

DOI: [10.34220/2311-8873-2023-56-64](https://doi.org/10.34220/2311-8873-2023-56-64)



УДК 656.1/.5

UDC 656.1/.5

2.9.5 – эксплуатация автомобильного транспорта

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ СЕТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ВЕЛОДОРОЖЕК В КРУПНЫХ ГОРОДАХ

STRATEGIC PLANNING OF THE MAJOR BICYCLE NETWORK IN LARGE CITIES

Сенин Иван Сергеевич,
старший преподаватель кафедры транспортных процессов и технологических комплексов, Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар.

Senin Ivan Sergeevich,
senior Lecturer, Department of Transport Processes and Technological Complexes, Kuban State Technological University, Krasnodar.

Котенкова Ирина Николаевна,
старший преподаватель кафедры транспортных процессов и технологических комплексов, Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар.

Kotenkova Irina Nikolaevna,
senior Lecturer, Department of Transport Processes and Technological Complexes, Kuban State Technological University, Krasnodar.

Надирян София Левоновна,
старший преподаватель кафедры транспортных процессов и технологических комплексов, Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар.

Nadiryan Sofia Levonovna,
senior Lecturer, Department of Transport Processes and Technological Complexes, Kuban State Technological University, Krasnodar.

Коновалова Татьяна Вячеславовна,
к.экон.н., доцент кафедры транспортных процессов и технологических комплексов, Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар.

Konovalova Tatyana Vyacheslavovna,
cand. of Economic Sc., Associate Professor of the Department of Transport Processes and Technological Complexes of the Kuban State Technological University, Krasnodar.

Лаврениц Илья Сергеевич,
студент кафедры транспортных процессов и технологических комплексов, Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар.

Lavrenets Ilya Sergeevich,
student of the Department of Transport Processes and Technological Complexes of the Kuban State Technological University, Krasnodar.

Аннотация. В статье рассмотрен алгоритм планирования сети магистральных велодорожек в крупных городах, позволяющий повысить надежность принимаемых решений по развитию транспортной инфраструктуры в условиях неопределенности закономерностей формирования потоков.

Annotation. The article considers an algorithm for planning a network of main bike paths in large cities, which makes it possible to increase the reliability of decisions made on the development of transport infrastructure in the face of uncertainty in the patterns of formation of cycle flows.

Ключевые слова: КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ, **Keywords:** CORRESPONDENCE, QGIS, QGIS, ВЕЛОДОРОЖКА, БУФЕРНАЯ ЗОНА, BIKE PATH, BUFFER ZONE, ОБЪЕКТ ПРИТЯЖЕНИЯ OBJECT OF ATTRACTION.

ⁱ Автор для ведения переписки

1 Состояние вопроса исследования и актуальность работы

Велосипедная инфраструктура в России развивается зачастую бессистемно, что обусловлено неопределенностью закономерностей формирования велопотоков, что не позволяет объективно оценить потенциальный эффект от ее развития [3].

Существуют и систематически пополняются методические пособия, государственные стандарты, и другие материалы, которые касаются технических вопросов построения велодорожек и других дорожных объектов [13, 16]. Однако существует несколько вопросов, которым уделяется мало внимания – где проектировать велосипедные маршруты и как обосновать правильность этого решения? Предложенные рядом исследователей показатели мониторинга развития велосипедной инфраструктуры и способы оценки ее эффективности, зачастую рассматривают территории с частично сложившейся инфраструктурой с единой велотранспортной сетью или отдельные веломаршруты и требующие большого массива необходимой информации [1-5, 17-20].

Для решения этой проблемы необходимо проводить исследования в области формирования велопотоков, анализировать данные о количестве велосипедистов и их маршрутах движения, учитывать особенности территории и городской среды [6, 9-12, 14-15]. Также важно проводить широкую консультационную работу с населением и велосипедистами, чтобы учитывать их потребности и мнения при проектировании велосипедных маршрутов [7-8].

2 Материалы и методы

При проведении исследования авторы исходили из постулата, что существуют объекты, формирующие корреспонденцию и объекты её поглощающие – точки притяжения населения. Зная их местоположение, можно создать теоретическую сеть маршрутов, которая соединяла бы данные объекты по кратчайшим путям, используя улично-дорожную сеть города. В качестве объекта исследования авторами выбрана территория города Краснодар. В качестве инструмента для проведения исследования использовалась геоинформационная система QGIS позволяющая проводить анализ векторных объектов, а также набор стандартных инструментов и плагинов данной программной среды.

3 Результаты исследований

Алгоритм планирования сети магистральных велодорожек включает следующие этапы.

С помощью геоинформационной системы QGIS и открытых источников, на карту города были помещены объекты, поглощающие и создающие корреспонденцию: жилые комплексы высокой плотности, университеты и институты, колледжи, парки и другие рекреационные зоны (рис. 1).

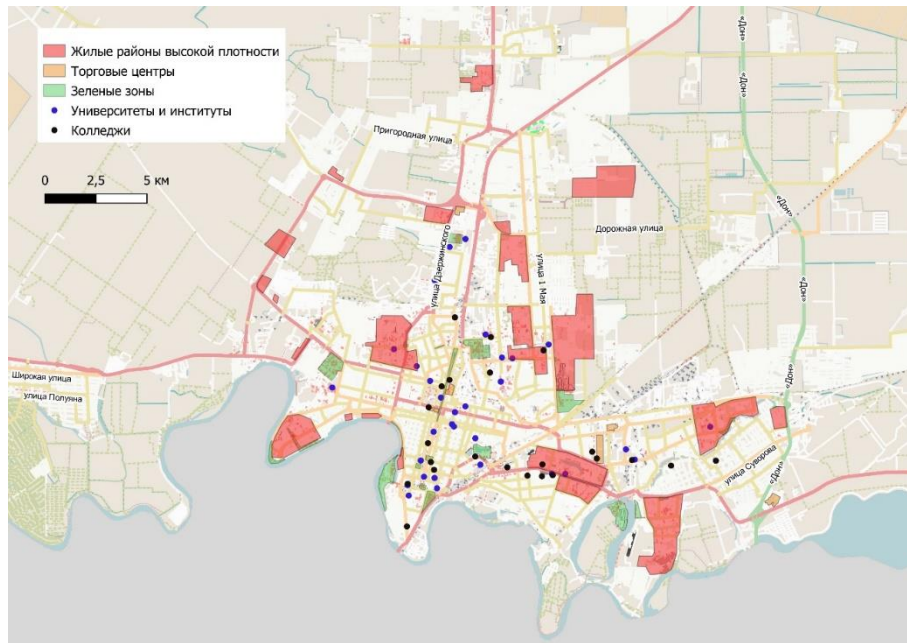


Рисунок 1 – Исходные данные для планирования

Далее был составлен расчёт корреспонденции по кратчайшим путям между объектами. Затем были выявлены участки улично-дорожной сети с различной плотностью связей и нанесены на карту (рис. 2).

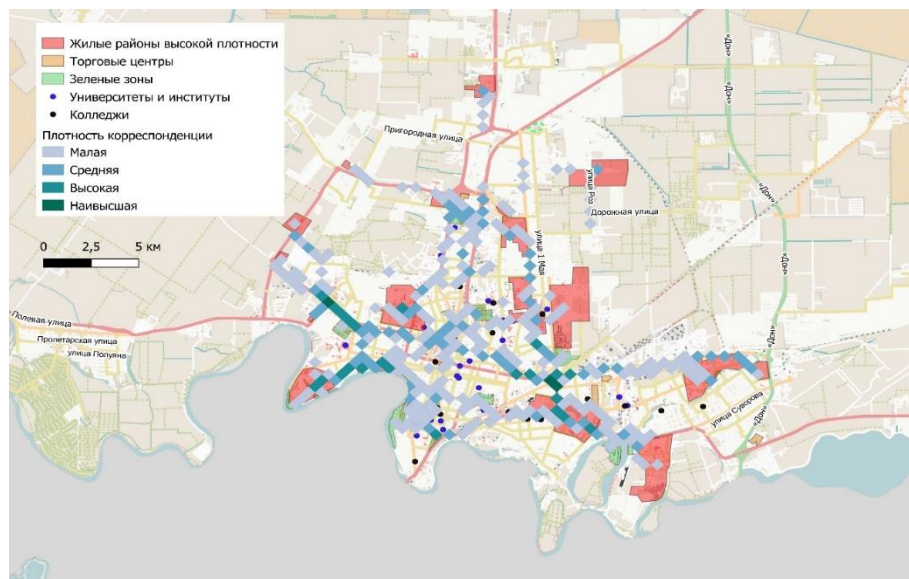


Рисунок 2 – Карта плотности корреспонденции

Улицы, предполагаемые для включения в сеть, были рассмотрены без учёта возможности приложения велосипедной дорожки или велосипедной полосы в принципе. Следующим шагом было построение предварительного каркаса магистральных велосипедных дорожек по улицам с максимальным количеством связей, а именно: ул. Ростовское шоссе, ул. Красная, ул. Северная, ул. Ставропольская, ул. Красных Партизан, ул. Уральская, ул. Проспект Чекистов, ул. Российская, ул. Западный обход (рис. 3). Общая протяжённость составила 110 километров.

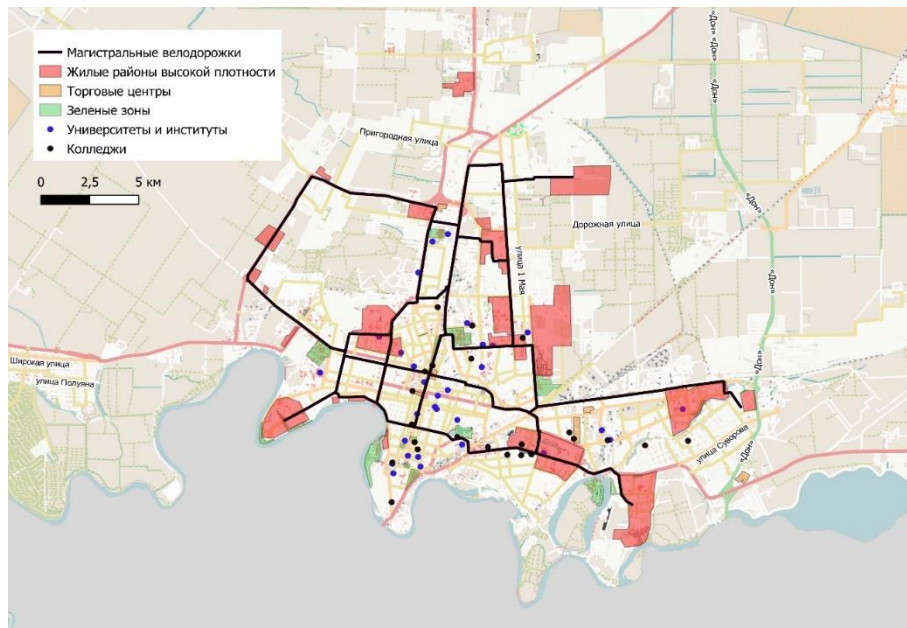


Рисунок 3 – Каркас магистральных велосипедных дорожек вариант №1

В виду того, что обустройство такой сети велодорожек, в сложившиеся городских условиях застройки, затруднительно и достаточно дорогостоящее, был создан второй вариант каркаса (рис. 4). В целях оптимизации, были убраны некоторые участки, которые дублировались и располагались близко друг к другу. По итогу, общая протяжённость составила 82,7 километров.

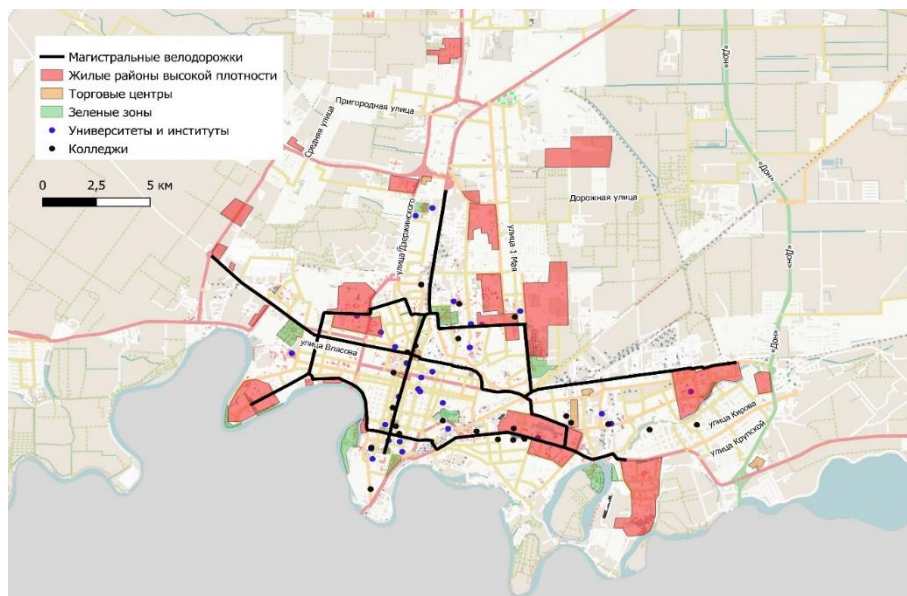


Рисунок 4 – Каркас магистральных велосипедных дорожек вариант №2

Получившаяся сеть позволяет в целом удовлетворить потребность велосипедистов, однако предполагается, что она должна в будущем развиваться и дополняться второстепенными

велосипедными дорожками, которые будут заполнять территории, не обслуживаемые основными маршрутами. На рис. 5 представлен каркас сети с буферной зоной обслуживания (менее 10 минут езды на велосипеде или 600 метров).

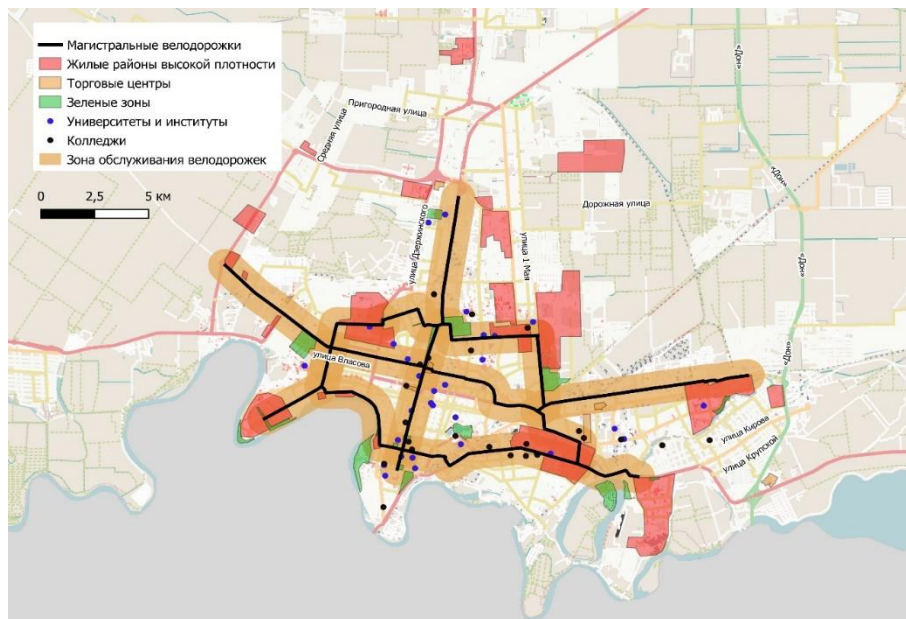


Рисунок 5 – Зона обслуживания магистральных велодорожек

4 Обсуждение и заключение

При оценке возможности проектирования велосипедной инфраструктуры необходимо определить основные критерии ее эффективности:

1. **Безопасность.** Включает в себя разработку и строительство отдельных велосипедных дорожек, ограничения скорости движения автомобилей на улицах, установки светофоров и знаков, которые обеспечивают безопасность велосипедистов на дороге. Также важно проводить обучение велосипедистов правилам дорожного движения и контролировать их соблюдение. Кроме того, необходимо увеличить количество мест для парковки велосипедов и обеспечить безопасность при их хранении. Все эти меры помогут создать безопасную и комфортную среду для велосипедистов и способствовать развитию велосипедной культуры в городе.

2. **Последовательность.** Веломаршруты должны связывать между собой основные объекты тяготения, которые формируют велосипедные потоки. При этом велосипедная инфраструктура должна быть не прерывающейся, и позволяющей выбирать оптимальные маршруты передвижения. Также важно обеспечить доступность велосипедной инфраструктуры для всех групп населения, включая людей с ограниченными возможностями. Для этого можно использовать специальные адаптированные велосипеды и оборудование для перевозки велосипедов на общественном транспорте.

3. **Равномерность и прямолинейность.** Возможность двигаться по велодорожкам с оптимальной постоянной скоростью, минимизировать количество пересечений с проезжей частью улиц и дорог. Также важно предоставить велосипедистам достаточно места на дорогах и обеспечить безопасность их движения. Для этого можно использовать разметку велосипедных дорожек и установку специальных светоотражающих элементов на велосипедах.

4. **Привлекательность для пользователей.** Необходимо проводить информационную работу среди населения о преимуществах использования велосипедов как средства транспорта, а также о правилах безопасности при езде на велосипеде. С помощью велосипедного транспорта

должен быть обеспечен доступ к основным бытовым и социальным объектам, перемещение на велосипеде должно быть максимально комфортным, удобным, эстетичными беспроблемным.

5. Удобство. Состояние покрытия велодорожек не должно причинять неудобств велосипедистам. Так же должно быть большого количества участков, где необходимо перемещаться пешком (например, пересечения с проезжей частью).

Представленный метод стратегического планирования сети магистральных велодорожек в крупных городах может применяться достаточно эффективно, так как он не требует больших вычислительных мощностей, капиталовложений и специальной подготовки необходимой информации. Данный метод позволяет на этапе планирования мероприятий по развитию транспортной инфраструктуры повысить надежность принимаемых решений и их научную обоснованность.

В целом, развитие велотранспорта является важным направлением для создания устойчивого городского транспорта и улучшения качества жизни горожан. Он помогает уменьшить загрязнение окружающей среды, сокращает пробки на дорогах и способствует здоровому образу жизни. Однако для достижения этой цели необходимо проводить комплексные меры по развитию велосипедной инфраструктуры, повышению безопасности движения велосипедистов и информированию населения о преимуществах использования велосипедов, поддерживать и развивать велосипедную инфраструктуру в городах и создавать благоприятные условия для ее использования.

Список литературы

- 1 Велотранспортная инфраструктура Москвы: система показателей мониторинга развития / Н. Киреева, Д. Завьялов, О. Сагинова, Н. Завьялова // Логистика. – 2019. – № 10(155). – С. 28-32.
- 2 Галышев, А. Б. Оценка приспособленности веломаршрута до и после создания велотранспортной инфраструктуры на примере города Красногорска / А. Б. Галышев, С. Г. Аракелян // European Journal of Natural History. – 2020. – № 1. – С. 72-75.
- 3 Гришина, О. А. Перспективный методический подход к выявлению зон с наибольшим потенциалом для развития велотранспортной инфраструктуры города / О. А. Гришина, А. И. Гришин, И. А. Строганов // Статистика и Экономика. – 2022. – Т. 19, № 6. – С. 10-20. – DOI 10.21686/2500-3925-2022-6-10-20.
- 4 Шилов, В. А. Внедрение экологичной велотранспортной инфраструктуры в современных городах / В. А. Шилов, А. А. Игнатьев // Экологические аспекты современных городов : Сборник материалов VIII межрегионального семинара, Иваново, 22 декабря 2021 года. – Иваново: Ивановский государственный политехнический университет, 2022. – С. 36-42.
- 5 Шарова, И. Д. Алгоритм проектирования городской велотранспортной инфраструктуры / И. Д. Шарова // Градостроительство и архитектура. – 2018. – Т. 8, № 3(32). – С. 117-123. – DOI 10.17673/Vestnik.2018.03.22.
- 6 Жегалина, Г. В. Рационализация планировочной организации территории города с учетом размещения велотранспортной инфраструктуры / Г. В. Жегалина, Э. В. Жегалина, И. В. Маркин // . – 2016. – № 1(41). – С. 72-83.
- 7 Павлова, И. Д. Пространственная многокритериальная оценка улично-дорожной сети как метод определения комфортности велосипедной поездки / И. Д. Павлова // . – 2018. – № 2. – С. 1-11.
- 8 Лобанова, А. С. Значение развития велотранспортной инфраструктуры в городских условиях / А. С. Лобанова // Теоретические и практические аспекты развития современной науки: теория, методология, практика : Сборник научных статей по материалам VI Международной научно-практической конференции, Уфа, 16 ноября 2021 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2021. – С. 312-317.
- 9 Семенда, Е. С. Формирование велосипедной и пешеходной инфраструктуры современного города / Е. С. Семенда, В. В. Сидорова // Дни науки крымского федерального университета

им. В.И. Вернадского : сборник трудов IV Научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых, Симферополь, 10–17 октября 2018 года / Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского. – Симферополь: Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2018. – С. 23-26.

10 Лебедева, К. С. Анализ существующей велоинфраструктуры в Г. Новосибирске / К. С. Лебедева, П. Ю. Бугаков // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2020. – Т. 6, № 2. – С. 3-7. – DOI 10.33764/2618-981X-2020-6-2-3-7.

11 Шалыгина, Д. О. Развитие велотранспортной сети городской территории (на материалах города Тюмени) / Д. О. Шалыгина, А. А. Матвеева // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения : Сборник материалов LI Международной студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 16 марта 2017 года. Том Часть 1. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2017. – С. 166-168.

12 Павлова, И. Д. Велотранспортная инфраструктура как оптимальный способ восприятия города / И. Д. Павлова // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Градостроительство : сборник статей 74 международной научно-технической конференции / Самарский государственный технический университет : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2017. – С. 249-254.

13 Велосипедный транспорт в городах / Ю. В. Трофименко, С. В. Шелмаков, С. О. Зега, Е. В. Шашина. – Москва : Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2020. – 154 с.

14 Перспектива автоматизации проектирования велоинфраструктуры городов с целью интеграции транспортных потоков сервисов доставок / Д. А. Коротыхин, А. В. Баните, Е. П. Кукушкина [и др.] // Автоматика на транспорте. – 2022. – Т. 8, № 3. – С. 296-306. – DOI 10.20295/2412-9186-2022-8-03-296-306.

15 Евтюков, С. С. Оценка влияния велосипедной инфраструктуры города на безопасность дорожного движения велосипедистов / С. С. Евтюков, И. С. Брылев, М. М. Блиндер // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 3-2(78). – С. 76-84. – DOI 10.33979/2073-7432-2022-2(78)-3-76-84.

16 Методика оценки уровня обслуживания велосипедного движения / В. Н. Мячин, В. А. Флячинский, В. В. Шуляев, М. Г. Кондрашкин // . – 2021. – № 1-2(92-93). – С. 68-70.

17 Лебедева, К. С. Разработка методики создания геоинформационной системы для анализа велоинфраструктуры в Г. Новосибирске / К. С. Лебедева, П. Ю. Бугаков // . – 2021. – Т. 26, № 4. – С. 55-64. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-4-55-64.

18 Ролдугина, М. В. Проект по разработке системы велодорожек в городе Липецке / М. В. Ролдугина // Журналистика и география : Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Воронеж, 18–19 марта 2022 года. Том II. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2022. – С. 88-94.

19 Добровольская, А. А. Особенности проектирования велодорожек в Санкт-Петербурге на основе анализа опыта стран балтийского региона / А. А. Добровольская // Системный анализ и логистика. – 2020. – № 4(26). – С. 122-130. – DOI 10.31799/2007-5687-2020-4-122-130.

20 Лавренец, И. С. К вопросу формирования велотранспортной инфраструктуры в крупных городах / И. С. Лавренец, И. С. Сенин // Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок, безопасности движения и эксплуатации транспортных средств : Сборник научных трудов по материалам XVI Международной научно-технической конференции, Саратов, 16 апреля 2021 года. – Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., 2021. – С. 14-17.

References

1 Cycling infrastructure of Moscow: a system of indicators for monitoring development / N. Kireeva, D. Zavyalov, O. Saginova, N. Zavyalova // *Logistics*. – 2019. – № 10(155). – P. 28-32.

2 Galyshev, A. B. Assessment of the fitness of a bicycle route before and after the creation of a transport infrastructure on the example of the city of Krasnogorsk / A. B. Galyshev, S. G. Arakelyan // *European Journal of Natural History*. – 2020. – No. 1. – pp. 72-75.

3 Grishina, O. A. A promising methodological approach to identifying areas with the greatest potential for the development of cycling infrastructure of the city / O. A. Grishina, A. I. Grishin, I. A. Stroganov // *Statistics and Economics*. – 2022. – Vol. 19, No. 6. – p. 10-20. – DOI 10.21686/2500-3925-2022-6-10-20.

4 Shilov, V. A. Introduction of eco-friendly cycling infrastructure in modern cities / V. A. Shilov, A. A. Ignatiev // *Ecological aspects of modern cities : A collection of materials of the VIII interregional seminar, Ivanovo, December 22, 2021*. – Ivanovo: Ivanovo State Polytechnic University, 2022. – pp. 36-42.

5 Sharova, I. D. Algorithm of designing urban bicycle transport infrastructure / I. D. Sharova // *Urban planning and architecture*. – 2018. – Vol. 8, No. 3(32). – pp. 117-123. – DOI 10.17673/Vestnik.2018.03.22.

6 Zhegalina, G. V. Rationalization of the planning organization of the city territory taking into account the placement of bicycle transport infrastructure / G. V. Zhegalina, E. V. Zhegalina, I. V. Markin // . – 2016. – № 1(41). – Pp. 72-83.

7 Pavlova, I. D. Spatial multi-criteria assessment of the street-road network as a method for determining the comfort of a bicycle trip / I. D. Pavlova // . – 2018. – № 2. – P. 1-11.

8 Lobanova, A. S. The importance of the development of bicycle transport infrastructure in urban conditions / A. S. Lobanova // *Theoretical and practical aspects of the development of modern science: theory, methodology, practice : A collection of scientific articles based on the materials of the VI International Scientific and Practical Conference, Ufa, November 16, 2021*. – Ufa: Limited Liability Company "Scientific Publishing Center "Bulletin of Science", 2021. – pp. 312-317.

9 Semenda, E. S. Formation of bicycle and pedestrian infrastructure of a modern city / E. S. Semenda, V. V. Sidorova // *Days of Science of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University : Proceedings of the IV Scientific and Practical Conference of Faculty, Graduate students, students and Young Scientists, Sim-feropol, October 10-17, 2018 / V.I. Vernadsky Crimean Federal University*. – Simferopol: V.I. Vernadsky Crimean Federal University, 2018. – pp. 23-26.

10 Lebedeva, K. S. Analysis of the existing bicycle infrastructure in Novosibirsk / K. S. Lebedeva, P. Y. Bugakov // *Interexpo Geo-Siberia*. – 2020. – Vol. 6, No. 2. – pp. 3-7. – DOI 10.33764/2618-981X-2020-6-2-3-7.

11 Shalygina, D. O. Development of the bicycle transport network of the city territory (on the materials of the city of Tyumen) / D. O. Shalygina, A. A. Matveeva // *Current issues of science and economy: New challenges and solutions : Collection of materials of the LI International Scientific and Practical Conference, Tyumen, March 16, 2017. Volume Part 1*. – Tyumen: State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, 2017. - pp. 166-168.

12 Pavlova, I. D. Bicycle transport infrastructure as an optimal way of city development / I. D. Pavlova // *Traditions and innovations in construction and architecture. Urban planning : Collection of articles of the 74th International Scientific and Technical Conference / Samara State Technical University : Samara State Architectural and Civil Engineering University, 2017*. – pp. 249-254.

13 Bicycle transport in cities / Yu. V. Trofimenko, S. V. Shelmakov, S. O. Ze-ge, E. V. Shashina. – Moscow : Moscow Automobile and Road Engineering State Technical University (MADI), 2020. - 154 p.

14 The prospect of automating the design of bicycle infrastructure of cities with the aim of integrating transport flows of delivery services / D. A. Korotykhin, A.V. Banite, E. P. Kukushkina [et al.] // *Automation on transport*. – 2022. – Vol. 8, No. 3. – pp. 296-306. – DOI 10.20295/2412-9186-2022-8-03-296-306.

15 Evtyukov, S. S. Assessment of the impact of the city's bicycle infrastructure on the safety of cyclists' road traffic / S. S. Evtyukov, I. S. Brylev, M. M. Blinder // The world of transport and technological machines. – 2022. – № 3-2(78). – Pp. 76-84. – DOI 10.33979/2073-7432-2022-2(78)-3-76-84.

16 Methodology for assessing the level of bicycle traffic service / V. N. Myachin, V. A. Flyachinsky, V. V. Shulyaev, M. G. Kondrashkin // . – 2021. – № 1-2(92-93). – Pp. 68-70.

17 Lebedeva, K. S. Development of a methodology for creating a geoinformation system for analyzing bicycle infrastructure in Novosibirsk / K. S. Lebedeva, P. Y. Bugakov // . – 2021. – Vol. 26, No. 4. – pp. 55-64. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-4-55-64.

18 Roldugina, M. V. Project for the development of a bicycle path system in the city of Lipetsk / M. V. Roldugina // Journalism and geography : Collection of materials of the II All-Russian Scientific and Practical Conference with International participation, Voronezh, March 18-19, 2022. Volume II. – Voronezh: Voronezh State University, 2022. – pp. 88-94.

19 Dobrovolskaya, A. A. Features of designing bike paths in St. Petersburg based on the analysis of the experience of the Baltic region countries / A. A. Dobrovolskaya // System analysis and logistics. – 2020. – № 4(26). – Pp. 122-130. – DOI 10.31799/2007-5687-2020-4-122-130.

20 Lavrenets, I. S. On the issue of the formation of bicycle transport infrastructure in large cities / I. S. Lavrenets, I. S. Senin // Topical issues of the organization of motor transport, traffic safety and operation of vehicles : Collection of scientific papers based on the materials of the XVI International Scientific and Technical Conference, Saratov, April 16, 2021. – Saratov: Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A., 2021. – pp. 14-17.

© Сенин И.С., Котенкова И.Н., Надирян С.Л., Коновалова Т.Н., Лаврентец И.С., 2023