

УДК: 528.942

DOI: 10.35595/2414-9179-2025-3-31-334-348

Д. А. Корнилов¹, Е. А. Прохорова²

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ ВЕЛОИНФРАСТРУКТУРЫ

АННОТАЦИЯ

Настоящая статья посвящена проблеме разработки содержания карт велотранспортной инфраструктуры. Велосипеды и другие средства индивидуальной мобильности в настоящее время являются самостоятельным, альтернативным автомобилю видом личного транспорта, и необходимость картографирования различных его характеристик диктуется потребностью в наглядном представлении результатов анализа пространственного расположения объектов велотранспортной инфраструктуры, выявления закономерностей и взаимосвязей между ними. Велотранспорт затрагивает множество сфер городской жизни, однако существует очень мало комплексных тематических карт, отображающих эту тематику. Пространственные данные о велоинфраструктуре, полученные из множества разобраных источников, были обработаны, структурированы и представлены в виде карт разных типов — от аналитических до сложных комплексных. При этом авторами статьи были разработаны собственные классификации объектов, предложены элементарные, комбинированные и комплексные матричные легенды, составлены методики новых картографируемых показателей. Городские обследования и использование статистических данных позволили оценить удобство маршрутов, качество улично-дорожной сети и плотность парковочных мест, а затем показать это на картах. В работе предложены различные подходы и методические решения при разработке тематических карт велосипедного движения и его характеристик: карты плотности дневного и ночного населения округа, карты структуры городской застройки, улиц Юго-Западного административного округа, велоинфраструктуры округа, проницаемости кварталов. Картографические материалы имеют практическую значимость; они могут быть использованы для предпроектного обоснования строительства велотранспортной инфраструктуры, а также могут оказать помощь специалистам в проектировании современной, удобной, безопасной сети велотранспорта при дальнейшем развитии региона.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: картографирование и анализ данных, карты велотранспортной инфраструктуры, средства индивидуальной мобильности

¹ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, географический факультет, Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991, *e-mail*: korniloff.dania@mail.ru

² Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, географический факультет, Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991, *e-mail*: caprohorova@mail.ru

Daniil A. Kornilov¹, Elena A. Prokhorova²

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL SOLUTIONS IN CREATING THEMATIC MAPS OF BICYCLE INFRASTRUCTURE

ABSTRACT

The article deals with the problem of developing content for cycle transport infrastructure maps. Nowadays bikes and other personal mobility aids are an independent, alternative form of transport to a car. So, the need for mapping its various characteristics is dictated by the need for a visual representation of the results of the analysis of the spatial location of cycle infrastructure objects, identifying patterns and relationships between them. Cycling touches many areas of urban life, yet there are very few comprehensive thematic maps that cover this topic. Spatial data on cycling infrastructure, obtained from many disparate sources, are processed, structured and presented in the form of maps of different types — from analytical to complex integrated ones. At the same time, our own classifications of objects were developed, and elementary, combined and complex matrix legends were proposed. Urban surveys and the use of statistical data made it possible to assess the convenience of routes, the quality of the road network, the density of parking spaces, and after all show these results on maps. The work proposes various approaches and methodological solutions for developing thematic maps of cycling and its characteristics: maps of the daytime and nighttime population density of the district, maps of structures of urban forms, streets of the South-West Administrative district, the existing cycle infrastructure, the permeability of city blocks. The created cartographic materials have a practical significance; they can be used for pre-project justification of the construction of bicycle transport infrastructure and to assist specialists in designing a modern, convenient, safe bicycle transport network for the further development of the region. The created cartographic materials have a practical significance; they can be used for pre-project justification of cycle infrastructure construction and to assist specialists in designing a modern, convenient, safe bicycle transport network for the further development of the region.

KEYWORDS: mapping and data analysis, bicycle infrastructure maps, personal mobility aids

ВВЕДЕНИЕ

Проблемы функционирования транспортной системы любого крупного города всегда будут актуальны, т. к. рост населения и все увеличивающаяся интенсивность движения на городских улицах уменьшают комфортность и безопасность среды для ее жителей и увеличивают нагрузку на все звенья экономики города. Использование альтернативного автомобилю транспорта для передвижения по городу приводит к уменьшению пробок и увеличению общей пропускной способности улиц через оптимизацию трафика, благоприятно влияет на окружающую среду. Таким выбором/вариантом становятся средства микромобильности (СММ), под которыми подразумеваются велосипеды, электросамокаты (скутеры) и электропеды [Коновалова и др., 2022; Abduljabbar et al., 2021].

Велотранспорт затрагивает множество сфер городской жизни. Основное направление использования относится к сфере услуг, т. к. современные операторы торговли и рестораторы активно используют доставку для осуществления дистанционных продаж и услуг общественного питания. Транспортная функция средств микромобильности не менее актуальна для жителей городов. Невозможно повсеместно обеспечить крупные города, такие как Москва, Санкт-Петербург или Новосибирск, наземным общественным

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, e-mail: korniloff.dania@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, e-mail: caprohorova@mail.ru

транспортом, который функционирует с такой же высокой регулярностью движения, как метрополитен. Однако если даже часть требуемого пути (например, между домом и станцией скоростного транспорта — «первую» или «последнюю» милю) проделать, используя средства микромобильности, это позволит значительно сократить время перемещения по городу. Кроме того, большое количество поездок совершается в рекреационных целях.

Благодаря многопрофильности велотранспорт приспособлен для комфортной городской среды, и это подтверждается ростом числа поездок на СММ. Москва является одним из центров развития этого способа передвижения: так, к 2024 г. в городе эксплуатируется порядка 60 000 прокатных самокатов, а число прокатных велосипедов достигло 11 000. Суммарное количество СММ, используемых в Москве в сервисах аренды, превышает 1,5 % от числа зарегистрированных автомобилей в городе, и в ближайшие годы это соотношение будет только увеличиваться.

Средства микромобильности предусмотрены для передвижений на небольшие внутригородские расстояния (5–10 км) со скоростью 10–20 км/ч. Учитывая скорость и массу данных устройств (до 35–40 кг), их размещение на тротуарах опасно для пешеходов, а на проезжей части — для самих пользователей СММ. В связи с этим очевидна необходимость разработки развернутой сети велосипедной инфраструктуры: пространства для потока велосипедистов, пользователей самокатов и электромопедов. Основные элементы этой инфраструктуры — линейная (велодорожки, велополосы на проезжей части) и точечная (стоянки, пункты проката). Совместно со средствами микромобильности велоинфраструктура образует комплекс, который в статье объединяется понятием «велотранспорт». Феномен необыкновенно быстрых темпов развития велосипедного транспорта вызывает потребность в комплексном подходе к его исследованию, систематизации и картографическом представлении на картах и городских сайтах.

Картографирование велосипедных линий началось с момента велосипедного бума второй половины XIX в., тогда на карты начали наносить лишь существующие пути передвижения на велосипедах. К XX в. на картах увеличилось количество показателей: велосипедные дорожки начали показывать различными цветами, шириной линий, формой. В начале XXI в. в странах с развитым велосипедным движением стали меняться карты велотранспорта: они были дополнены классификацией велоинфраструктуры, объектами притяжения для велосипедистов [Sherwin, Melia, 2012], стали картографироваться не только существующие велодорожки и велополосы, но и оценки рисков передвижения по улицам на велосипедах. Некоторые зарубежные карты давали информацию о скоростном режиме дороги, количестве полос, наличии тротуаров, обособленных участков улиц, светофорном регулировании [Wessel, Widener, 2015]; часто на них дополнительно появлялись важнейшие объекты, рядом с которыми располагались парковки: университеты, магазины, офисные центры. В эти годы на картах велосипедной доступности нашли отражение подходы к классификации улиц по типам покрытия, показу скорости движения потока и геоморфологических характеристик. Карты интегральных показателей доступности в зависимости от масштаба исследования показывают либо доступность конкретных улиц, либо осреднение этой характеристики для районов и кварталов [Winters, 2013; Krenn et al., 2015; Hardinghaus, 2021].

Несмотря на кажущееся разнообразие представленных карт, они в основном имеют небогатое семантическое содержание: улицы любого города делятся, как правило, лишь на две категории: «инфраструктура создана» и «инфраструктуры нет». В то же время для предпроектного обоснования строительства велотранспортной инфраструктуры, проведения исследований в области урбанистики необходимы географический анализ местности, представление на картах разнообразных характеристик, в т. ч. и сведений о населении, работе общественного транспорта, условий и факторов развития велодвижения.

Оптимальным решением данной проблемы является разработка методических решений для крупномасштабного тематического картографирования велотранспорта мегаполиса, что является целью данного исследования. В рамках работ по развитию методов картографии в исследованиях природы и общества на кафедре картографии и геоинформатики географического факультета МГУ ведутся работы по созданию «Атласа велотранспорта Юго-Западного АО г. Москвы». В статье представлено исследование по выбору показателей и решению методических вопросов создания некоторых карт этого атласа с использованием ряда социально-экономических показателей Юго-Западного округа, а также результаты этой работы в виде фрагментов созданных карт.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Атлас разрабатывается на основе отечественного и зарубежного опыта создания атласов городов и картографирования велосипедной инфраструктуры. Территорией исследования был выбран Юго-Западный АО как один из округов г. Москвы, где большое внимание уделяется развитию велотранспорта и проблеме безопасности участников дорожного движения. Кроме того, выбор района был обусловлен высокой плотностью населения и наличием университетских кампусов и бизнес-центров, влияющих на развитие инфраструктуры.

Использованные данные

Данные о велотранспорте округа весьма разнородны, поэтому сбор сведений для отображения на тематических картах происходил с помощью полевых, статистических и картографических исследований. Полевые городские исследования включали осмотр улиц округа на предмет наличия инфраструктуры и удобства пользования транспортом на этих улицах, оценку пешеходного трафика, качества дорожного покрытия и привлекательности предприятий для пользователей средств микромобильности вдоль улиц, оценку скорости передвижения по данным спутниковой навигационной системы. Было обследовано порядка 100–150 км вдоль улиц округа (рис. 1).

Пространственные данные о велоинфраструктуре получены из множества разобраных источников. Для картографирования линейной инфраструктуры использованы региональные данные Центра организации дорожного движения г. Москвы, которые многократно обновлялись авторами в 2023–2025 гг. Для нормализации этого набора в БД были типизированы атрибуты линейной инфраструктуры, а геометрическая составляющая отредактирована, дополнена и согласована с существующей улично-дорожной сетью. Актуализация данных выполнялась по материалам открытых веб-карт, где инфраструктура нанесена с точностью до стороны проезжей части и направления движения.

Расположение велосипедных парковок является наименее обновляемым типом сведений, представленных в атласе. Для формирования единого набора данных использовались выгрузки с портала открытых данных Правительства Москвы, OSM и 2ГИС. Уникальность парковки устанавливалась по эмпирическому критерию близости объектов из различных источников. Актуальность загруженных данных была проверена по открытым фотографическим источникам.

Набор данных улично-дорожной сети, полученный из открытых источников (прежде всего OSM), в структуре используемых данных является одновременно и элементом географической основы, и частью тематического содержания. На основе других данных из этого же источника сформированы слои административно-территориальных единиц (Москвы, округов, районов) и отдельных кварталов (замкнутых территорий, окруженных улицами), железных дорог, станций скоростного транспорта, гидрологической сети, озелененных территорий (парков, лесопарков). Сведения о велотранспорте были разрознены как

по источникам данных, так и по форме представления в геоинформационных системах. Наборы данных об улично-дорожной сети, населении округа, кварталах и их функциях также потребовали особенно тщательного согласования, валидации, уточнения и дополнения их атрибутивной информации.

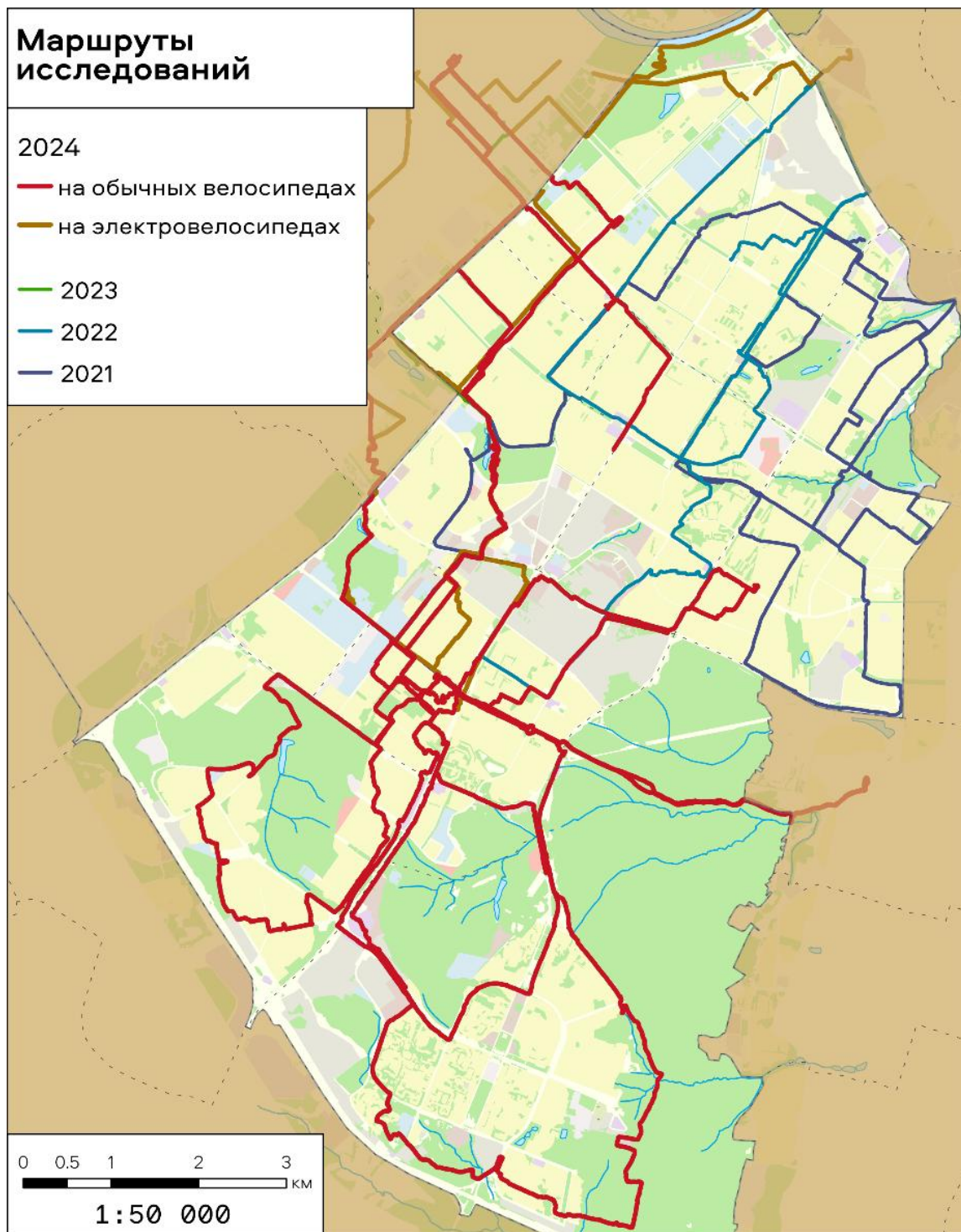


Рис. 1. Маршруты полевых исследований
Fig. 1. Field research routes

Методические решения при составлении картографической базы данных

Методика составления карт включала обработку разнородных (в т. ч. не только географических), не согласованных и не структурированных данных локального и регионального охвата. Для сведения таких данных и разных по своей структуре таблиц была сформирована база данных для исследования велосипедного транспорта, в которой представлены векторные и растровые наборы точек, линий, полигонов, а также результаты полевых и статистических исследований (рис. 2).

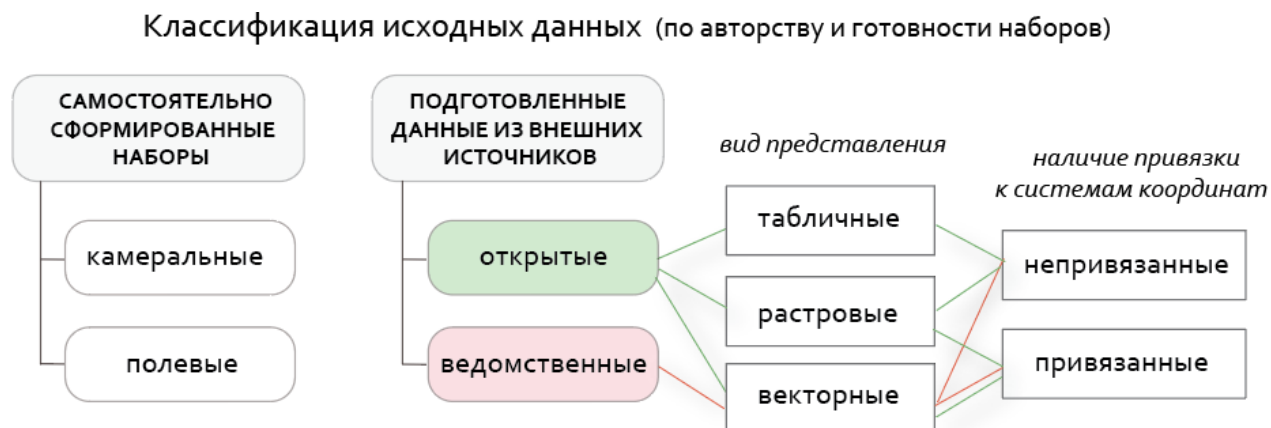


Рис. 2. Классификация исходных данных
Fig. 2. Classification of source data

В процессе исследования использовались различные методы. Описательный метод использовался при натурных обследованиях городской среды для получения сведений о качестве дорожной сети, удобстве и безопасности передвижения по ней. Разработка процесса адаптации этих данных для картографирования была необходимо для проектирования аналогичных серий карт и атласов в будущем. Проектирование и составление карт выполнялось в соответствии с геоинформационной концепцией картографии на основе статистического подхода к анализу и синтезу пространственных данных через формирование базы пространственных данных, получение расчетных показателей, построение по ним вспомогательных статистических поверхностей. Анализ необработанных пространственных данных был проведен с использованием картографического метода исследования, а разработка критериев классификации объектов и количественного анализа — на основе сравнительно-географического метода.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Систематизация и трансформирование исходных данных стали основой разработки методики составления крупномасштабных и среднемасштабных тематических карт велотранспорта города. Ряд явлений были нанесены на карту без значительных преобразований, но многие карты были построены на основе собственных алгоритмов оценки необходимых показателей или на основе уже созданных методических разработок, взятых из стандартов и рекомендаций по развитию велоинфраструктуры^{1,2}. Для формирования целостного описания текущего состояния велотранспорта и перспектив его развития были определены

¹ ГОСТ 33150-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование пешеходных и велосипедных дорожек. Общие требования. М.: Стандартинформ, 2015. 11 с.

² Велоруководство: как адаптировать город для велосипедов и самокатов. Электронный ресурс: <https://velorukovodstvo.ru/> (дата обращения 15.05.2025)

основные темы картографирования. Составленные карты выделяются в две макрогруппы: карты условий формирования инфраструктуры и карты велотранспорта. В первую входят карты населения, структуры застройки, улично-дорожной сети и общественного транспорта. Вторая содержит карты велоинфраструктуры, оценки доступности и используемости велотранспорта.

Социально-экономические карты

Одним из методических подходов к созданию *карт населения* округа, которые необходимы для отображения плотности населения на районном и локальном уровнях картографирования, стало использование понятия ночного (постоянного) и дневного населения. Такой подход позволил отобразить численность людей, находящихся в пределах городской территории в дневное время суток и после 22 часов (ночью). Если постоянное население практически напрямую связано с местом жительства людей, то дневное — с размещением и наполнением общественно-деловых зданий в рабочее время, а также распределением нетрудоспособного населения в жилых кварталах. Карты, построенные по такому принципу, полезны для понимания загруженности городской инфраструктуры, что в свою очередь косвенно демонстрирует потребность в организации велосипедных парков и велополос.

Оценка ночного населения была проведена на основе данных о количестве квартир в каждом отдельном жилом доме, а также на основе численности населения района, в котором находится этот дом. Для оценки дневного населения было использовано множество прямых и косвенных данных о наполняемости общественно-деловых зданий в рабочее время: о наличии количества обучающихся и преподавателей в университетах и школах, о числе врачей в учреждениях здравоохранения, рабочих и служащих на предприятиях и о других категориях экономически активного населения. Оценка размещения населения на локальном уровне проводилась методом ядерной оценки плотности заполнения зданий и визуализирована с помощью псевдоизолиний с послойной окраской, чтобы достичь высокой дифференциации отображения структуры населения внутри района, в то время как плотность населения по районам показана на картах более мелкого масштаба. Заселенные территории были уточнены по границам наиболее крупных рекреационных зон округа. Карты ночного (рис. 3–4) и дневного населения могут помочь в анализе основных векторов смещения нагрузок на транспортную систему округа — направлений потенциального использования велотранспорта.

Карты *структуры кварталов*, как и карты ночной и дневной плотности населения, отражают суточную смену центров пользования велотранспортом. Совместное изучение и использование этих карт позволяет определить компактность размещения горожан на территории округа в течение дня. Кварталы с малой долей зданий общественно-делового типа и высокой плотностью населения имеют небольшое количество ядер притяжения пользователей велотранспорта. Основным источником данных для определения функционального типа зданий явилась база данных OSM, где у большинства объектов был записан тэг (атрибут) *building*, позволивший присвоить определенную функцию каждому сооружению (табл. 1).

В качестве показателя, который бы позволил охарактеризовать структуру квартала, можно было использовать один из нескольких расчетных индексов:

- долю зданий определенной категории;
- долю площади земель, занятой зданиями определенной категории, от всей застроенной площади;
- долю площади помещений, используемой под определенную функцию зданий.

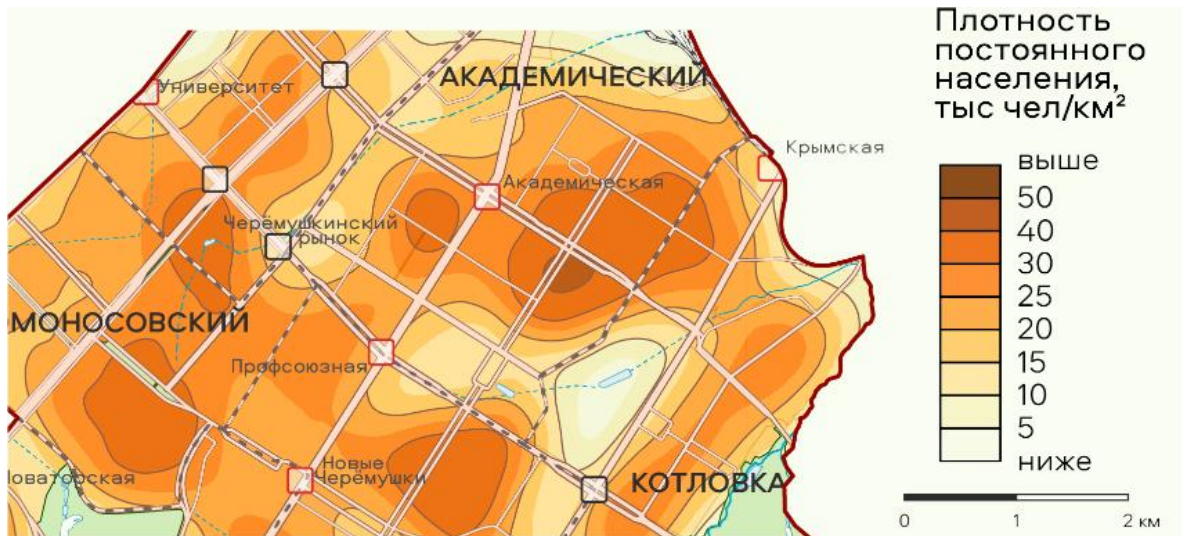


Рис. 3. Плотность постоянного населения округа без учета границ районов. Фрагмент карты
 Fig. 3. Density of permanent population without taking into account the boundaries of the districts. Map fragment



Рис. 4. Плотность постоянного населения округа по районам
 Fig. 4. Density of permanent population of the district by regions

Табл. 1. Используемая классификация зданий по атрибутам из OSM
 Table 1. Used classification of buildings by attributes from OSM

Класс функциональной принадлежности	Значение тэга <i>building</i>	Описание зданий с указанным значением тэга
Селитебная	apartments	многоквартирный жилой дом
	barracks	казармы
	bungalow	небольшой одноэтажный летний домик, дача
	detached, house	частный отдельный жилой дом, обычно на одну семью
	dormitory	общежитие студентов университетов или колледжей
	hotel	гостиница
	residential	общий тег для жилых зданий
	semidetached house	жилой дом, разделенный пополам общей стеной
	terrace	тип частных зданий, построенных в линию вплотную друг к другу, каждое из которых обычно имеет собственный вход, образующий террасу
Общественно-деловая	commercial	общественно-деловое здание смешанной функции
	kiosk	киоск
	office	офисное здание
	retail	магазин розничной торговли
	supermarket	супермаркет
	civic	культурно-досуговое или спортивное здание
	college	колледж
	fire station	пожарная часть
	government	государственное правительственное здания
	gatehouse	контрольно-пропускной пункт
	hospital	больница
	kindergarten	детский сад
	museum	музей
	public	государственное здание, используемое органами исполнительной или судебной власти
	school	учреждения среднего общего образования
	toilets	общественный туалет
	train station	вокзал
	transportation	здание транспортной функции (депо, автостанция и др.)
university	высшие учебные заведения	

Очевидно, что наиболее точным показателем является последний, который основан на оценке суммарных площадей помещений внутри зданий, выполняющих ту или иную функцию. Однако для городского анализа такие данные избыточны, а при перемещениях по городу гораздо важнее плановое расположение объектов. В связи с этим для картографирования использовался показатель доли площадей земель. В атрибутивную таблицу слоя кварталов была внесена рассчитанная доля площадей зданий определенного функционального типа (рис. 5).

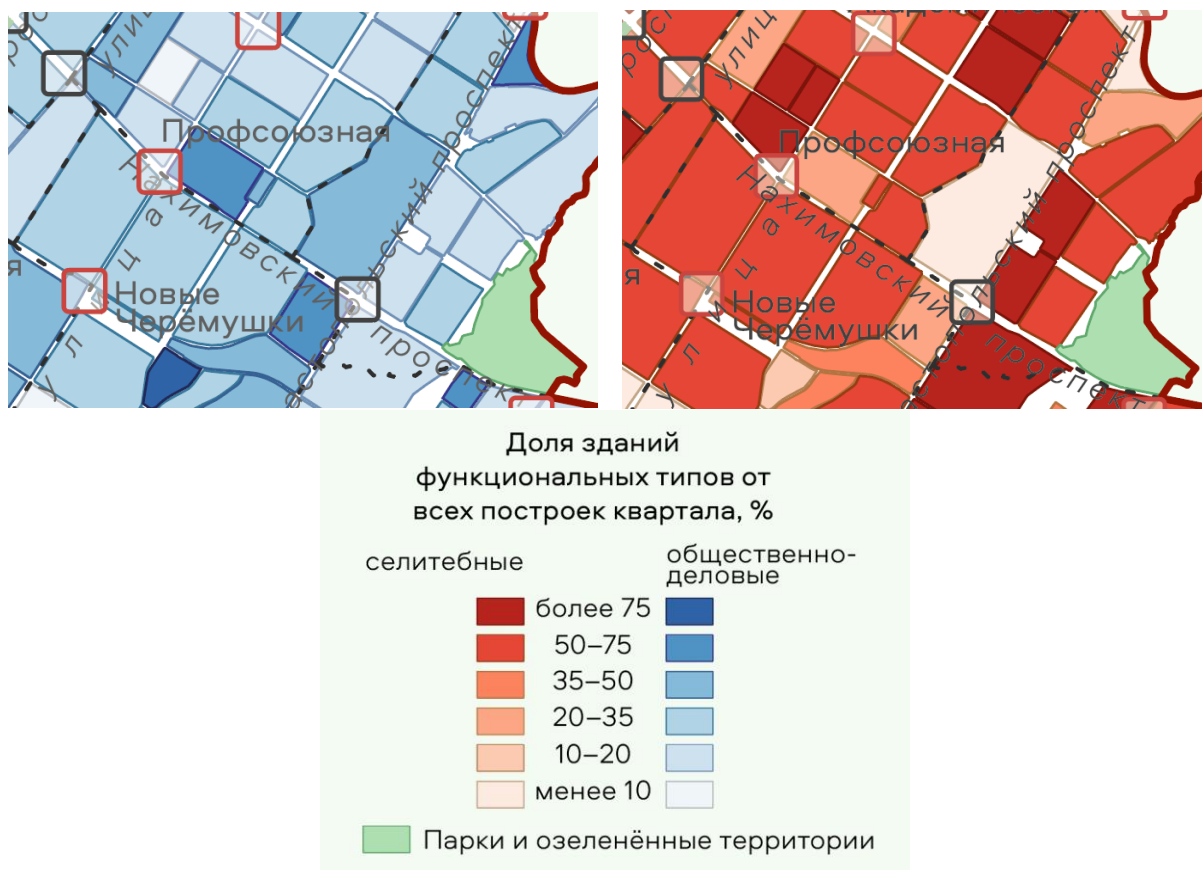


Рис. 5. Фрагменты карт «Структура городской застройки» и легенды к ним
Fig. 5. Fragments of the maps “Structure of Urban Forms” and legend to them

Карта «Улицы Юго-Западного АО» (рис. 6) представляет текущее состояние дорожной сети города, высокое качество которой является одним из факторов обустройства велоинфраструктуры. Карта составлена на основании классификации улично-дорожной сети, разработанной согласно тем категориям, которые были присвоены улицам в соответствии со сводом правил «Градостроительство»¹. Понятие категории объединяет следующие характеристики: конструктивные особенности уличной сети, место улицы в транспортном каркасе города и способы регулирования транспортных потоков. Опробован вариант отображения на картах улично-дорожной сети ширины проезжей части улицы, поскольку существует определенная связь между шириной улицы и ее положением в транспортном каркасе города. Однако совмещение этих двух показателей перегружало карту, поэтому было решено отображать на карте только категорию улицы. На этой же

¹ СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений: актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. М.: Минстрой России, 2016. 145 с.

карте отмечены участки сети с выделенными полосами для движения общественного транспорта, по которым, согласно правилам дорожного движения, допускается движение велосипедистов. Кроме того, отмечены наземные и внеуличные пешеходные переходы, перекрестки со светофорным регулированием.

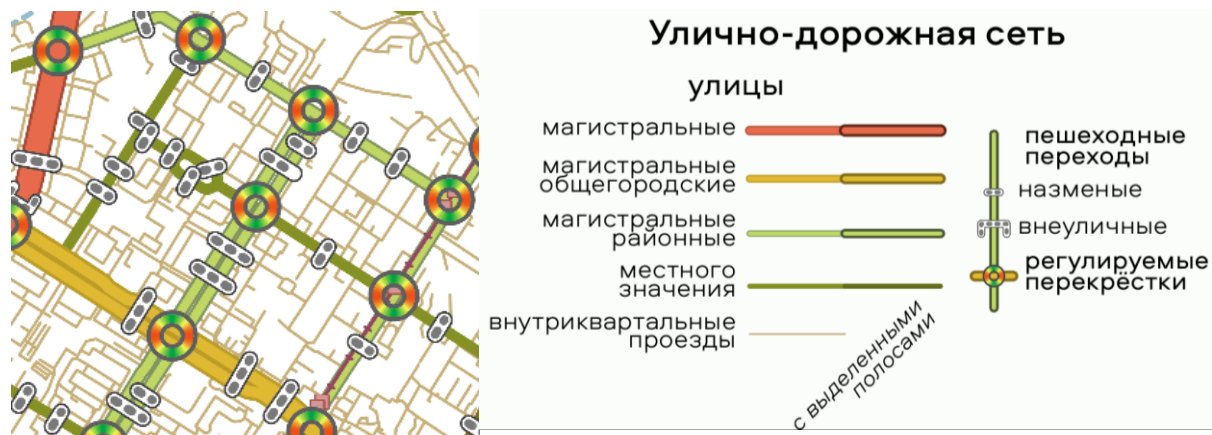


Рис. 6. Фрагмент карты «Улицы ЮЗАО» и легенда к ней
 Fig. 6. Fragment of the map "Streets of the South-West Administrative District" and its legend

Все остановки общественного транспорта на этой карте показать не удалось, поэтому их распределение показано на дополнительных картах с помощью плотности размещения. Аналогичная карта составлена для изучения распределения пересечений улиц и внутриквартальных проездов. Такой показатель демонстрирует концентрацию конфликтных точек для пользователей велотранспорта и автомобилей. Отличительной особенностью показателей плотности является их привязка к линейным объектам, а не к площадным. На картах показано количество объектов на единицу длины участка уличной сети.

Карты велотранспорта и велосипедной инфраструктуры

Впервые для этой карты классификация линейной инфраструктуры проводилась на основании трех характеристик: обособленности, двусторонности и постоянства (рис. 7). Такое разделение позволяет оценивать стабильность сети велодорожек на улицах и безопасность отдельных участков как для пользователей СММ, так и для пешеходов (при их совместном движении с СММ). Кроме того, отдельно были выделены велодорожки вне улиц. Основным критерием для классификации велопарковок послужила их конструкция, поскольку большое разнообразие средств передвижения приводит к различным требованиям удобства стоянки. Обобщение имеющейся атрибутивной информации позволило выделить 4 основных класса велопарковок, при этом на карте реализована статичная кластеризация парковок в местах с их наибольшей плотностью.

Доступность парковок оценивалась как расстояние от любой точки исследуемой территории до ближайшей парковки. В ходе работы были опробованы методы нахождения кратчайшего расстояния как по евклидовому расстоянию (буферные зоны), так и по улично-дорожной сети, пригодной для перемещения пешеходов (зоны обслуживания, сетевой анализ ArcGIS Pro) (рис. 8). Для составления карты был выбран метод расчета зон обслуживания с обычной точностью решения как наиболее практичный для традиционной картографии в связи с приемлемой точностью и достоверностью оценки доступности и небольшим количеством малых контуров. Карта плотности велопарковок дополняет карту

их доступности. Расчет плотности проводился по шестиугольной сетке, что позволило оценить пространственное распределение мозаично размещенных объектов.

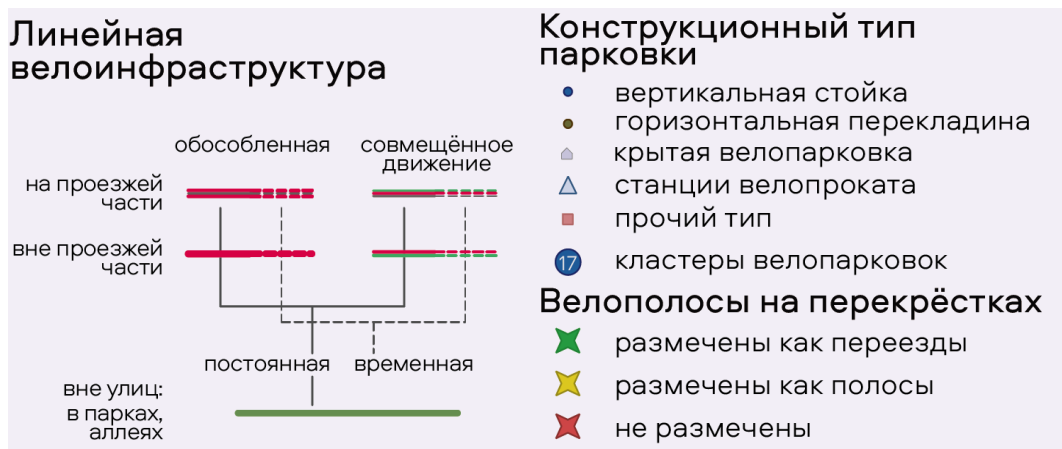


Рис. 7. Легенда к карте «Велоинфраструктура округа»
Fig. 7. Legend to the map “Bicycle Infrastructure of the District”

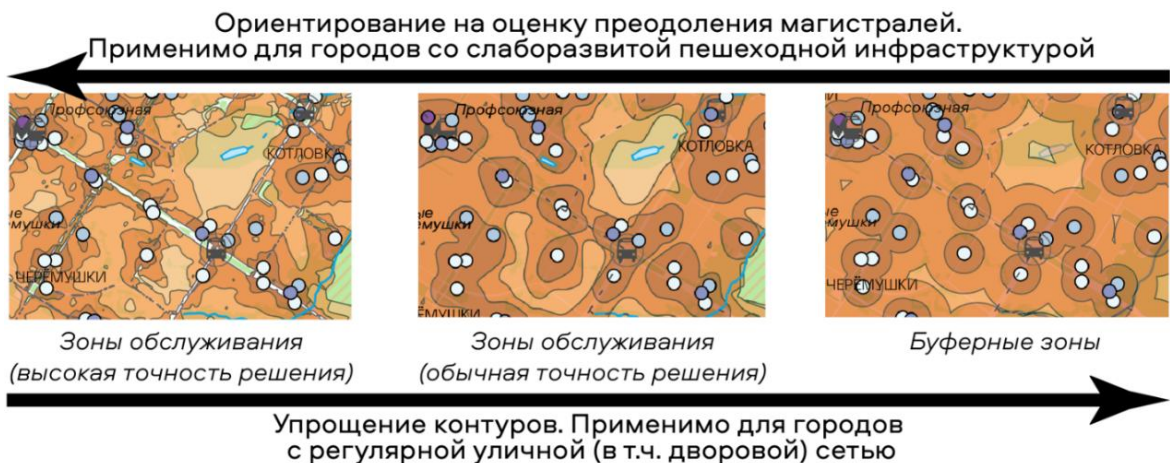


Рис. 8. Использование алгоритмов оценки близости объектов велоинфраструктуры в зависимости от задач исследования и условий дорожной сети
Fig. 8. Using algorithms for assessing the proximity of bicycle infrastructure facilities depending on the research objectives and road network conditions

Проницаемость кварталов рассчитывалась методами сетевого анализа по графу уличной сети и внутриквартальных проездов. Были отмечены все точки пересечения границ каждого квартала с дорожным графом. Для каждой пары точек пересечения, расположенных на разных улицах, необходимо было найти время прохождения между ними по ребрам графа, находящимся внутри и вне квартала. Медианное отношение «внешнего» времени к «внутреннему» и является индексом проходимости. Если значение индекса больше 1, то это показывает преимущество внутриквартальных маршрутов. Данный показатель призван оценить возможность сокращения пути за счет движения по кварталам вместо уличной сети округа, имеющего прямоугольную планировочную структуру. Низкий показатель проницаемости — это один из факторов увеличения приоритета развития велоинфраструктуры на улицах вокруг квартала.

На карте «Доступность общественного транспорта» рассчитана обеспеченность транспортно-пересадочных узлов (ТПУ) парковками для горожан, которые используют СММ в качестве транспорта последней (или первой) мили от дома до пересадочного узла (рис. 9). Комплексный показатель рассчитывался в несколько этапов. Прежде всего вычислена плотность населения внутри зон обслуживания узлов. ТПУ были разделены на 3 категории по узлообразующему объекту:

- станция метрополитена;
- железнодорожная станция;
- станция магистрального наземного транспорта.

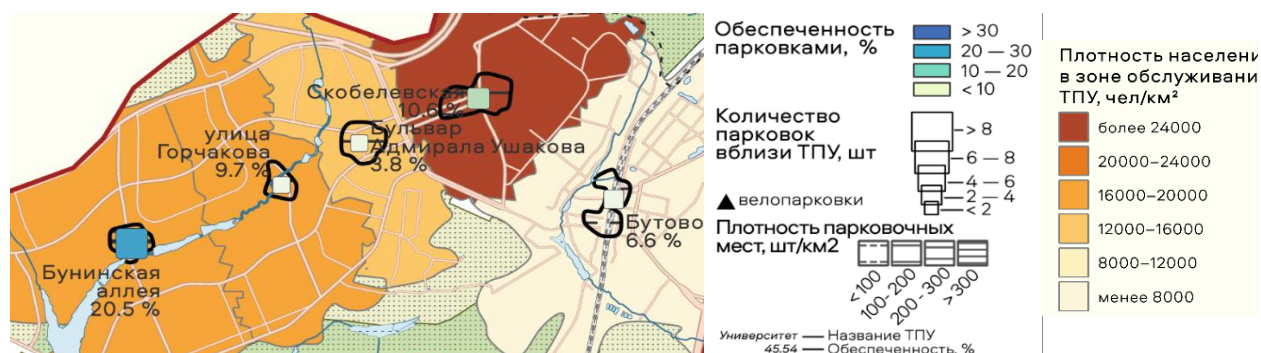


Рис. 9. Фрагмент карты «Доступность общественного транспорта для пользователей велотранспорта»

Fig. 9. Fragment of the map "Accessibility of Public Transport for Bicycle Users"

Для первых двух радиус зоны обслуживания — 1 500 м, а для наземного транспорта — 1 000 м. Это расстояние предоставляет жителям округа доступ к скоростному транспорту в течение 20 мин или доступ к автобусу или трамваю в течение 10–15 мин. Эти зоны и зоны непосредственной близости от узла (расстояние 150 м от объекта) построены с использованием алгоритмов сетевого анализа. Методами статистического анализа (используя данные только определенной зоны) подсчитаны суммарная вместимость парковок и их количество в непосредственной близости от ТПУ. Обеспеченность узла парковочными местами рассчитывается как отношение числа пользователей вело-транспортом в границах зон обслуживания (1 % от численности населения¹) к общей вместимости парковок вокруг узла. Аналогичная карта может быть составлена и для направления перемещения горожан «работа – метро».

ВЫВОДЫ

Современный этап развития общественного транспорта в крупных городах заставляет уделять больше внимания возможности развития альтернативных способов перемещения, в т. ч. средств микромобильности. Развитие городской среды для улучшения качества велоинфраструктуры трудно представить без всестороннего географического анализа, который включает обязательное комплексное картографирование городской среды.

¹ Ромашкевич Н. Сколько в Москве велосипедистов? Электронный ресурс: <https://velonation.bike/2021/02/24/cyclists-in-moscow/> (дата обращения 15.05.2025)

В статье предложены различные методики картографирования явлений и объектов, имеющих отношение к велосипедному транспорту, которые включают в себя обоснование новых показателей и пригодных для их отображения способов изображения. При разработке методики создаваемых карт описаны назначение и круг потенциальных задач, которые должны решаться с помощью составленных карт. Малое количество необходимых и в то же время открытых тематических наборов данных требуемой точности и актуальности привело к выполнению комплексных работ по их систематизации, а при отсутствии сведений — к разработке методик расчета новых показателей.

Разработанные показатели являются уникальными, поскольку составлены на основе сложных многокомпонентных оценок характеристик объектов. Совместный анализ карт населения, условий формирования велоинфраструктуры, а также карт велотранспорта позволяет выявить особенности территорий округа, найти потенциальные участки отдельных кварталов Юго-Западного округа для развития велоинфраструктуры. На основе полученных результатов могут быть предложены рекомендации по оптимизации сети велопарковок.

Разработанные методические решения были апробированы при составлении ряда карт велотранспорта и тех социально-экономических явлений, которые влияют на его развитие. Составление таких карт позволило создать научно обоснованную методику использования показателей и составления серии тематических карт на основе ограниченного набора открытых городских данных. Созданные карты могут стать основой для дальнейшего отраслевого или комплексного картографирования транспорта мегаполиса или его отдельных видов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Коновалова Т. В., Котенкова И. Н., Сенин И. С.* Микромобильность как элемент системы городского транспорта. *International Journal of Advanced Studies*, 2022. Т. 12. № 4. С. 27–40.
- Abduljabbar R. L., Liyanage S., Dia H.* The Role of Micro-Mobility in Shaping Sustainable Cities: A Systematic Literature Review. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2021. V. 92. Art. 102734. DOI: 10.1016/j.trd.2021.102734.
- Hardinghaus M., Nieland S., Lehne M., Weschke J.* More than Bike Lanes: A Multifactorial Index of Urban Bikeability. *Sustainability*, 2021. V. 13. No. 21. Art. 11584. DOI: 10.3390/su132111584.
- Krenn P. J., Oja P., Titze S.* Development of a Bikeability Index to Assess the Bicycle-Friendliness of Urban Environments. *Open Journal of Civil Engineering*, 2015. V. 5. No. 4. P. 451–459. DOI: 10.4236/ojce.2015.54045.
- Sherwin H., Melia S.* Cycle Mapping in the UK and the “London Cycle Map”. Project Report, University of the West of England, Bristol, 2012. Web resource: <https://core.ac.uk/download/323896394.pdf> (accessed 10.05.2025).
- Wessel N., Widener M.* Rethinking the Urban Bike Map for the 21st Century. *Cartographic Perspectives*, 2015. No. 81. P. 6–22. DOI: 10.14714/CP81.1243.
- Winters M., Brauer M., Setton E. M., Teschke K.* Mapping Bikeability: A Spatial Tool to Support Sustainable Travel. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2013. V. 40. No. 5. P. 865–883. DOI: 10.1068/b38185.

REFERENCES

- Abduljabbar R. L., Liyanage S., Dia H.* The Role of Micro-Mobility in Shaping Sustainable Cities: A Systematic Literature Review. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2021. V. 92. Art. 102734. DOI: 10.1016/j.trd.2021.102734.
- Hardinghaus M., Nieland S., Lehne M., Weschke J.* More than Bike Lanes: A Multifactorial Index of Urban Bikeability. *Sustainability*, 2021. V. 13. No. 21. Art. 11584. DOI: 10.3390/su132111584.
- Konovalova T. V., Kotenkova I. N., Senin I. S.* Micromobility as an Element of Urban Public Transport System. *International Journal of Advanced Studies*, 2022. V. 12. No. 4. P. 27–40 (in Russian).
- Krenn P. J., Oja P., Titze S.* Development of a Bikeability Index to Assess the Bicycle-Friendliness of Urban Environments. *Open Journal of Civil Engineering*, 2015. V. 5. No. 4. P. 451–459. DOI: 10.4236/ojce.2015.54045.
- Sherwin H., Melia S.* Cycle Mapping in the UK and the “London Cycle Map”. Project Report, University of the West of England, Bristol, 2012. Web resource: <https://core.ac.uk/download/323896394.pdf> (accessed 10.05.2025).
- Wessel N., Widener M.* Rethinking the Urban Bike Map for the 21st Century. *Cartographic Perspectives*, 2015. No. 81. P. 6–22. DOI: 10.14714/CP81.1243.
- Winters M., Brauer M., Setton E. M., Teschke K.* Mapping Bikeability: A Spatial Tool to Support Sustainable Travel. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2013. V. 40. No. 5. P. 865–883. DOI: 10.1068/b38185.
-