

Academia. Архитектура и строительство, № 2, стр. 128–134.
Academia. Architecture and Construction, no. 2, pp. 128–134.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 711.4(470.45)
doi: 10.22337/2077-9038-2023-2-128-134

Повышение пропускной способности магистралей линейно-протяженных городских территорий

Антюфеев Алексей Владимирович (Волгоград). Кандидат архитектуры, профессор, академик РААСН. Кафедра урбанистики и теории архитектуры Волгоградского государственного технического университета (Россия, 400005, Волгоград, проспект им. Ленина, 28, ВолгГТУ). Эл.почта: urbanistika_14@mail.ru.

Алексиков Сергей Васильевич (Волгоград). Доктор технических наук, профессор, советник РААСН. Кафедра строительства и эксплуатации транспортных сооружений Волгоградского государственного технического университета (Россия, 400005, Волгоград, проспект им. Ленина, 28, ВолгГТУ). Эл.почта: al34rus@mail.ru.

Аннотация. В статье раскрываются результаты исследования, посвящённые улично-дорожной сети линейной градостроительной системы «Большой Волгоград». Определены основные перспективные направления развития дорожной сети:
– строительство скоростной автомагистрали – объездной дороги города;
– строительство и реконструкция существующей улично-дорожной сети – дублёров существующих городских магистралей;
– развитие поперечных направлений улично-дорожной сети, обеспечивающих дублирующие связи между основными магистралями города.

Актуальность работы связана с особенностями современного этапа планировочного развития транспортных коммуникаций линейной градостроительной системы (ГС) «Большой Волгоград».

Ключевые слова: улично-дорожная сеть, линейный город, городские магистрали

Для цитирования. Антюфеев А.В., Алексиков С.В. Повышение пропускной способности магистралей линейно-протяжённых городских территорий // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 2. – С. 128–134. doi: 10.22337/2077-9038-2023-2-128-134.

Increasing the Capacity of Highways in Linearly Extended Urban Areas

Antyufeev Aleksei V. (Volgograd). Candidate of Architecture, professor, Academician of RAACS. Department of Urban Studies and Theory of Architecture of the Volgograd State Technical University (28, Lenin avenue, Volgograd, 400005, Russia. VSTU). E-mail: urbanistika_14@mail.ru.

Alexikov Sergey V. (Volgograd). Doctor of Technical Sciences, Professor, Advisor to the RAASN. Department of Construction and Operation of Transport Facilities of the Volgograd State Technical University (28, Lenin avenue, Volgograd, 400005, Russia. VSTU). E-mail: al34rus@mail.ru

Abstract. The article reveals the results of a study on the street and road network of the linear urban planning system "Big Volgograd". The main promising directions of development of the road network have been identified:
– construction of an expressway – bypass of the city;

- construction and reconstruction of the existing road network - duplicates of existing urban highways;
- development of transverse directions of the street and road network, providing duplicate connections between the main highways of the city.

The relevance of the work is related to the features of the current stage of the planning development of transport communications of the linear urban planning system (GS) "Greater Volgograd".

Keywords: street and road network, linear city, urban highways

For citation. Antyufeev A.V., Alexikov S.V. Increasing the Capacity of Highways in Linearly Extended Urban Areas. In: *Academia. Architecture and construction*, 2023, no. 2, pp. 128–134. doi: 10.22337/2077-9038-2023-2-128-134.

Несмотря на большое количество теоретических исследований, практических реализаций концепций «линейного города» крайне мало. Тем более ценным является опыт фор-

мирования улично-дорожной сети (УДС) города с линейной планировочной структурой на территории нашей страны. Сталинград-Волгоград, один из крупнейших городов-центров на Юге России, вошёл во все мировые издания, посвящённые вопросам развития линейных планировочных структур [1–5]. Первоначальными предпосылками для линейного развития города, носящего до 1925 года название Царицын, стали природные факторы – Волга, самая большая река в Европе и окружающая город степь, препятствующая его глубинному развитию. Вторым определяющим фактором линейного планировочного развития городской территории стало полосовое развитие транспортной инфраструктуры с появлением нескольких продольных магистралей, объединяющих районы города.

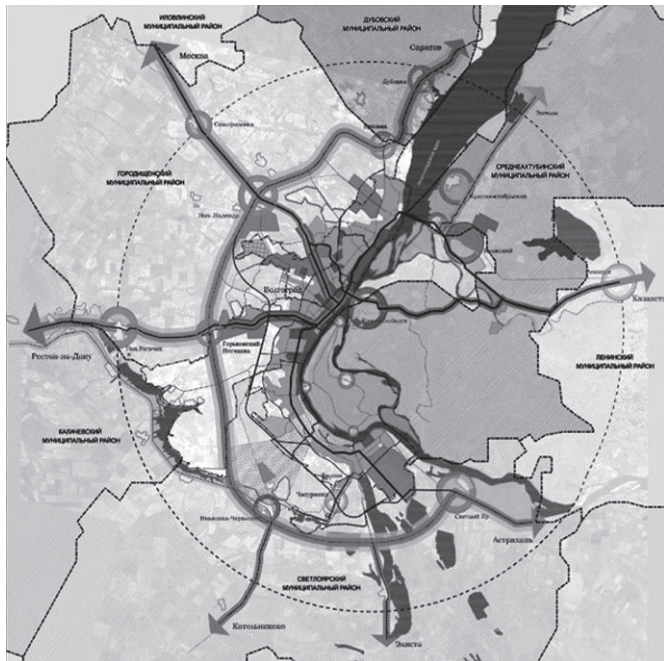


Рис. 1¹. Схема транспортных коммуникаций градостроительной системы «Большой Волгоград» (источник: [5])

Актуальность работы связана с активностью настоящего этапа планировочного развития транспортных коммуникаций одного из крупнейших мегаполисов Юга России – Волгограда (рис. 1).

В статье изложены результаты последних исследований перспектив развития улично-транспортной инфраструктуры крупного города – «Большого Волгограда». Объектами исследований стали улично-дорожная сеть, как основа эффективного функционирования города (скорость автотранспорта, интенсивность движения, уровень загрузки улично-дорожной сети и др.).

В Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года особое внимание уделяется развитию транспортных систем крупных и крупнейших городов. Это связано с тем, что в настоящее время транспортные сети городов испытывают большие нагрузки, связанные с ростом уровня автомобилизации населения регионов (рис. 2) [8–10]. Особенно остро проблема повышения пропускной способности улично-дорожной сети стоит в городах с линейно-протяжённой городской застройкой (Сочи, Волгоград и т.п.)

Наиболее ярким примером линейных городов является город Волгоград, протяжённостью около 90 км вдоль реки Волги. Уровень автомобилизации его населения является наибольшим по Южному федеральному округу и к 2020 году достиг 270 авт./1000 чел., что превышает прогнозируемые

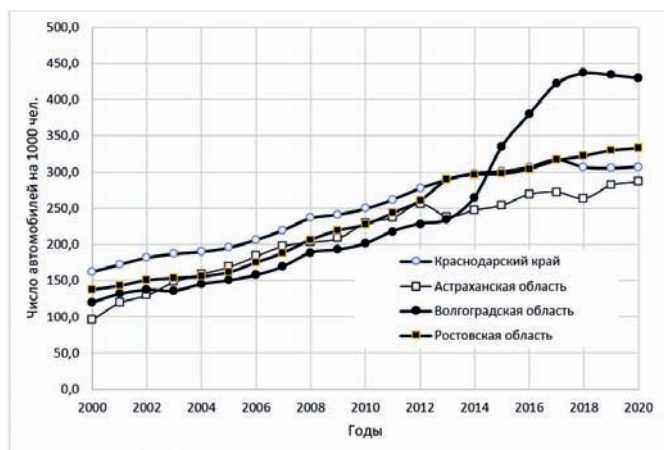


Рис. 2. Уровень автомобилизации регионов ЮФО за период 2000–2020 годы

¹ Авторы всех иллюстративных материалов, кроме особо оговорённых, – А.В. Антюфеев, С.В. Алексиков.

генеральным планом города значения в 1,3 раза. За последние 10-15 лет в городе значительно изменились плотность жилой и торгово-офисной застройки, функциональное использование зданий и сооружений на прилегающих к дорогам территориях [5–8]. Такие изменения требуют повышения пропускной способности улично-дорожной сети (УДС) города.

Для УДС города характерно: линейно-протяжённая конфигурация двух основных городских магистралей (Первая Продольная и Вторая Продольная магистрали), высокий уровень их загрузки автотранспортом в час пик, малая длина перегона между светофорными перекрёстками (перегоны до 500 м составляют 60% протяжённости магистралей); наличие преимущественно легковых автомобилей в транспортном потоке (71% перегонов имеют в составе потока более 80% легковых автомобилей) [8–10]. Скорость транспортного потока на отдельных перегонах снижается до 12–25 км/час при оптимальной – 30–35 км/час. Закономерности изменения интенсивности движения в течение суток характерны для УДС крупных городов России (рис. 3). Рост движения городского автотранспорта наблюдается в начале рабочего дня, остаётся постоянным в течение светового дня, снижается в 19–20 часов.

Средний уровень загрузки магистральных улиц общегородского значения – 0,60–0,98, районного значения – 0,50–0,80, местного значения – 0,40–0,70. Основные продольные магистральные улицы Волгограда, а также поперечные связывающие улицы, составляющие основу УДС, имеют недостаточную ширину проезжей части (рис. 4).

В час пик интенсивность движения приближается к пропускной способности этих улиц. До 37,7% протяжённости городских дорог имеют уровень загрузки до 0,75 и более (рис. 5).

Средняя скорость транспортного потока (50% обеспеченности) определяется уровнем загрузки дорог в час пик, в остальные часы он снижается до 10–15 км/час (рис. 6).

При высоком уровне загрузки ($Z > 0,85$) режим движения автомобилей неустойчивый, характеризуется частыми остановками на перегоне, образованием длинных очередей перед перекрёстками. Средняя скорость транспортного потока не более 15 км/час (рис. 7).

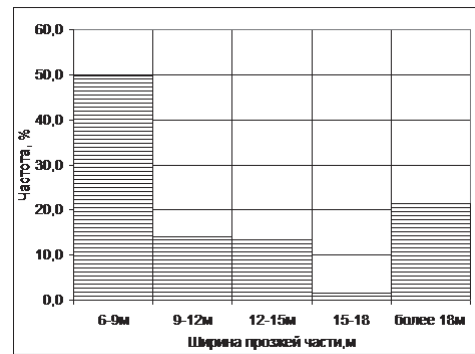


Рис. 4. Гистограмма ширины проезжей части УДС города Волгограда

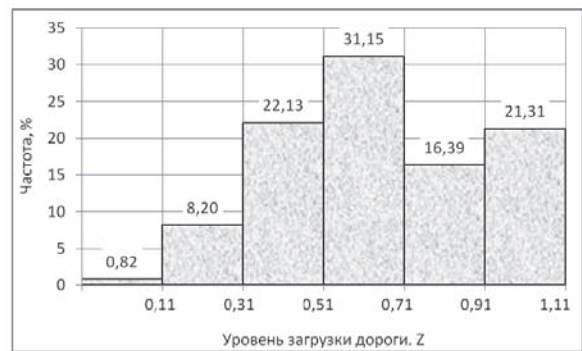


Рис. 5. Гистограмма уровня загрузки улиц и дорог города Волгограда

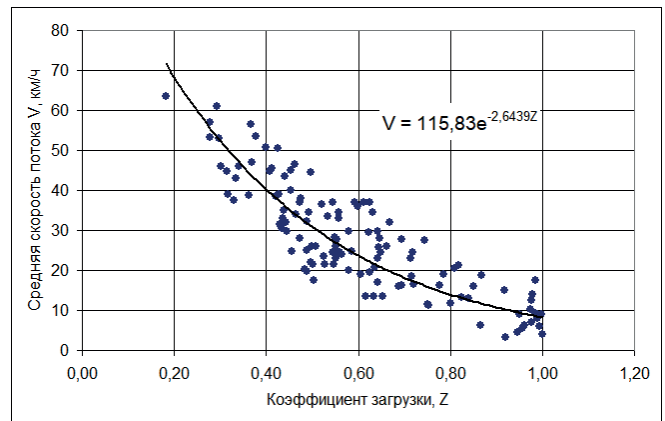


Рис. 6. Зависимость средней скорости потока от уровня загрузки УДС города Волгограда

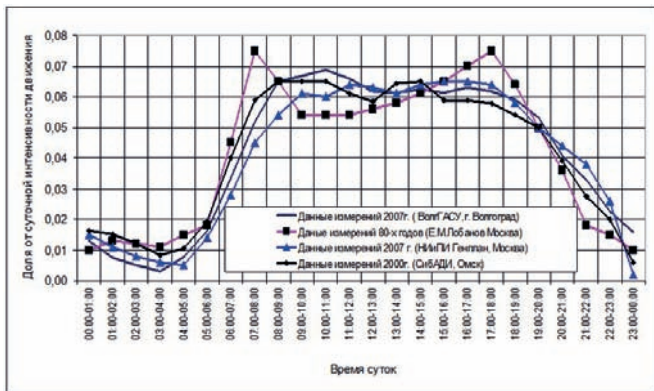


Рис. 3. Изменение интенсивности городского движения в течение суток

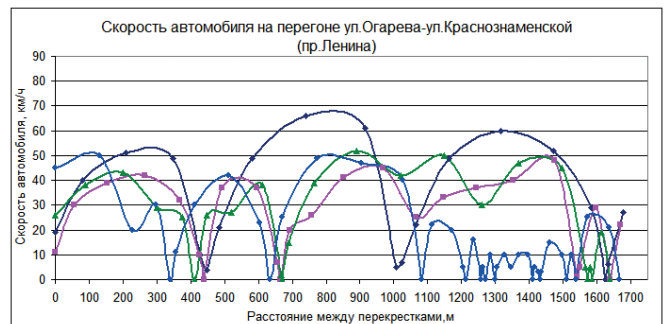


Рис. 7. Скорость автомобилей в потоке при уровне загрузки 0,92

До 40% регулируемых перекрёстков работают в утренний час пик в напряжённом режиме, их уровень загрузки $Z \geq 0,9-0,95$ (рис. 8).

В связи с этим около 50% перегонов УДС в час пик имеют транспортные пробки на всём протяжении (рис. 9). Задержки транспорта достигают 20 мин., особенно если на перегоне происходят ДТП (рис. 10). Средняя скорость потока зависит не только от уровня загрузки перегона Z , но и расстояния между перекрестками (L):

$$V_{cp} = \frac{4,68 \cdot L^{0,11}}{Z^{1,473}}$$

Выполненные исследования показали, что недостаточная пропускная способность УДС Волгограда обусловлена следующими факторами:

- недостаточным количеством продольных магистралей города;
- недостаточной шириной проезжей части УДС, особенно на основных магистралях города;
- малыми расстояниями между регулируемыми перекрестками, особенно на продольных магистралях;
- недостаточной пропускной способностью перекрёстков, связанной с образованием очередей автомобилей, ожидающих левоповоротное движение и циклами работы светофоров;

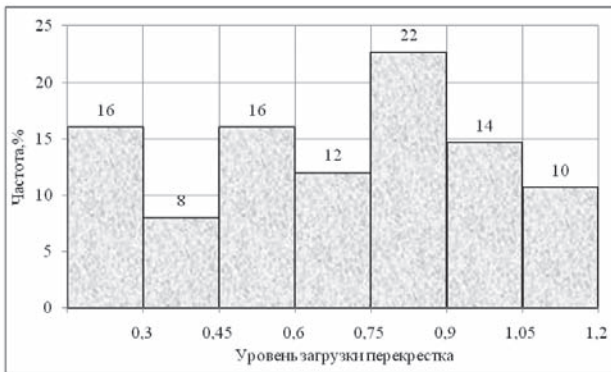


Рис. 8. Гистограмма уровня загрузки перекрестков города Волгограда



Рис. 9. Транспортный затор на площади Возрождения. Волгоград

– парковками автомобилей в правом ряду (на первой полосе движения), особенно на подъездах к перекрёсткам;

В настоящее время существует необходимость повышения пропускной способности УДС за счёт строительства и реконструкции улично-дорожной сети, в том числе продольные и поперечных магистралей [5; 8]. Опыт строительства и эксплуатации Нулевой рокадной магистрали вдоль реки Волги существенно повысил пропускную способность продольных магистралей города (рис. 11).

Перераспределение части транспортного потока с проспекта им. В.И. Ленина на Нулевую рокадную магистраль снизило загрузку дороги почти на 30% (рис. 12, 13), увеличило среднюю скорость транспортного потока до 40–60 км/час.

В настоящее время в городе реализован проект строительства продолжения улицы Электрослесовская – дублёра Второй Продольной магистрали. Построенный участок дороги (улица Максима Загоруйко) с пропускной способностью до 8 тыс. легковых автомобилей в час имеет четыре полосы движения. В утренний и вечерний час пик дорога интенсивно используется для движения легкового автотранспорта со скоростью до 60 км/час без задержек на светофорах. Это позволило снизить загрузку основной Второй Продольной магистрали города на 15–20%, сократить время сообщения до 20 мин.

Учитывая положительный опыт эксплуатации Нулевой рокадной магистрали и улицы Максима Загоруйко, принято решение о строительстве второй очереди (продолжения)

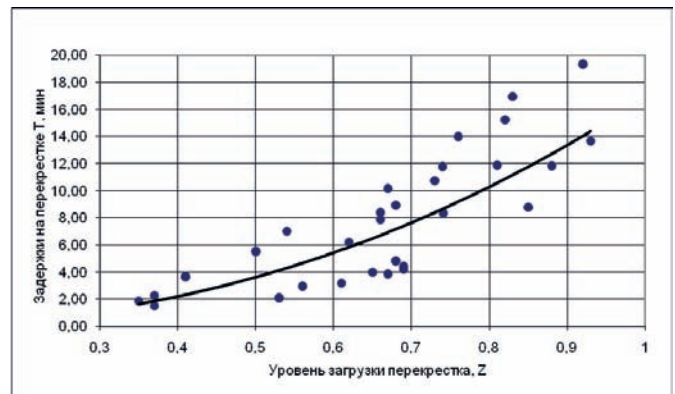


Рис. 10. Зависимость продолжительности задержки на перекрестке T от его уровня загрузки $Z_{пер}$



Рис. 11. Рокадная магистраль вдоль реки Волги. Волгоград

Нулевой рокадной дороги на участке улица Калинина – улица Автомобилистов (рис. 14) с выходом на продолжение улицы Электроресовской. В перспективе это позволит обеспечить беспрепятственное движение автотранспорта по дублирующей магистрали вдоль реки Волги.

Одновременно с модернизацией улично-дорожной сети города успешно реализуется крупнейший транспортный проект РФ – объездная дорога города Волгограда, автомагистраль I-6 категории (рис. 15).

Строительство автомагистрали, протяжённостью 98 км, соединит федеральные дороги 1Р 228 «Сызрань – Саратов – Волгоград», М-6 «Каспий» и М-21 «Волгоград – Каменск – Шахтинский», позволит увеличить скорость движения до 110–120 км/час.



Рис. 12. Движение транспорта по проспекту им. В.И. Ленина до строительства Нулевой рокадной магистрали, Волгоград



Рис. 13. Движение транспорта по проспекту им. В.И.Ленина после строительства Нулевой рокадной магистрали. Волгоград

В настоящее время продолжается строительство мостового перехода через реку Волгу протяжённостью более 12 км (третий пусковой комплекс). Таким образом формируется хордовая магистраль для пропуска транзитного транспорта через городскую территорию. Завершение строительства (третьего и четвёртого пусковых комплексов) позволит разгрузить городскую УДС от тяжеловесного транспорта, обеспечит скоростные транзитные перевозки по транспортным коридорам «Север – Поволжье – Юг», «Север – Юг» с выходом на Урал, Казахстан, Закавказье и республики Средней Азии.

Реконструкция федеральных дорог М-6 «Каспий» и А-260 «Волгоград – Каменск – Шахтинский – граница с Украиной» повысила пропускную способность головных участков авто-

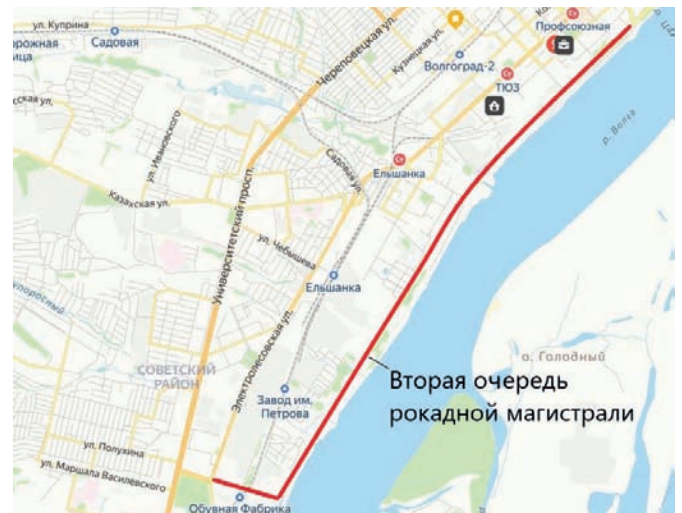


Рис. 14. Схема второй очереди рокадной магистрали в Волгограде вдоль реки Волги

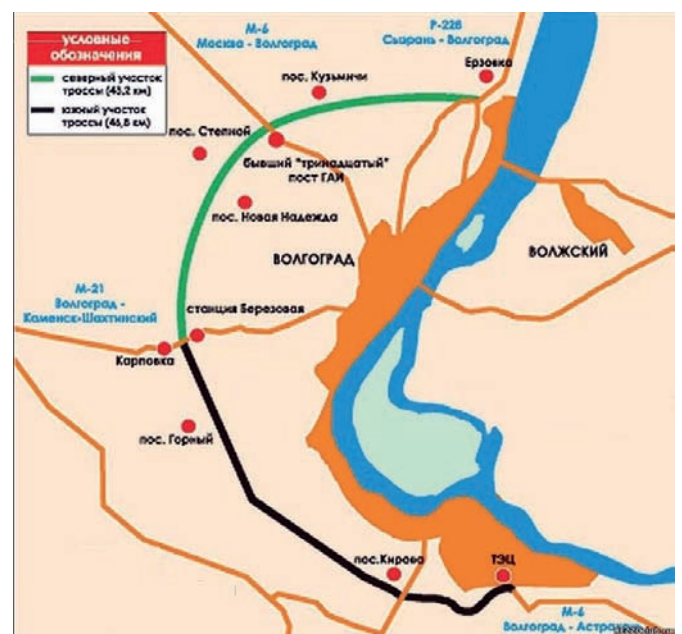


Рис. 15. Схема объездной дороги города Волгограда (источник: [5])

магистралей до 38 тыс. автомобилей в сутки, ликвидировала образование транспортных заторов на участках въезда в город. На 2023 год планируется дальнейшая реконструкция федеральной магистрали протяжённость более 10 км до р.п. Иловли.

* * *

Выполненные исследования и положительный опыт развития улично-дорожной сети города Волгограда и городской агломерации позволяют сделать следующие выводы.

- Для линейно-протяжённых крупных городов РФ в настоящее время характерно ограниченное количества продольных магистралей с недостаточной пропускной способностью. Чрезмерный уровень загрузки дорог обусловлен ограниченной шириной проезжей части, короткими перегонами между регулируемыми перекрёстками и недостаточной их пропускной способностью, несанкционированными парковками на первой полосе УДС, несовершенством организации дорожного движения, движением крупногабаритного транзитного транспорта по городской УДС.

- Повышение пропускной способности улично-дорожной сети в городах с линейной планировочной структурой эффективно за счёт строительства и реконструкции основных продольных магистралей, развития поперечных связей и продольных существующих городских дорог-дублёров, строительства обходных и хордовых автомагистралей для скоростного пропуска транзитного транспорта без нагрузки на городскую УДС. Развитие поперечных связей и продольных дорог-дублёров следует осуществлять путём капитального ремонта и реконструкции существующих городских дорог.

Список источников

1. Шубенков, М.В. Развитие градостроительных систем в постиндустриальный период / М.В. Шубенков. – Текст : непосредственный // *Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2016 году : Сборник научных трудов РААСН : В 2 томах : Т. 1.* – Москва : АСВ, 2017. – С. 501–504.

2. Sap, H. Corridors and/or Linear Cities; a Historic Contribution to Contemporary Discussion on Corridor Development / Sap H. – Текст : электронный. – URL: [www.has-architectuur.nl/res/paper\[jds12\].pdf](http://www.has-architectuur.nl/res/paper[jds12].pdf) (дата обращения 02.02.2018).

3. Tufek-Memisevic, T. A Linear City Development under Contemporary Determinants / Tufek-Memisevic T., Stachura E. – Текст : электронный // *Library of Science/* – URL: file:///C:/Users/User/Downloads/A_linear_city_development_under_con.pdf (дата обращения 02.02.2018).

4. Whebell C.F. Corridors: a Theory of Urban Systems / C.F. Whebell. – Текст : непосредственный // *Annals of the Association of American Geographers.* – 1969. – Vol. 59, no. 1, pp. 1–26.

5. Антюфеев А.В. Агломеративное развитие городов: архитектурно-градостроительные идеи и их реализация (на примере Волгограда) / А.В. Антюфеев. – Текст : непосредственный // *Вестник ВолгГАСУ. Серия: Строительство и архитектура.* – 2009. – Вып. 15 (34). – С. 179–184.

6. Лежава, И.Г. Выбор XXI века – линейная структура городских систем / И.Г. Лежава. – Текст : непосредственный // *Известия КазГАСУ.* – 2009. – № 2 (12). – С. 66–69.

7. Лежава И.Г. Линейные города / И.Г. Лежава. – Текст : электронный // *Отечественные записки.* – 2012. – № 3 (48). – URL: <http://www.strana-oz.ru/2012/3/lineynye-goroda> (дата обращения 05.02.2018).

8. Алексиков, С.В. Повышение пропускной способности улично-дорожной сети г. Волгограда / С.В. Алексиков, М.И. Альшанова // *Социология города.* – 2020. – № 4. – С. 59–69.

9. Алексиков, С.В. О подготовке транспортной системы г. Волгограда к проведению чемпионата мира по футболу 2018 г. / С.В. Алексиков, И.С. Алексиков, М.О. Карпушко // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер. Строительство и архитектура.* – 2014. – Вып. 38 (57). – С. 109–119.

10. Алексиков, С.В. Повышение пропускной способности городских дорог на основе оценки скоростного режима транспортных потоков. / С.В. Алексиков, С.В. Волченко // *Дороги и мосты.* – 2013. – Вып. 30/2. – С. 237–249.

References

1. Shubenkov M.V. Razvitie gradostroitel'nykh sistem v postindustrial'nyi period [Development of Urban Systems in Post-Industrial Period]. In: *Fundamental'nye, poiskovye i prikladnye issledovaniya RAASN po nauchnomu obespecheniyu razvitiya arkhitektury, gradostroitel'stva i stroitel'noi otrasli Rossiiskoi Federatsii v 2016 godu [Fundamental search and applied research of the RAASN on scientific support for the development of architecture, urban planning and the construction industry of the Russian Federation in 2016 year]*, Collection of scientific papers of the RAASN, in 2 volumes, Vol. 1. Moscow, ASV Publ., 2017, pp. 501–504. (In Russ., abstr. in Engl.)

2. Sap H. Corridors and/or Linear Cities; a Historic Contribution to Contemporary Discussion on Corridor Development. URL: [www.has-architectuur.nl/res/paper\[jds12\].pdf](http://www.has-architectuur.nl/res/paper[jds12].pdf) (Accessed 02/02/ 2023). (In Engl.)

3. Tufek-Memisevic T., Stachura E. Alinear city development under contemporary determinants. In: *Housing Environment by Cracow University of Technology*, 2015, Vol.14. URL: <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-052d5671-bbd9-47d9-99d4-63b4c464a16c> (Accessed 02/02/ 2023). (In Engl.)

4. Whebell C.F. Corridors: a theory of urban systems. In: *Annals of the Association of American Geographers*, 1969, Vol. 59, no.1, pp. 1–26. (In Engl.)

5. Antyufeev A.V. Agglomerativnoe razvitie gorodov: arkhitekturno-gradostroitel'nye idei i ikh realizatsiya (na

primere Volgograda) [Agglomerative Development of Cities: Ideas of Architecture and Town-Planning and Their Realization (by the Example of Volgograd)]. In: *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of the Volgograd State Architectural and Construction University. Series: Construction and Architecture], 2009, Iss. 15 (34), pp. 179–184. (In Russ., abstr. in Engl.)

6. Lezhava I.G. Vybor XXI veka – lineinaya struktura gorodskikh system [The Choice of XXI Century – Linear Structure of Urban Systems]. In: *Izvestiya KazGASU* [News KSUAE], 2009, no. 2 (12), pp. 66–69. (In Russ., abstr. in Engl.)

7. Lezhava I.G. Lineinye goroda [Linear Cities]. In: *Otechestvennye zapiski*, 2012, no. 3 (24). URL: <http://www.strana-oz.ru/2012/3/lineynye-goroda> (Accessed 02/05/2023). (In Russ.)

8. Aleksikov S.V., Al'shanova M.I. Povyshenie propusknoi sposobnosti ulichno-dorozhnoi seti g. Volgograda [Increasing

the Throughput of the Road Network of Volgograd]. In: *Sotsiologiya goroda* [Sociology of the City], 2020, no. 4, pp. 59–69. (In Russ., abstr. in Engl.)

9. Aleksikov S.V. Aleksikov I.S., Karpushko M.O. O podgotovke transportnoi sistemy g. Volgograda k provedeniyu chempionata mira po futbolu 2018 g. [Preparation of Volgograd Transport System for Carrying out the Football World Cup 2018]. In: *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of the Volgograd State Architectural and Construction University. Series: Construction and Architecture], 2014, Iss. 38 (57), pp. 109–119. (In Russ., abstr. in Engl.)

10. Aleksikov S.V. Volchenko S.V. Povyshenie propusknoi sposobnosti gorodskikh dorog na osnove otsenki skorostnogo rezhima transportnykh potokov [Increase of Capacity of City Roads on the Basis of the Assessment of the High-Speed Rate of Transport Flows]. In: *Dorogi i mosty* [Roads and Bridges], 2013, Iss. 30/2, pp. 237–249. (In Russ.)