub / A.V. Ryazanov // Indian Journal of Environmental Protection. — 2023. — 43(12). — P. 1124–1128.

11. Mozharov A.V. Ocenka vozmozhnosti snizheniya urovnya vy'brasy'vaemy'x avtotransportom zagryaznyayushhix veshhestv pri pomoshhi izmeneniya sxem dvizheniya [An Assessment Of The Possibility Of Reducing The Level Of Pollutants Emitted By Vehicles Through Changing Traffic Patterns] / A.V. Mozharov // International Research Journal. — 2012. — 12-2(114). — P. 45–48. [in Russian]

12. Aleksikov S.V. Povy'shenie propusknoj sposobnosti gorodskix dorog na osnove ocenki skorostnogo rezhima transportny'x potokov [Increasing the capacity of urban roads based on the assessment of the speed regime of traffic flows] / S.V. Aleksikov // Roads and Bridges. — 2013. — 2(30). — P. 237–249. [in Russian]

13. Russian Federation. O vnesenii izmenenij v gosudarstvennuju programmu «Razvitie transportnoj sistemy i dorozhnogo hozjajstva Tambovskoj oblasti» [On amendments to the state program "Development of the transport system and road infrastructure of the Tambov region"] : Law of the Subjects of the Federation No 640: [accepted by Administraciej Tambovskoj oblasti 2006-06-20 :2024-11-12]. 2013. — 135 p. — URL: https://www.tambov.gov.ru/assets/projects/postanovlenie(6).pdf (accessed: 16.10.2024) [in Russian]

14. GOST R 56162. Vybrosy zagrjaznjajushhih veshhestv v atmosferu [Emissions of pollutants into the atmosphere]. — Moscow: Standartinform, 2014. [in Russian]