На правах рукописи

Полякова Яна Рафаиловна

Геоинформационное картографирование компонентов городской среды

1.6.20. Геоинформатика, картография

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Новосибирск – 2026

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет».

Научный руководитель – доктор географических наук, профессор Пьянков Сергей Васильевич.

Официальные оппоненты:
Бешенцев Андрей Николаевич, доктор географических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук», заведующий лабораторией геоинформационных систем;

Колесников Алексей Александрович, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий», доцент кафедры картографии и геоинформатики.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (г. Санкт-Петербург).

Защита диссертации состоится 10 декабря 2026 г. в 15-00 на заседании диссертационного совета 24.2.402.02 при ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» по адресу: 630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ауд. 402.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий»: https://sgugit.ru/science-and-innovations/dissertation-councils/dissertations/polyakova-yana-rafailovna/

Автореферат разослан 28 октября 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Дубровский Алексей Викторович

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.
Подписано в печать 01.10.2026.
Формат 60 × 84 1/16. Печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 186.
Отпечатано в издательско-полиграфическом центре СГУГиТ
630108, Новосибирск, Плахотного, 8

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Городская среда характеризуется высокой динамичностью, пространственной неоднородностью и сложностью связей. В условиях урбанизации и роста городов проблема комплексного анализа и картографирования городских территорий приобретает особую значимость. Традиционные методы оценки состояния городской среды, основанные на официальных статистических данных в разрезе административных районов, не позволяют выявить реальные внутригородские различия.

В научной литературе активно развиваются подходы к изучению качества городской среды, однако остаются недостаточно разработанными методы геоинформационного картографирования, позволяющие перейти от обобщенных показателей к детальному пространственному анализу на уровне микрорайонов, кварталов и отдельных объектов. Особую актуальность приобретает проблема интеграции разнородных источников пространственных данных – официальных статистических, открытых, краудсорсинговых и коммерческих – в единую картографическую базу данных, обеспечивающую непротиворечивость и полноту информационной основы для внутригородских исследований.

Кроме того, в геоинформационном картографировании сохраняется необходимость формализации и систематизации методов, обеспечивающих воспроизводимость и сопоставимость результатов. Отсутствуют единые методологические подходы, связывающие выбор показателей, методы пространственного анализа и способов картографического изображения.

Актуальность исследования обусловлена следующими факторами:

– картографирование городской среды существенно затрудняется дефицитом исходных данных, сложностью их сбора и, в ряде случаев, отсутствием общепринятых подходов к их обновлению и представлению конечных результатов;

– официальные статистические данные, результаты ежегодного мониторинга качества городской среды и отдельных ее составляющих различными ведомствами и компаниями дают возможность картографировать городскую среду на уровне муниципального образования и/или городского района;

– использование открытых и общедоступных данных (в том числе краудсорсинговых) позволяет выявлять внутригородские различия в разрезе административных районов, микрорайонов, жилых кварталов и отдельных объектов;

– на современном этапе формируются потребности в поиске новых методов исследования городской среды, городского планирования и принятия в дальнейшем управленческих решений по управлению территориями.

Степень разработанности темы. Значительный вклад в развитие теории и методов геоинформационного картографирования внесли: Лурье И. К., Салищев К. А., Сваткова Т. Г., Евтеев О. А., Берлянт А. М., Пьянков С. В., Субботина Т. В., Чепкасов П. Н., Бешенцев А. Н. Вопросы картографирования городской среды и оценки ее качества рассматривались в работах Прохоровой Е. А., Меркушева С. А., Артемовой О. В., Поздняковой Н. А., Гневашева Ф. А., Хайбрахманова Т. С., Липилина Д. А., Евтушенко Д. Д. и зарубежных исследованиях: Xiong He, Zhiming Zhang. Картографирование населения рассматривалось Бобровским Р. О., Бабкиным Р. А. и зарубежными исследователями: Pirowski T., Bartos K., Salgado D., Oancea B., Zeng C., Zhou Y., Wang S., Yan F., & Zhao, Q., Hu Yunfeng, Zhao Guanhua, Zhang QianLi. Картографирование социальной инфраструктуры представлено в работах Строковой Е. А., Ершова А. В., Чернова А. В., Аникина В. В., Долгачевой А. С., Долгачевой Т. А., Тесленок С. А., Черкасова А. А., Махмудова Р. К., Сопнева Н. В. Транспортное картографирование развивается в работах Ромах Е. А., Карпачевского А. М. и зарубежных исследованиях: Zochowska R., Kłos M. J., Soczówka P., Pilch M. и др.

Цель исследования – разработка и совершенствование методов картографирования компонентов городской среды.

Задачи исследования:

– анализ и обобщение российского и зарубежного опыта картографирования городской среды крупных населенных пунктов;

– разработка рациональной структуры картографических и атрибутивных баз данных компонентов городской среды, а также их наполнение;

– адаптация существующих и разработка новых методов геоинформационного картографирования компонентов городской среды: население, транспорт, жилищный фонд, социальная сфера, общественные пространства;

– разработка и апробация системы методических рекомендаций, формализующей процесс геоинформационного картографирования городской среды;

– создание серии тематических карт на основе разработанных методов геоинформационного картографирования.

Объект исследования – городская среда.

Предмет исследования – методы геоинформационного картографирования компонентов городской среды на основе открытых и общедоступных данных.

Научная новизна диссертационных исследований:

– разработаны и реализованы новые методы картографирования компонентов городской среды, в частности плотности населения, стоимости жилья и обеспеченности объектами социальной инфраструктуры на основе новых источников данных (в том числе краудсорсинговых);

– предложена рациональная структура картографических и атрибутивных баз данных, позволяющая создавать тематические карты основных компонентов городской среды на всех уровнях территории населенного пункта;

– разработан метод картографирования общественных пространств городской среды (в том числе для пешеходно-променадного каркаса) на основе открытых источников данных;

– создана серия тематических карт компонентов городской среды на основе открытых и общедоступных данных в разрезе административных районов, микрорайонов, квартальной сети и отдельных объектов.

Теоретическая значимость работы. Исследование вносит вклад в развитие и совершенствование методов геоинформационного картографирования компонентов городской среды на уровне микрорайонов, квартальной сети и отдельных объектов, в том числе с применением открытых и общедоступных источников данных, возможности применения которых в данной сфере ранее недооценивались.

Практическая значимость работы. Разработанная система методических рекомендаций геоинформационного картографирования компонентов городской среды может быть использована органами местного самоуправления, проектно-изыскательскими организациями, организациями, работающими в сфере консалтинга и пространственной аналитики, сфере логистики, а также учебными заведениями. Разработка и адаптация новых методов геоинформационного картографирования компонентов городской среды представлена в виде алгоритмов и программ в среде ГИС. Серия тематических карт компонентов городской среды вошла в основу комплексных Атласов г. Перми и Коми-Пермяцкого округа Пермского края.

Методология и методы исследования. Методология исследования базируется на базовых понятиях и методах картографии, геоинформационного картографирования. В диссертационной работе для решения поставленных задач использованы следующие методы исследования: картографический, геоинформационного картографирования, сбора и обработки информации, алгоритмизации, моделирования, математико-картографического моделирования, статистические, пространственно-временной анализ.

Положения, выносимые на защиту:

– созданная структура картографической и атрибутивной базы данных для тематического картографирования компонентов городской среды рациональна, а данные в ней актуальны и могут обновляться путем интеграции разнородных источников с использованием современных методов краудсорсинга и парсинга,

обеспечивая непротиворечивость и полноту информационной основы для внутригородского картографирования;

– предложенный и реализованный метод обеспечивает нормативную оценку плотности населения в пределах жилой застройки, которая является ключевым показателем для картографирования обеспеченности социальной инфраструктуры, транспорта и жилищного фонда;

– разработанная и апробированная система методических рекомендаций на основе открытых и общедоступных источников данных позволяет выполнять картографирование компонентов городской среды в более крупном масштабе и с большей информативностью, по сравнению с официальными источниками данных.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Основные положения диссертации соответствуют областям исследования: 7 − Картографические и геоинформационные методы и технологии анализа пространственных данных, моделирования пространственных явлений, объектов, процессов, отношений и систем; 12 − Методы и технологии визуализации пространственных данных. Создание анимационных, виртуальных геоизображений и других мультимедийных продуктов на основе пространственных данных. Геоинформационное картографирование паспорта научной специальности 1.6.20. Геоинформатика, картография, разработанного экспертным советом ВАК Минобрнауки России.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Основные положения и результаты диссертационного исследования докладывались, обсуждались и получили положительный отклик на Всероссийской научно-практической конференции «Новая наука: новые вызовы» (Краснодар, 2017 г.), Всероссийской научно-практической конференции «Город Пермь – 300 лет в истории России» (ПГНИУ, Пермь, 2023 г.); международной конференции «ИнтерКарто.ИнтерГИС 29» (Улан-Удэ и Улан-Батор, 2023 г.); Всероссийской научной конференции с международным участием «Региональные столицы

России — точки опоры и роста» (Екатеринбург и Пермь, 2023 г.); международной научной конференции «Современная Евразия: общественно-географический анализ» (Улан-Удэ и Улан-Батор, 2023 г.), II Всероссийской научной конференции «Общенаучные принципы и концепции в свете достижений современной науки» (ПГНИУ, Пермь, 2024 г.); международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в рамках XXI Большого географического фестиваля (Санкт-Петербург, 2025 г.); международной конференции «ИнтерКарто.ИнтерГИС 31» (Пермь и Кудымкар, 2025 г.); международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в рамках XXII Большого географического фестиваля (Санкт-Петербург, 2026 г.); XXII Международной выставке и научном конгрессе «Интерэкспо ГЕО-Сибирь 2026» «Экономика пространственных данных» (Новосибирск, 2026 г).

Публикации по теме диссертации. Основные теоретические положения и результаты исследований представлены в 10 публикациях, 4 из которых – в изданиях, входящих в перечень российских рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук. Также получено свидетельство о государственной регистрации базы данных.

Структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, трех разделов, заключения, списка литературы из 136 наименований. Материал работы изложен на 136 страницах машинописного текста и включает в себя 24 таблицы, 33 рисунка, 2 приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы ее цель и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту, приведены сведения о достоверности и апробации полученных результатов, а также структура диссертации.

В первом разделе диссертации выполнен анализ понятия городской среды, определены основные подходы и методы исследования её компонентов, а также выполнено обобщение российского и зарубежного опыта геоинформационного картографирования городской среды населенных пунктов.

Городская среда рассматривается как сложная пространственная система, включающая набор компонентов. При изучении отечественных и зарубежных источников автором определены и обобщены основные направления в изучении городской среды, а также новые источники данных, использование которых позволит проводить внутригородские исследования (таблица 1).

Проанализированы технологии, приемы создания и источники информации, которые применяются при разработке карт городской среды, выявлены их особенности. Сделан вывод о том, что геоинформационное картографирование – мощный инструмент для анализа, однако его развитие требует решения ряда проблем, связанных с доступностью данных, их стандартизацией и интеграцией. Так, одной из ключевых проблем является отсутствие открытых и актуальных данных по многим характеристикам городской среды, данные часто ограничены уровнем муниципальных образований, что затрудняет детальный анализ на уровне микрорайонов или квартальной сети.

Сложность объединения данных из различных источников и отсутствие общепринятых подходов и методов применения новых типов данных (в частности, краудсорсинговые данные, архивные реестры и официальная статистическая информация) является ещё одной проблемой.

Городская среда постоянно меняется, что требует регулярного обновления данных. Быстрые изменения в застройке, транспорте и социальной инфраструктуре делают данные не актуальными, что снижает эффективность анализа.

На основании проведенного анализа сделан вывод о том, что необходимо создание картографической и атрибутивной базы данных (КБД) для картографирования компонентов городской среды, с возможностью обновления и интеграции разнородных пространственных данных.

Таблица 1 – Компоненты городской среды и новые источники данных

Компонент городской среды (по Реймерсу, Пирогову, Дридзе и др.)	ГК компонентов городской среды	Традиционные источники данных	Новые источники данных
Техногенный (здания, дороги, инфраструктура, промышленные зоны)	транспорт	статистические данные, литературные и справочные материалы, данные ДЗЗ	OpenStreetMap, порталы общественного транспорта, Яндекс Карты
	жилищный фонд	статистические данные, сведения ИСОГД и ЕГРН	сервис Avito (Циан), ГИС «ЖКХ», данные ДЗЗ
Социально-демографический (нормы, традиции, историческое наследие, население, общественные отношения)	население	статистические данные, данные переписи и текущего учета населения	данные о жилой застройке, данные сотовых операторов, социальные сети, данные ДЗЗ
Культурно-информационный (образование, здравоохранение, коммуникация, цифровые платформы, искусство, культура)	социальная сфера	статистические данные, данные ОГВ и ОМС, картографические материалы, данные ДЗЗ	открытые и общедоступные источники, социальные сети, данные плотности жилых помещений, краудсорсинговые сервисы
	общественные пространства	данные социологических опросов и анкетирования, интегральные и частные показатели мониторинга качества городской среды, данные ДЗЗ	открытые и общедоступные источники, социальные сети, краудсорсинговые сервисы
Естественно-природный (климат, рельеф, водоёмы, растительность, почвы)	В работе не рассматривается		

Во втором разделе диссертации рассматривается формирование информационной основы исследования, создание КБД и разработка алгоритмов геоинформационного картографирования городской среды. Предложена адаптированная и дополненная классификация источников данных с учётом специфики городской среды и доступности данных (таблица 2). Информационная основа для картографирования городской среды формируется путем интеграции данных из всех перечисленных групп.

Таблица 2 – Классификация общедоступных источников данных

Тип исходных данных	Источник
Официальная государственная статистика и переписи населения	– Территориальные органы Федеральной службы государственной статистики [99]; – итоги Всероссийской переписи населения (https://rosstat.gov.ru/vpn/2020); – Федеральная служба государственной статистики [102]; – Федеральная служба государственной статистики. Микроданные [103]
Официальные государственные/ муниципальные данные и реестры	– материалы, предоставленные органами государственной власти и местного самоуправления (адресные реестры) [3, 4]; – портал пространственных данных «Национальная система пространственных данных» [58]; – публичный портал ИСОГД г. Перми [76]; – Государственная информационная система жилищно-коммунального хозяйства (ГИС ЖКХ) [25].; – Федеральная государственная информационная система территориального планирования [101]; – Фонд развития территорий [104]
Официальные муниципальные информационные ресурсы	– Администрация города Перми [3]; – Администрация Кудымкарского муниципального округа [4]; – Экономика Перми - Муниципальное образование город Пермь (https://www.gorodperm.ru/actions/main)
Оперативные данные городских служб и предприятий	– общественный транспорт города Перми [65]; – ОАО «РЖД» (https://www.rzd.ru/ru/9289); – ГБУЗ ПК «Пермская станция скорой медицинской помощи» [26]
Открытые и краудсорсинговые геоданные	– NextGIS. Данные Реформы ЖКХ [30]; – данные OpenStreetMap в формате shape-файлов по субъектам Российской Федерации [29]
Коммерческие и проприетарные данные и сервисы	– данные сервиса Avito [2]; – карта Перми с улицами и номерами домов – Яндекс Карты [115]; – карта Перми: улицы, дома и организации города — 2ГИС [117]; – ЦИАН – база недвижимости [108]; – Данные сервиса ООО «Домклик» [31]; – «ДОМ.РФ» — финансовый институт развития в жилищной сфере [34]; – Сервис поиска персонала и публикации вакансий [86]
Литературные, архивные и картографические материалы	– государственные архивы; – исторические справочники, справочники по административно-территориальному устройству, научные статьи по тематикам и др.

Официальные источники задают нормативный каркас и статистический фундамент. Открытые и коммерческие данные обеспечивают необходимую детализацию и актуальность на уровне микрорайонов, кварталов и отдельных

объектов. Данные ДЗЗ, полевых обследований и проприетарные сервисы выполняют верифицирующую и уточняющую функцию. Синтез этих разнородных потоков информации в единой картографической базе данных представляет собой методологическую задачу, решаемую в рамках данной работы.

Результаты классификации источников данных городской среды легли в основу разработанной структуры КБД, состав представлен на рисунке 1. КБД обладает рациональной структурой по критериям полноты, организации, актуальности, достоверности и удобства использования (таблица 3). Её ключевыми особенностями являются: модульность, разделение на базовый и тематический блоки, а также система связей через единые пространственные ключи. Созданная КБД является единым, непротиворечивым источником для картографирования основных компонентов городской среды.

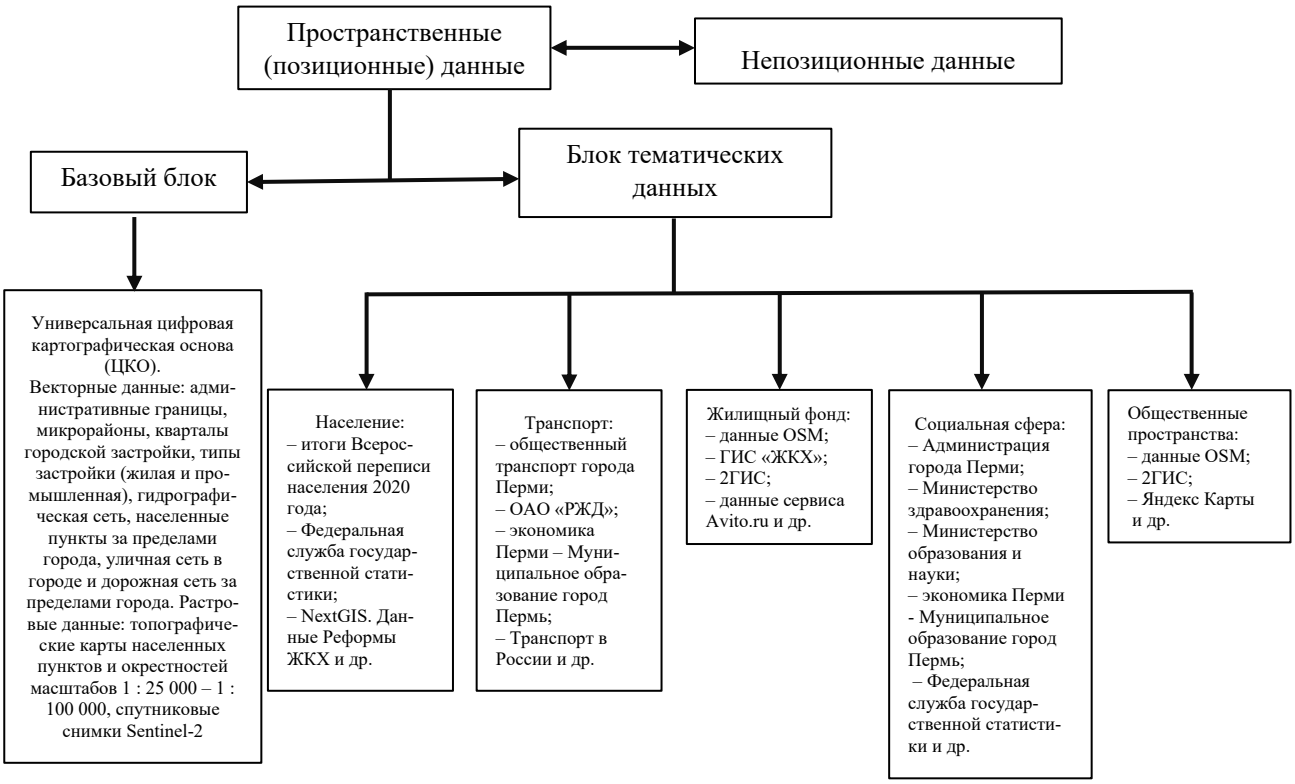


Рисунок 1 – Состав картографической базы данных

По результатам разработки КБД создаются типовые цифровые картографические основы для конкретного населенного пункта. Размеры и ориентация

листа, масштабы и экстент обусловлены конфигурацией муниципального образования. Внимание обращается на протяженность города, его конфигурацию и расположение культурно-делового центра.

Таблица 3 – Оценка соответствия разработанной структуры картографической базы данных критериям рациональности

Характеристика	Описание	Соответствие
Полнота	Чем полнее база данных, тем вероятнее, что она содержит нужную информацию (однако, не должно быть избыточной информации)	БД содержит исчерпывающие данные по пяти ключевым компонентам городской среды: население, транспорт, жильё, социальная сфера и общественные пространства, что позволяет проводить комплексный анализ г. Перми
Правильная организация	Чем лучше структурирована база данных, тем легче в ней найти необходимые сведения	Структура БД основана на модульном принципе с четкой иерархией и связями через единые ключи, что обеспечивает логичную навигацию и целостность данных
Актуальность	Любая база данных может быть точной и полной, если она постоянно обновляется, т .е. необходимо, чтобы база данных в каждый момент времени полностью соответствовала состоянию отображаемого ею объекта	БД поддерживается в актуальном состоянии с возможностью регулярного обновления данных от различных городских служб и департаментов, последние обновления 2025 г.
Достоверность	Характеристики данных, содержащиеся в БД, отражают степень их соответствия реальному состоянию объектов и процессов, которые они описывают	БД содержит официальную государственную статистику, данные и реестры, которые поддерживаются в актуальном состоянии. Открытые, общедоступные и краудсорсинговые геоданные верифицируются на основании первых
Удобство для использования	База данных должна быть проста и удобна в использовании и иметь развитые методы доступа к любой части информации	БД имеет интуитивно понятную структуру, обеспечивая быстрый доступ к любой информации

На основе систематизации практического опыта обобщены методы геоинформационного картографирования, основываясь на логике решения конкретных задач. Методы объединяют предобработку, верификацию и создание картографических материалов: обеспечения пространственной целостности дан-

ных, пространственного анализа и расчёта производных показателей, тематической визуализации.

Создана целостная система методических рекомендаций (далее – Система) для картографирования городской среды. Система представляет собой алгоритмизированную структуру, формализующую процесс картографирования компонентов городской среды от выбора показателя и данных через применение инструментов анализа к обоснованному выбору способа картографического изображения, что обеспечивает воспроизводимость, сопоставимость результатов и существенно снижает субъективность при создании городских тематических карт (рисунок 2).

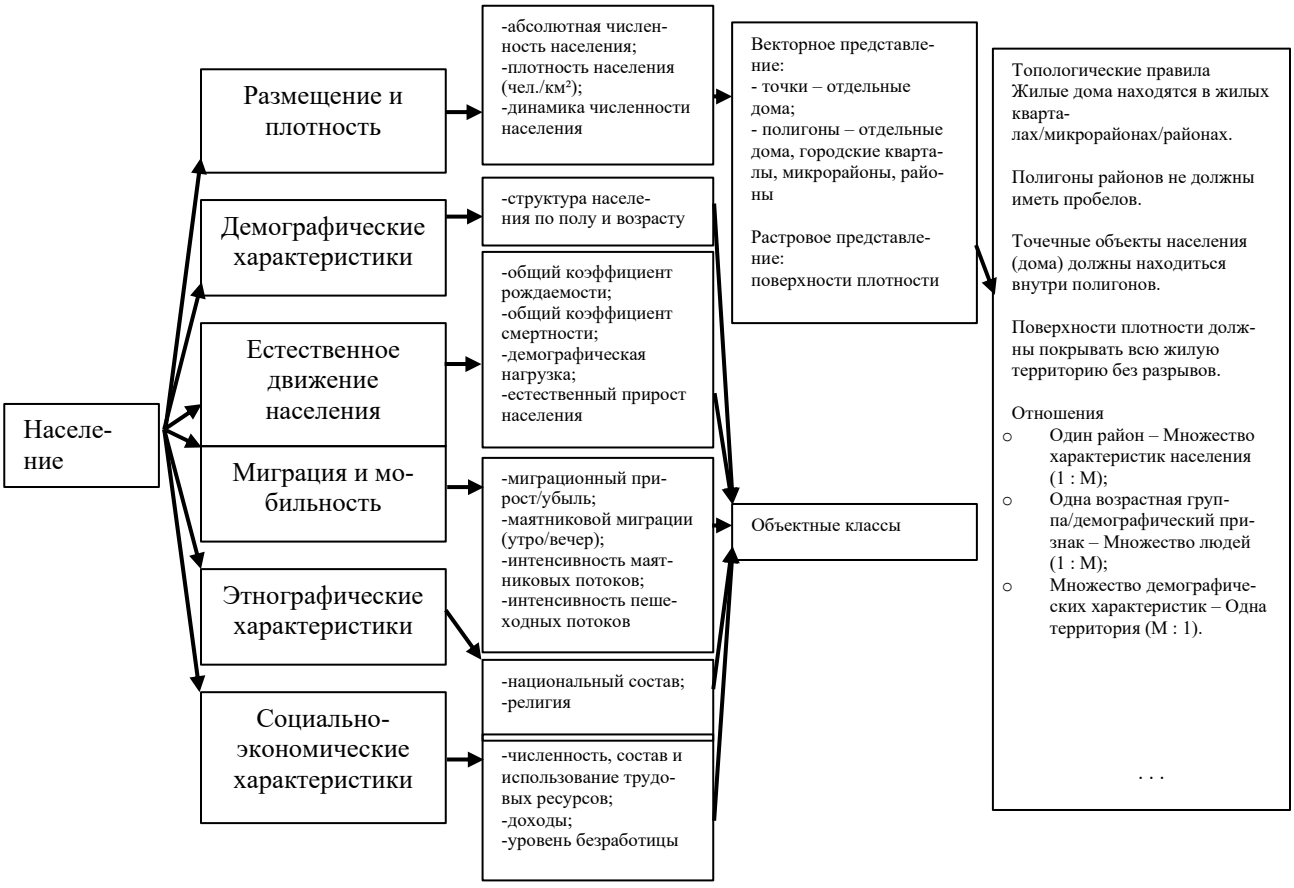


Рисунок 2 – Система методических рекомендаций (фрагмент)

Система задает четкий алгоритм выбора метода за счет декомпозиции каждого компонента городской среды, который последовательно раскладывается на

ключевые аспекты. Таким образом, выбрав нужный показатель (объект или тему), пользователь, руководствуясь матрицей, следует определенному сюжету, который определяет шаги для создания картографического произведения.

Разработанная система позволяет:

– типизировать задачи картографирования по компонентам и показателям;

– обоснованно выбирать инструменты пространственного анализа и визуализации, исходя из природы данных и решаемой задачи;

– проектировать картографические сценарии, сочетающие несколько приемов для получения интегральных оценок;

– обеспечивать сопоставимость карт, созданных для разных городов или в разное время.

Представленная система является не просто классификацией, а практическим инструментом, который лег в основу создания серии тематических карт в рамках данной работы и обеспечивает перспективу дальнейшей работы.

Ключевые типы данных (официальная статистика, OSM, муниципальные реестры, коммерческие агрегаторы и др.) доступны для подавляющего большинства населенных пунктов России. Масштабы и детализация данных подбираются под размер города. Приемы предобработки, проектирования модульной структуры КБД и построения цифровой картографической основы реализуются стандартными средствами современных ГИС и не зависят от конкретной территории.

Таким образом, во втором разделе создана КБД для картографирования компонентов городской среды и универсальный, воспроизводимый научно-практический инструментарий. Его дальнейшая апробация на «контрастных» городах (крупнейший город Пермь и малый город Кудымкар) подтвердила применимость для перехода от неструктурированных данных к картографическому анализу городской среды любой размерности, что составляет основу для последующего пространственного анализа.

Третий раздел диссертации посвящен апробации разработанной системы методических рекомендаций на основе созданной КБД. В соответствии с разработанной системой проведено геоинформационное картографирование компонентов городской среды, получена серия тематических карт различного иерар-

хического уровня (административных районов, микрорайонов и жилых кварталов города), отражающих пространственные закономерности распределения населения, объектов социальной инфраструктуры, характеристик жилищного фонда, маршрутной сети общественного транспорта и аттрактивности пешеходных пространств.

Реализована многоуровневая система картографирования населения, обеспечивающая переход от традиционного анализа по административным районам города к детальному пространственному анализу на уровне микрорайонов, квартальной сети и отдельных жилых домов. Ключевым техническим результатом является алгоритм определения численности населения, основанного на данных об общей площади зданий с использованием нормативного показателя жилой площади, приходящейся на одного человека. Применение алгоритма позволило получить расчетную численность населения г. Перми (1 030 184 чел.), сходящуюся с официальными данными Пермьстата (1 027 200 чел.) с относительной ошибкой порядка 1 % для города в целом. На основе расчетных данных построены карты численности населения по микрорайонам, квартальной городской сети (рисунок 3) и тепловая карта (рисунок 4) плотности населения (инструмент ядерной оценки плотности), выявляющие пространственную дифференциацию населения внутри города независимо от административных границ.

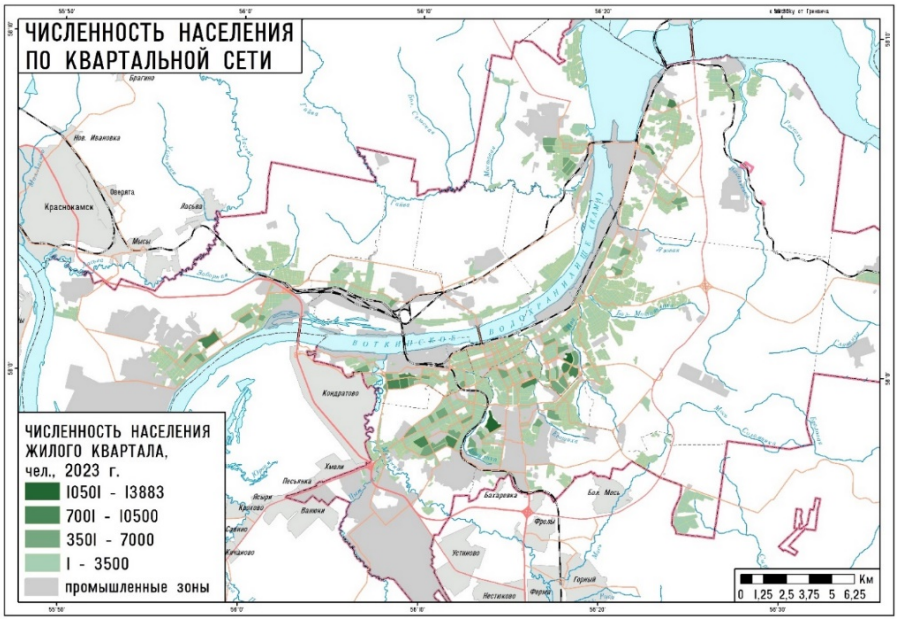


Рисунок 3 – Карта численности населения по квартальной сети г. Перми

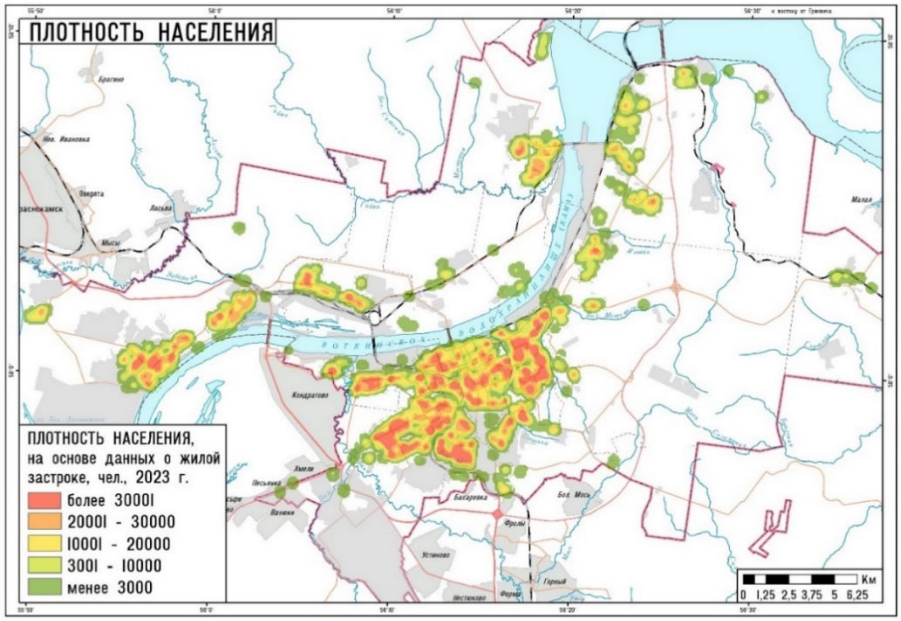


Рисунок 4 – Карта плотности населения г. Перми (тепловая карта)

Разработан метод картографирования стоимости жилья на уровне квартальной сети на основе коммерческих данных с использованием парсинга сервиса Avito. Процедура включала сбор объявлений, очистку от дубликатов и выбросов, геокодирование адресов и агрегацию по квартальной сети.

На основе открытых данных портала «Общественный транспорт города Перми» (map.gortransperm.ru) выполнено картографирование маршрутной сети общественного транспорта.

Разработан комплекс методов для анализа социальной инфраструктуры, включающий пространственный анализ:

– на основе адресных реестров;
– с использованием сетевого анализа (рисунок 5);
– с использованием гексагональной сетки (рисунок 6);
– с использованием буферного анализа.

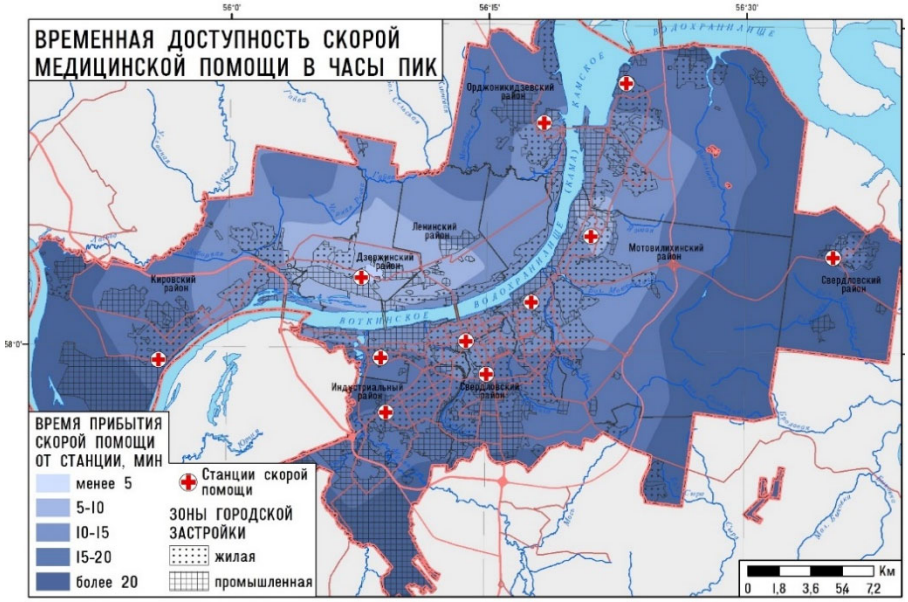


Рисунок 5 – Карта расчетного времени прибытия скорой медицинской помощи в условиях часа пик

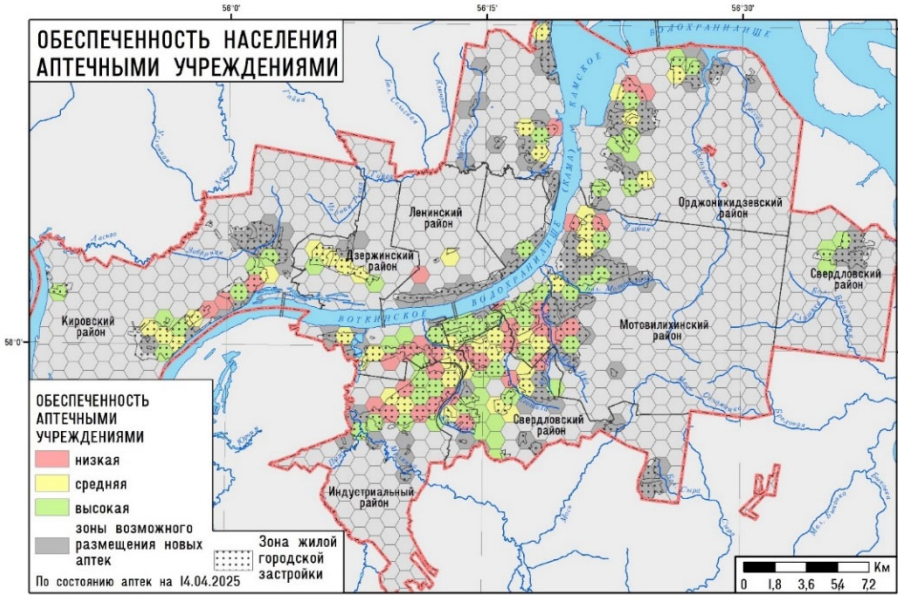


Рисунок 6 – Карта обеспеченности населения г. Перми аптечными учреждениями

Метод количественной оценки аттрактивности пешеходно-променадного каркаса основан на иерархии объектов-аттракторов с весовыми коэффициентами (1 – первого порядка, 0,5 – второго порядка). Реализован алгоритм пространственной выборки и расчета интегральных показателей аттрактивности

для линейных и площадных сегментов. На примере г. Перми построены карты распределения аттракторов ППКБЦ и картограммы аттрактивности, выявившие существенные внутригородские различия (рисунок 7).

Апробация разработанной системы рекомендаций на городах разного размера подтвердила их применимость для населенных пунктов при наличии минимального набора исходных пространственных данных. Все методы реализованы с использованием ArcGIS и QGIS на основе открытых и общедоступных источников, что обеспечивает их воспроизводимость.

Использование Системы позволило выполнить картографирование компонентов городской среды в различных масштабах и с большей информативностью, по сравнению с официальными источниками данных (таблица 4). При переходе от картографирования на основе официальных данных к неофициальным либо комбинируя их, появляется возможность использовать более детальные административно-территориальные единицы города для визуализации данных, что приводит к увеличению возможного количества показателей, отображаемых на карте.

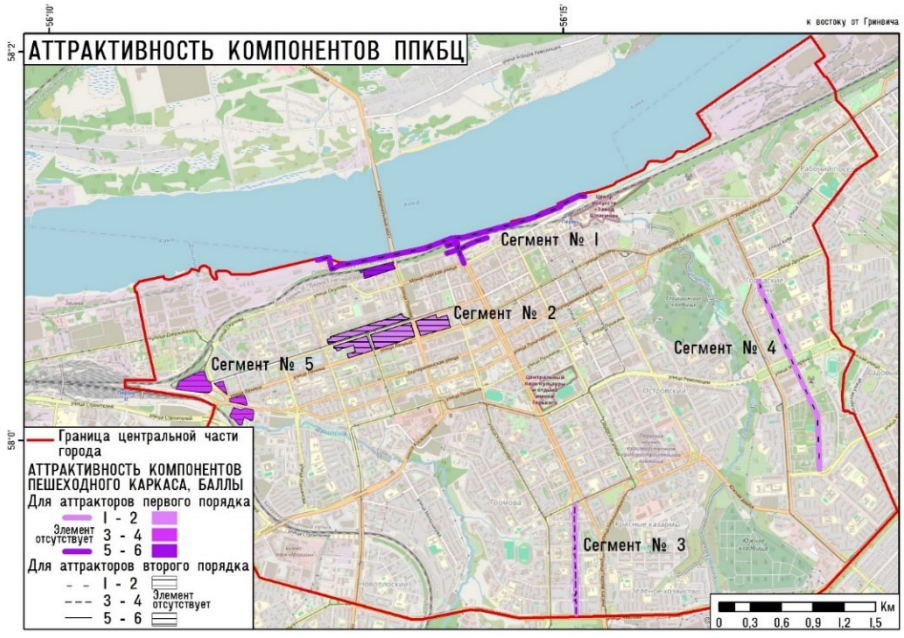


Рисунок 7 – Карта аттрактивности компонентов ППКБЦ г. Перми в разрезе аттракторов первого и второго порядка

Полученные картографические материалы демонстрируют работоспособность системы, предложенной во втором разделе, которая может быть использована органами местного самоуправления, градостроительными организациями и юридическими лицами для планирования развития городской среды, оптимизации логистики города, размещения объектов социальной инфраструктуры, оценки инвестиционной привлекательности территорий и повышения качества жизни населения.

Таблица 4 – Масштабы и информативность картографирования компонентов городской среды (на примере г. Перми)

Исходные данные	Масштабные ряды, формат А3-А4	Информативность, возможные варианты показателей
Официальные данные	1 : 100 000 и мельче, отображаемая территория – город	– Уровень городских районов, возможное количество показателей – 7
	1 : 40 000 – 1 : 70 000, отображаемая территория – части города	– Уровень городских районов, возможное количество показателей – 7. – Уровень микрорайонов, возможное количество показателей – 89. – Уровень квартальной сети, возможное количество показателей – 3544
Не официальные данные	1 : 30 000 и крупнее, отображаемая территория – части города и отдельные микрорайоны	– Уровень микрорайонов, возможное количество показателей – 89. – Уровень квартальной сети, возможное количество показателей – 3544. – Уровень отдельных объектов – по количеству объектов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе диссертационного исследования была достигнута его цель – разработаны и усовершенствованы методы картографирования компонентов городской среды.

Основные результаты исследования заключаются в следующем:

– проанализирован и обобщен российский и зарубежный опыт картографирования городской среды. Современная городская среда представляет собой

сложную систему. Основными компонентами городской среды становятся население, социальная инфраструктура, транспорт, жилищный фонд и общественные пространства. Исследования демонстрируют решение узконаправленных, конкретных проблем в планировании и оптимизации городской среды;

– созданы и наполнены рациональные структуры баз картографических и атрибутивных данных, обработаны и актуализированы пространственные данные для картографирования городской среды: население, экономика, жилищный фонд, социальная сфера, общественные пространства. Её ключевыми особенностями являются: модульность, разделение на базовый и тематический блоки, а также система связей через единые пространственные ключи. Созданная КБД является единым, непротиворечивым источником для генерации всего спектра картографических продуктов;

– созданы и адаптированы методы картографирования населения и социальной сферы, обеспечивающие повышение информативности и детальности карт. Реализована многоуровневая система картографирования населения, обеспечивающая переход от традиционного анализа по административным районам к детальному пространственному анализу на уровне микрорайонов, квартальной сети и отдельных жилых домов. Предложены методы анализа социальной инфраструктуры, включающие: сетевой анализ временной доступности, гексагональный анализ обеспеченности, буферный анализ;

– разработан метод картографирования и оценки качества городских пространств на примере отдельных сегментов, в частности пешеходно-променадного каркаса, основанный на иерархии объектов-аттракторов. На примере г. Перми построены карты распределения аттракторов по сегментам ППКБЦ и картограммы аттрактивности, выявившие существенные внутригородские различия;

– разработана и апробирована система методических рекомендаций, формализующая процесс геоинформационного картографирования городской среды. Система представляет собой алгоритм, формализующий процесс от вы-

бора показателя и данных через применение инструментов анализа к обоснованному выбору способа картографического изображения. Данная система обеспечивает воспроизводимость и сопоставимость результатов;

– полученные методы картографирования компонентов городской среды на разных иерархических уровнях могут быть использованы и адаптированы для других муниципальных образований;

– создана серия тематических карт различного иерархического уровня (административных районов, микрорайонов и жилых кварталов города) на основе разработанных методов геоинформационного картографирования городской среды.

Результаты диссертационного исследования рекомендуются к использованию в области геоинформатики, картографии и в других областях науки и производства, требующих изучения и визуализации данных в виде картографических материалов о городской среде, а также в деятельности органов местного самоуправления при планировании развития городской среды и размещении объектов социальной инфраструктуры, в научно-исследовательских и проектно-изыскательских организациях, в сфере консалтинга, пространственной аналитики и логистики для совершенствования существующих методик внутригородского картографирования.

Перспективы дальнейших исследований по данной тематике открываются в двух направлениях. Первое заключается в уточнении системы показателей компонентов городской среды, их структурирования и привязки к разнородным источникам данных, что позволит перейти к комплексной оценке качества городской среды и адаптировать разработанный инструментарий для задач управления городским развитием на региональном уровне. Второе направление связано с совершенствованием методов расчета численности населения путем дифференциации нормативов жилой площади в зависимости от типа застройки для повышения точности оценок.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Разработка комплексного атласа города Перми / С. В. Пьянков, Н. В. Бажукова, Е. В. Конышев, А. С. Лучников, Я. Р. Полякова, Ю. В. Попова, П. Ю. Санников, А. Н. Шихов. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2023. – № 8. – С. 39–48. DOI: 10.22389/0016-7126-2023-998-8-39-48 (К 1).

2. Полякова, Я. Р. Оценка аттрактивности сегментов пешеходных зон большого центра Перми средствами геоинформационных технологий / Я. Р. Полякова, С. А. Меркушев. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2024. – № 1. – С. 33–42. DOI: 10.22389/0016-7126-2024-1003-1-33-42 (К 1).

3. Комплексное картографирование городов на примере создания Атласа города Перми / Е. С. Перминова, Я. Р. Полякова, С. В. Пьянков, А. Н. Шихов. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2025. – № 10. – С. 34–44. DOI: 10.22389/0016-7126-2025-1024-10-34-44 (К 1).

4. Полякова, Я. Р. Картографирование социальной инфраструктуры города Перми / Я. Р. Полякова, Н. А. Сторожук.– Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2026. – Т. 31. – № 2. – С. 98–105. DOI: 10.33764/2411-1759-2026-31-2-98-105 (К 1).

5. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2026623991 Российская Федерация. Характеристики городской среды г. Перми: № 2026622347 : заявл. 20.05.2026 : опубл. 20.08.2026 / А. Н. Шихов, Я. Р. Полякова, Е. С. Перминова. – Текст : непосредственный.

6. Полякова, Я. Р. Аспекты социально-экономико-географического картографирования города Перми / Я. Р. Полякова, Н. В. Бажукова. – Текст : непосредственный // Новая наука: новые вызовы: материалы II Всероссийской научно-практической конференции / Институт стандартизации, сертификации и метрологии. – Краснодар : АНО ДПО «ИССиМ», 2017. – С. 78–82.

7. Полякова, Я. Р. Картографирование городских территорий / Я. Р. Полякова. – Текст : непосредственный // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 11–13(79). – С. 76–81.

8. Меркушев, С. А. Оценка качества среды городов-миллионеров России: новые возможности и проблемы / С. А. Меркушев, Я. Р. Полякова, Т. В. Субботина. – Текст : непосредственный // Современная Евразия: общественно-географический анализ: Материалы Международной научной конференции (XIV научная Ассамблея АРГО) / Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова, Байкальский институт природопользования СО РАН, Ассоциация российских географов-обществоведов. – Улан-Удэ : Бурятский научный центр СО РАН, 2023. – С. 167–169.

9. Сторожук, Н. А. Тематическое картографирование как подход к изучению городской квартальной сети (на примере Орджоникидзевского района г. Перми) / Н. А. Сторожук, Я. Р. Полякова. – Текст : непосредственный // XXI Большой географический фестиваль: Сборник материалов участников международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в рамках XXI Большого географического фестиваля, посвящённого 100-летию вхождения Географического Института в состав СПбГУ / Санкт-Петербургский государственный университет. — Санкт-Петербург : Свое издательство, 2025. – С. 711–715.

10. Атлас города Перми / С. В. Пьянков, Е. С. Перминова, Я. Р. Полякова [и др.]. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2025. 108 с. – ISBN: 978-5-7944-4150-5. – Изображение (картографическое ; неподвижное ; двухмерное) : непосредственное.