





Пространство, которое объединяет

сборник работ студентов по теме городского, регионального и транспортного планирования







Пространство, которое объединяет

сборник работ студентов по теме городского, регионального и транспортного планирования

Редакторы-составители

А. А. Борисов Р. В. Гончаров

Д. Р. Кодзокова

Верстка, дизайн

А. Свяжин

Литературный редактор

А. А. Писарев

Корректор

Т.В.Редькина

Техническая поддержка

С.В.Цыпляева

Вопросы городского и регионального развития все чаще возникают на авансцене как глобальной повестки, так и национальных задач в настройке пространства, в котором мы обитаем, к условиям современного уклада жизни.

В собрании исследовательских работ студентов Высшей школы экономики представлен набор аналитических текстов, фокус которых сводится к выявлению широкого спектра актуальных проблем современного города и региона в России и предложениям по их разрешению. Во многом идеи из данного сборника могут лечь в основу принципиально новых подходов к развитию, управлению и содержанию территорий отечественных городов.

Содержание

- 8 Анализ состояния дорожной сети на основе данных сверхвысокого пространственного разрешения Казаков Иван Владимирович
- 46 Влияние проекта хордовых магистралей Москвы на стоимость недвижимости

 Сливаева Алиса Вячеславовна
- 76 Потенциал интеграции кладбища в пространство города на примере Миусского кладбища
 - Сторчак Алиса Александровна
- 102 Пространственный анализ депопулирующих населенных пунктов арктической зоны Российской Федерации

 Титова Марина Георгиевна
- 148 Формирование пригородных функциональных центров в крупных городах развивающихся стран. Опыт Рио-Де-Жанейро

Трусов Кирилл Сергеевич

Предисловие

Идея создания данного сборника лежала на поверхности: работы студентов, представленные здесь, можно считать практически готовыми статьями для публикации в серьезных научных изданиях и журналах. В то же время стоит отметить, что на пространстве работ по теме городского и транспортного планирования в нашей стране можно найти не так много содержательных, а главное, имеющих прямое практическое применение исследований.

Это наш первый опыт, равно как и мероприятие — Форум им. А.А. Высоковского, к которому приурочен выпуск собрания исследовательских работ студентов нашего университета. Примечательно, что, помимо текстов студентов нашего факультета городского и регионального развития, в сборник попали работы коллег с факультета географии и геоинформационных технологий. Мы очень рады такому стечению обстоятельств, это лишний раз подчеркивает, что мы движемся в правильном направлении внутриуниверситетской коллаборации, комплементарности наших подходов и вопросов, которыми озадачены не только мы и наши студенты, но и видные представители транспортной, строительной и градостроительной отраслей.

Исторически урбанистика как набор предметных полей, а также ремесло городского и транспортного планирования в современном виде вышли во многом из географии. Так, к примеру, современное профессиональное ядро транспортного планировщика сформировалось на стыке географии

транспорта (Transportation geography), экономики (Transport Economics), приложений физики (Traffic Flow Theory) и теории операций (Queuing Theory). Несмотря на всю сложность и комплексность подходов, методов и оптик, корневым языком наших профессий является язык пространства. В нашей урбанизированной стране с ее размерами особенно важно развивать и поддерживать профессии, связанные с пространственным развитием и управлением территориями. Время идет, становятся необходимы новые компетенции. Еще лет 10–15 назад об урбанистике у нас если и слышали, то это даже отдаленно не наводило на мысль о предстоящих — необходимых — переменах в пространстве, где мы живем. Было трудно представить, что крупнейшие города страны изменят свой вектор в созидательном направлении развития массового пассажирского транспорта, что на улице главный — пешеход, что бесконечно расширять дороги не получится.

Уже в 2022 году в рейтинге 10 лучших мегаполисов мира по уровню жизни на третьем месте оказалась и наша столица. Но в нашей стране более тысячи городов, треть из которых населяет не менее 50 тыс. жителей, а во всех городах России проживает порядка 75% наших соотечественников. Такие цифры обязуют нас со всей ответственностью подойти к вопросу подготовки высококвалифицированных кадров, и мы с каждым годом стараемся идти в ногу со временем и запросами общества. Так, с этого года была запущена и успешно реализуется первая в России бакалаврская программа двух дипломов по подготовке новых кадров для транспортной отрасли «Экономика и инженерия транспортных систем» совместно с Российским университетом транспорта, а со следующего года стартует онлайн-магистратура по цифровой урбанистике.

Наши выпускники высоко ценятся работодателями из, казалось бы, разных отраслей — но пространство нас объединяет, транспорт этому способствует, и все больше людей ежедневно встречаются с плодами деятельности наших выпускников, которые уже сегодня работают над созданием городов, удобных для жизни. Не буду лукавить — еще будучи студентами нашего факультета, ребята активно вовлечены в профессиональную деятельность. Да, иногда, слишком вовлекаясь, они забывают про пары, но ведь мы учимся не для школы, а для жизни...

Андрей БОРИСОВ

ведущий эксперт Института экономики транспорта и транспортной политики, академический руководитель ОП «Экономика и инженерия транспортных систем», руководитель трека «Транспортное планирование» ОП «Управление пространственным развитием городов»

Анализ состояния дорожной сети на основе данных сверхвысокого пространственного разрешения

КАЗАКОВ Иван Владимирович, бакалавр

факультет географии и геоинформационных технологий НИУ ВШЭ ivkazakov 1@edu.hse.ru

В статье рассмотрены основные виды дефектов верхнего дорожного покрытия, свойственные российским дорогам; факторы, влияющие на их возникновение; средства и методы дистанционного мониторинга дорожной сети. Для проведения комплексной оценки дорожной сети для идентификации дорожных дефектов разработана методика исследования с помощью БПЛА. Описаны технологические аспекты съемки и постобработки полученных данных для получения ортофотопланов и цифровых моделей местности, на основании которых в ПО SAGA GIS вычислены морфометрические параметры (характеристики дорожного полотна). В ходе исследования определены оптимальные высотные эшелоны для съемки с БПЛА и дана оценка возможностей идентификации дорожных дефектов на основе

цифровых моделей местности и их морфометрических производных. Указываются преимущества методики мониторинга дорожной сети, в том числе съемки и обработки данных с использованием данных сверхвысокого пространственного разрешения.

Ключевые слова:

дистанционный мониторинг; БПЛА; геоинформационные системы; деформации дорожных покрытий; дефекты дорог; состояние дорожной сети

Цитирование:

Казаков И.В. Анализ состояния дорожной сети на основе данных сверхвысокого пространственного разрешения // Пространство, которое объединяет. Сборник работ студентов по теме городского, регионального и транспортного планирования. Москва: НИУ ВШЭ, 2023. С. 8-45.

Введение

Дороги являются одним из фундаментальных элементов современного мира и хозяйства. Ежегодно на ремонт и поддержание дорожной сети, решение проблем и общее развитие системы автомобильного транспорта в России выделяются огромные деньги. По данным Министерства транспорта Российской Федерации, в 2021 году на нацпроекты по обновлению и строительству дорог из федерального бюджета было потрачено более 400 млрд рублей. Внедрение современных технологий в процессы строительства и ремонта дорог, поиска дорожных дефектов и общего мониторинга дорожной сети могло бы упростить решение некоторых технических задач и оптимизировать траты. Однако в России слабо изучены классификация дорожного покрытия и способы изучения его состояния, в том числе с использованием беспилотных летательных аппаратов и методов компьютерной обработки данных. В этой статье будет представлена модель мониторинга и оценки состояния дорожной сети на основе данных с беспилотных летательных аппаратов. Она разрабатывалась в ходе исследования дорог разных регионов России.

¹ Картографирование дорожной сети

Основным источником информации, используемым при картографировании дорожной сети и для обновления информации о них, являются материалы аэрофото- и космической съемки. ГИС-технологии позволяют объединить аэрокосмический мониторинг, математическое моделирование и компьютерное картографирование.

^{1.1} Нормативно-правовые акты оценки качества дорожной сети

Нормативно-правовые акты, которыми регулируется оценка качества состояния дорожной сети и дорожного комплекса, в разных странах разные. Например, в США состояние дорожного покрытия классифицируется по четырем основным критериям: шероховатость, структурные характеристики, трение и разрушение. Шероховатость — это совокупность микро- и макронеровностей на поверхности дорожного полотна, обеспечивающих его сцепные качества, но при этом не вызывающих низкочастотных колебаний и толчков на подвеске транспортного средства. Разработанный в 1983 году и ставший уже общепризнанным мировым стандартом, международный индекс шероховатости (IRI) используется транспортными инженерами для сравнения измерений шероховатости в разных местах и на разных дорогах [3].

Второй критерий состояния дорожного покрытия — структурные характеристики. Они определяются слоями самого дорожного материала, а также двумя «основополагающими» слоями: слоем основания и типом подстилающего грунта. При существующих технологиях структурную прочность дороги невозможно измерить, не находясь в непосредственной физической близости от объекта. Один из методов измерения — неразрушающий контроль (NDT) — контроль надежности основных рабочих свойств и параметров объекта или отдельных его элементов, не требующий выведения объекта из работы или демонтажа, хорошо подходит для определения прочности дороги в ее естественной среде [4].

Третьим критерием, показывающим состояние дорог, является трение. Трение — это способность дороги обеспечивать автомобилю маневренную поверхность. Трение на сухой асфальтированной дороге не является основным фактором, показывающим состояние дорожного покрытия, однако трение становится важным в условиях влажной или обледенелой дороги, поскольку маневренность транспортного средства значительно снижается. Обычно встает необходимость выявить трение, если дорога

демонстрирует ухудшение сопротивления заносу, вследствие чего снижается безопасность, растет количество аварий [4]. При этом хотя трение и является важной характеристикой с точки зрения безопасности, оно не влияет на определение приоритетов экономичного ремонта.

Четвертым критерием являются повреждения дорожного покрытия, которые классифицируются с помощью индекса состояния дорожного покрытия (PCI). PCI был разработан Инженерным корпусом армии США для создания повторяемого и объективного метода регистрации информации о повреждениях. С помощью PCI идентифицируют дорожные повреждения, определяют степень их тяжести и причины, предлагают методы ремонта этих повреждений. Метод основан на визуальном исследовании количества и типов повреждений в тротуаре. Для начала вычисляются степень и тип существующих проблем и бедствий, мера их серьезности. После этого измеряется плотность для всех типов бедствия. Значения плотности пересчитываются в вычитаемое значение (DV) и скорректированное вычитаемое значение (CDV) с использованием набора кривых, предложенных ASTM. Результатом анализа является числовое значение от 0 до 100, где 100 — наилучшее возможное состояние, а 0 — наихудшее [4].

В настоящее время есть три метода проведения инспекций PCI: ручной, полуавтономный и автономный. Ручная идентификация повреждений персоналом на месте была первоначальным и единственным способом распознавания повреждений во время ранних оценок дорожного полотна. Эта практика до сих пор используется многими дорожными организациями и предполагает, что обученный техник на месте определяет размер участка для проверки. Этот метод является самым опасным и, как правило, самым дорогим [1].

Полуавтономные классификации — это второй метод оценки дорожного покрытия, при котором данные о дефектах собираются системой и позже классифицируются человеком. Камера захватывает визуальные изображения или видео дороги, а оператор анализирует этот захват на предмет наличия дефектов на дороге. Этот метод доступен на коммерческой основе (например, PAVERTM ImageInspectorTM) и может снизить риск для инспектора дорожного покрытия [1]. Вариабельность, обнаруженная между этим и ручным методом аналогична изменчивости между разными инспекторами [4]. Хотя изменчивость присуща обоим методам, поскольку есть фактор человеческого суждения и интерпретации, надежность оценки ручным и полуавтономным методами равноценна.

Наконец, существуют полностью автоматизированные системы, которые обнаруживают трещины на дороге. Этот метод может снизить затраты, уменьшить вариабельность оценок и сократить человеко-часы персонала [1]. В настоящее время коммерческие компании используют

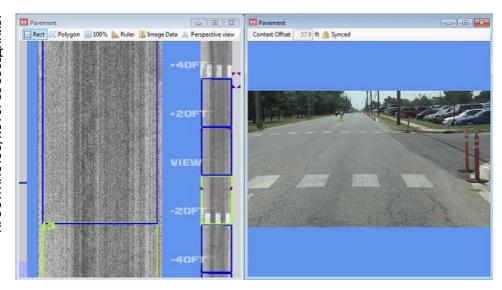


рис. 1. Интерфейс софта PAVERTM ImageInspector™ источник: http://www.paver.colostate.edu/ImageInspector.php

данные лазерного сканирования для выявления и классификации трещин на дорогах с 95%-ной точностью относительно реального дорожного полотна с помощью специально оборудованных машин, которые двигаются по дорогам [2]. Хотя для управления автомобилем с целью сбора данных по-прежнему требуется водитель, этот метод избавляет человека от необходимости классифицировать повреждения, автоматизируя обработку и анализ данных. Отдельный аналитик на компьютерной станции больше не нужен, что значительно снижает рабочую нагрузку.

В Российской Федерации нормативно-правовыми актами для оценки качества дорожной сети являются различные ГОСТы. Главным законом, регламентирующим отношения, которые возникают в связи с использованием автомобильных дорог, в том числе ремонтом, оценкой состояния и т.д., является Федеральный закон №257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Действие ФЗ распространяется на все автомобильные дороги в РФ независимо от их форм собственности и значения. Задачами федерального закона являются регулирование использования автомобильных дорог, проведение дорожной деятельности в интересах граждан, усовершенствование государственного управления в сфере дорожной политики, обеспечение сохранности и развития автодорог, повышение качества технического состояния, помощь во внедрении перспективных технологий и стандартов в области дорожной деятельности и др.

Правила производства и контроля качества работ распространяются на вновь строящиеся, реконструируемые и капитально ремонтируемые автомобильные дороги общего пользования и ведомственные автомобильные дороги, они регулируется сводом правил СП 78.13330.2012 «Автомобильные дороги».

Еще один документ — ГОСТ Р 50597-2017 «Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля» — регулирует требования к параметрам и характеристикам эксплуатационного состояния автомобильных дорог общего пользования, улиц и дорог городов и сельских поселений, железнодорожных переездов, допустимого по условиям обеспечения безопасности дорожного движения, методам их контроля, а также предельные сроки приведения эксплуатационного состояния дорог и улиц в соответствие его требованиям. В этой статье анализ дефектов проводится в основном именно по правилам этого ГОСТа.

mаблица 1. Дефекты покрытия проезжей части, обочин и разделительных полос по ГОСТ Р 50597-2017

ОПИСАНИЕ ДЕФЕКТА
Местное разрушение дорожного покрытия, имеющее вид углубления с резко очерченными краями
Полное разрушение дорожного покрытия на всю толщину, имеющее вид углубления с резко очерченными краями
Деформация дорожной одежды, имеющая вид углубления с плавно очерченными краями, без разрушения материала покрытия
Неровности в виде чередующихся поперечных выступов и впадин с пологими краями, вызванные смещением верхних слоев дорожных одежд капитального и облегченного типа
Неровности в виде чередующихся правильных и четко выраженных поперечных выступов и впадин на покрытиях переходного типа
Деформация покрытия с образованием углублений по полосам наката с гребнями или без гребней выпора
Излишек вяжущего на поверхности покрытия с изменением его текстуры и цвета

источник: ГОСТ Р 50597-2017

Также к приведенным выше дефектам покрытия проезжей части были добавлены повреждения из ГОСТ 32825-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Дорожные покрытия. Методы измерения геометрических размеров повреждений», который регулирует методы измерения геометрических размеров повреждений дорожных покрытий, влияющих на безопасность дорожного движения, на автомобильных дорогах общего пользования на стадии их эксплуатации.

Обочина — один из основных элементов дороги, примыкающий непосредственно к проезжей части на одном уровне с ней, обозначенный с помощью разметки или конструктивно. У обочин так же, как и у дорожного полотна, есть свои дефекты, которые тоже были рассмотрены и проанализированы в данной работе.

^{1.2} Факторы, влияющие на качество дорог

Современная автомобильная дорога представляет собой сложную инженерную конструкцию, состоящую из множества элементов. Ее главными конструктивными элементами являются земляное полотно и дорожная одежда, состоящая из одного или нескольких слоев дорожного основания, а также одного или нескольких слоев дорожного покрытия.

В период эксплуатации автомобильная дорога постоянно подвергается взаимодействию нагрузок от транспортных средств, а также погодно-климатических и грунтово-гидрологических факторов, что с течением времени приводит к возникновению в слоях дорожной одежды и земляном полотне деформаций и напряжений. С течением времени такие нагрузки разрушают дорожную одежду и вызывают появление на покрытии разнообразных дефектов в виде выбоин, трещин, проломов, колеи, просадок и т.п.

Факторы, которые влияют на образование деформаций и появление разрушений в конструктивных элементах автодороги в период ее эксплуатации могут быть внутренними и внешними.

К внешним факторам, влияющим на изменение качества и состояния дороги в период ее эксплуатации, относятся физико-механические свойства дорожной конструкции и материалов ее слоев:

- неравномерное истирание дорожного полотна под воздействием автомобилей;
- неравномерное и недостаточное уплотнение слоев дорожной одежды и земляного полотна;
- образование деформаций в асфальтированных покрытиях и слоях из битумоминеральных смесей;
- появление структурных разрушений и накопление остаточных деформаций в слоях дорожного основания и покрытия;

таблица 2. Дефекты покрытия проезжей части, обочин и разделительных полос по ГОСТ 32825-2014

ВИД ДЕФЕКТА	ОПИСАНИЕ ДЕФЕКТА
Неровность ямочного ремонта	Возвышение или углубление ремонтного материала относительно поверхности дорожного покрытия в местах проведения ремонта
Сетка трещин	Взаимопересекающиеся продольные, поперечные и криволинейные трещины, делящие поверхность ранее монолитного покрытия на ячейки
Трещина	Разрушение дорожного покрытия, проявляющееся в нарушении сплошности покрытия
Разрушение кромки покрытия	Откалывание асфальтобетона или цементобетона от краев дорожного покрытия с нарушением его целостности

источник: ГОСТ 32825-2014

таблица 3. Дефекты обочин и разделительных полос

•	·
вид дефекта	ОПИСАНИЕ ДЕФЕКТА
Занижение обочины и растительной полосы	Участки обочины или разделительной полосы, не отделенные от проезжей части бордюром, заниженные относительно прилегающей кромки проезжей части в местах их сопряжения
Возвышение обочины и разделительной полосы	Участки обочины или разделительной полосы, не отделенные от проезжей части бордюром, возвышающиеся над поверхностью проезжей части
Повреждения обочин с дорожной одеждой переходного типа и разделительных полос	Разрушения дорожной одежды в виде отдельных просадок, выбоин или колей
Повреждения (деформации и разрушения) неукрепленных обочин	Разрушения в виде углублений или впадин
Отдельная выбоина или пролом на укрепленной части обочины, краевых полосах или полосах безопасности	Деформации дорожной одежды или разрушения покрытия капитального или облегченного типов в виде углублений без выпучивания и образования трещин на прилегающих участках
Растительность на обочине	Трава или древесно-кустарниковая растительность

источник: ГОСТ 32825-2014

 накопление остаточных деформаций в грунте земляного полотна под воздействием грузовых тяжеловесных автомобилей.

К внутренним факторам, влияющим на изменение качества и состояния дороги в период ее эксплуатации, относятся погодно-климатические и грунтово-гидрологические условия:

- нагрузки на ось автомобиля и большое давление в автомобильных шинах;
- температура воздуха и солнечная радиация, из-за воздействия которых изменяются температура покрытия, физико-механические свойства асфальтобетона, битума и битумоминеральных смесей;
- продолжительность приложения каждой нагрузки и суммарная продолжительность, которая зависит от скорости движения автомобилей на сложных участках дороги;
- система водоотвода и водопонижения, тип грунта земляного полотна и условия его увлажнения грунтовыми и поверхностными водами, так как при увеличении влажности грунтов выше нормального уровня сильно понижается вязкость и увеличивается пластичность грунтов, что способствует накоплению остаточных деформаций в земляном полотне и во всей дорожной одежде.

1.3. Средства и методы дистанционного мониторинга дорожной сети

В современной научной литературе тема использования средств и методов дистанционного мониторинга в дорожной отрасли исследована довольно широко. Есть многочисленные исследования в сфере дистанционного мониторинга дорожной сети и дорожного комплекса в целом ученых из Северной Америки, стран Западной Европы и Азии, а также из Российской Федерации. Выбор методов и средств дистанционного исследования зависит от множества факторов — размеров и специфики изучаемой территории, точности результирующих материалов (в том числе пространственного разрешения), бюджета исследования, особенностей процесса и автоматизации дешифрирования и некоторых других.

Большинство используемых сегодня дистанционных методов так или иначе применимы для оценки состояния дорожной сети. Они сильно разнятся по типу и объему получаемых данных, пространственному разрешению, способам дешифрирования; возможности или невозможности автоматизации процессов дешифрирования и т.п. Чаще в этой сфере используются следующие дистанционные методы:

- Спутниковая съемка сверхвысокого пространственного разрешения.
- Мобильное (в большинстве случаев автомобиль с установленным оборудованием) и статистическое наземное лазерное сканирование.
- Лидарная съемка (космическое лазерное сканирование).
- Радиолокационная съемка с синтезированной апертурой антенны.
- Аэрофотосъемка (преимущественно в оптическом диапазоне с БПЛА).

Все обозначенные методы дистанционного мониторинга обладают своими недостатками и преимуществами, они способны получать информацию разной точности. Часто и во многих областях используется спутниковая съемка сверхвысокого разрешения как технология дистанционного зондирования. Для решения многих задач спутниковые снимки в видимом диапазоне являются наиболее подходящей технологией, так как они имеют значительный пространственный охват, а также высокое и в ряде случаев сверхвысокое разрешение. Однако для анализа состояния дорожной сети необходимо очень подробное пространственное разрешение, поэтому даже снимки высокого разрешения не подходят для работы и являются недостаточно информативными. Даже пространственного разрешения снимков сверхвысокого разрешения иногда недостаточно для решения некоторых задач в дорожной отрасли.

Мобильное и статистическое наземное лазерное сканирование предоставляет более серьезные возможности для полного анализа дорожной сети. Плюсами лазерного сканирования являются высокое и сверхвысокое пространственное разрешение (намного выше, чем у спутниковых снимков). Оно позволяет выполнять пространственную 3D-визуализацию, однако обладает высокой ресурсоемкостью и трудностью дешифрирования (компьютерной обработки); также большим минусом является стоимость проведения работ и самой техники. Без использования панорамных съемок дешифрирование некоторых объектов дорожного комплекса только по данным лазерного сканирования в некоторых случаях затруднительно. Воздушное лазерное сканирование имеет намного более низкую плотность результирующих облаков точек, что является значительным недостатком по сравнению с наземным лазерным сканированием.

Радиолокационная съемка с синтезированной апертурой антенны после процесса обработки получаемых данных позволяет выделять составные части дорог и выявлять проблемные участки в ее структуре. Значительным недостатком этой технологии является относительно невысокое пространственное разрешение большинства доступных материалов

радиолокационной съемки. Таким образом, радиолокационная съемка по ряду параметров уступает съемке в видимом диапазоне при решении задачи определения состояния дорожной сети.

Аэрофотосъемка с БПЛА имеет схожие со спутниковыми снимками достоинства. С помощью беспилотных летательных аппаратов возможно проводить мультиспектральную и гиперспектральную съемку, а также получать ЦММ (цифровые модели местности) и ЦМР (цифровые модели рельефа). Весомым плюсом является сверхвысокое пространственное разрешение. Разрешение полученных в ходе обработки ортофотопланов и цифровых моделей местностей достигает 7 мм. Главными и единственными недостатками работы с БПЛА являются высокая стоимость проведения работ и низкий пространственный охват. Среди всех способов и методов дистанционного мониторинга дорожной сети работа с БПЛА является более подходящим методом для сравнительно небольших участков.

Разработка методики съемки и тематической обработки. Анализ результатов

^{2.1} Методика съемки и первичная обработка полученных данных

Сегодня основным способом сбора информации о состоянии дорожной сети являются передвижные лаборатории, которые оборудованы видеокамерами (в том числе бокового обзора), системой глобального позиционирования и приборами диагностики дорожного полотна (георадары, сканеры и др.). Важным минусом и недостатком данной системы является довольно узкая полоса обзора в рамках видимости регистрирующего оборудования, из-за чего часто не детектируются природно-антропогенные процессы, которые являются причинами повреждений дорожного полотна. Этот комплекс также не предусматривает построение цельной базы данных, которая бы содержала ортофотопланы и цифровые модели дорожного полотна и придорожной местности, что препятствует и в некоторых случаях делает невозможной работу с полученными данными. Все это зачастую мешает производить комплексную оценку мест возникновения дорожных нарушений и точно устанавливать причину их возникновения.

Для проведения комплексной оценки дорожной сети с целью идентификации дорожных дефектов необходимо разработать технологию исследования автомобильных дорог и методику применения БПЛА,

mα δ π ицα 4. Характеристики дрона (летательного аппарата) и камеры DJI Phantom 4 Pro V2.0

Размер по диагонали (без пропеллеров)	350 мм
Macca	1375 г (с аккумулятором и пропеллерами)
Максимальная скорость	От 50 до 72 км/ч в зависимости от режима полета
Максимальная высота полета	6000 м
Рабочая температура	От 0 до +40 оС
Точность зависания	Вертикальная +/– 0,1 м (Vision Positioning) или +/– 0,5 м (только GPS); горизонтальная +/– 0,3 м (Vision Positioning) или +/– 1,5 м (только GPS)
Число эффективных пикселей	20 Мп

ucmoчник: https://www.dji.com/ru/phantom-4-pro-v2/specs

таблица 5. Характеристики дрона (летательного аппарата) и камеры DJI Mini 2

Размер по диагонали (без пропеллеров)	213 мм
Macca	< 249 г (с аккумулятором и пропеллерами)
Максимальная скорость	От 21 до 56 км/ч в зависимости от режима полета
Максимальная высота полета	4000 м
Рабочая температура	От 0 до +40 оС
Точность зависания	Вертикальная +/– 0,1 м (Vision Positioning) или +/– 0,5 м (только GPS); горизонтальная +/– 0,3 м (Vision Positioning) или +/– 1,5 м (только GPS)
Число эффективных пикселей	12 Мп

uсточник: https://www.dji.com/ru/mini-2/specs

так как с их помощью проще получать более оперативную и емкую информацию для оценки состояния дорожного полотна. Применение беспилотных летательных аппаратов позволяет производить оперативный дистанционный мониторинг и автомобильных дорог, и прилегающих к ним территорий для получения данных высокого и сверхвысокого пространственного разрешения.

В рамках исследования и тестирования методики применения БПЛА в дорожном мониторинге проведена съемка ключевых участков автодорог. Время проведения данных работ выбиралось с учетом погодных условий, которые должны соответствовать требованиям инструкции. Проведение работ происходило с помощью БПЛА двух моделей в зависимости от погодных условий, рельефа местности и некоторых других факторов. Первая модель — DJI Phantom 4 Pro V2.0, вторая — DJI Mini 2.

Ключевыми участками являлись все типы дорог по классификации Роскартографии «Условные знаки для топографических планов», утвержденной ГУГК при Совете Министров СССР 25 ноября 1986 года. Из раздела «Автомобильные и грунтовые дороги, тропы» взяты почти все типы объектов, за исключением скотопрогонов, троп, строящихся и некоторых типов грунтовых дорог. Большинство дорог для выборки отсняты во Владимирской и Московской областях, однако имеются также объекты в Тульской, Костромской и Мурманской областях. В табл. 6 представлены отснятые дороги, их территориальное местоположение и название.

Съемка ключевых участков с БПЛА производилась на высотах 30 и 50 м (высотный диапазон 100 м взят для эксперимента по выявлению различных типов дорожных дефектов). Каждый участок дороги при выполнении съемки покрыт минимум двумя галсами. Длина участков варьируется от 200 м (временный зимник) до 700–800 м (автодороги). При проведении съемки с DJI Phantom 4 Pro V2.0 применялось бесплатное программное обеспечение DJI GO 4, а с DJI Mini 2 — бесплатное ПО DJI Fly. Эти ПО предоставляются разработчиком для зарегистрированных пользователей. Они позволяют в ручном режиме управлять дроном и производить съемочные работы. Также при проведении съемки с БПЛА DJI Phantom 4 Pro V2.0 использовалось ПО с открытым кодом Ріх4Dсарture, позволяющее запрограммировать параметры и маршрут полета, наметив на космическом снимке или топографической карте периметр съемки, задав высоту и степень перекрытия снимков.

В среднем на каждый объект получено по 300–400 фотографий формата .jpg. Последующая обработка собранных наборов данных происходила в Agisoft Metashape — ПО, раскрывающем способности фотограмметрии и технологии глубокого машинного обучения для анализа и последующей обработки. Оно предоставляет возможность обрабатывать изображения, получаемые с помощью RGB- или мультиспектральных камер, в том числе

таблица б. Информация об отснятых дорогах и их территориальном местоположении

РЕГИОН	НАЗВАНИЕ ДОРОГИ
Московская область	Федеральная автомобильная дорога М7 «Волга» (два участка)



Московская/Владимирская области (граница)

Автомобильная дорога федерального значения A108 (МБК, Большая бетонка)



Тульская область

Автодорога Р-139



РЕГИОН

Владимирская область

НАЗВАНИЕ ДОРОГИ

Нет официального названия, около деревни Прокудино (два набора данных, лето-зима)



Владимирская область

Автодорога 17К-10 Юрьев-Польский - Кольчугино



Костромская область (Кострома)

Улица Просвещения



РЕГИОН НАЗВАНИЕ ДОРОГИ

Мурманская область

Нет официального названия, около Поисково-спасательной станции Куэльпорр



Владимирская область

Зимник временный около деревни Давыдовское



Владимирская область

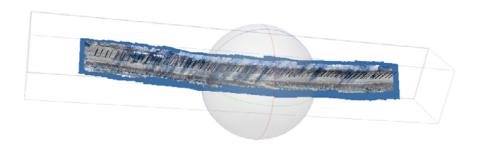
Зимник регулярный около деревни Новое



мультикамерных систем, преобразовывать снимки в плотные облака точек, текстурированные полигональные модели, геопривязанные ортофотопланы и цифровые модели рельефа/местности (ЦМР/ЦММ).

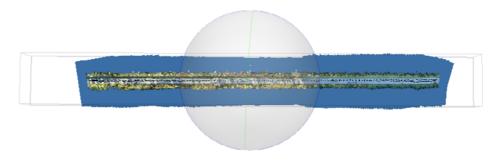
В процессе обработки в локальный проект программы добавлялись фотографии. После этого фотографии выравнивались, чтобы вычислить местоположение и характеристики ориентации камеры для каждого снимка и создать разреженное облако точек. Для всех наборов данных выбрана высокая точность, чтобы ПО вычислило наиболее точное положение камеры. Также включены общая преселекция пар, преселекция по привязке и адаптивное уточнение модели камеры.

Следующий шаг — построение плотного облака точек. Используя рассчитанные положения камер, ПО вычисляет карты глубины для каждой камеры и на их основе строит плотное облако точек. Для этой функции тоже выбрано очень высокое качество, фильтрация карт глубины — мягкая, так как геометрия сложная, с многочисленными мелкими деталями на переднем плане. Также включен расчет цвета точек. В среднем для каждого набора данных вышло примерно от 500 млн до 1 млрд точек.



puc.~2. Выровненные фотографии в ПО Agisoft Metashape, автодорога М7 ucmouhuk: данные автора

Далее следует построение цифровой модели местности (ЦММ/DEM). Agisoft позволяет отображать модель поверхности в виде регулярной сетки значений высоты, то есть создавать цифровую модель местности. ЦММ для всех наборов рассчитана с помощью плотного облака точек, поскольку это позволяет получать наиболее точные результаты. Тип географической проекции DEM выбирался в зависимости от координат положения дороги: WGS 84/UTM zone 36N или 37N, интерполяция включена. Выходное разрешение ЦММ усредненно составило 7,5 мм/ пиксель. Экспорт DEM для последующей работы произведен в формате .tif с исходными проекциями. Следует отметить, что вся последующая работа в других ПО проводилась преимущественно на основе полученных цифровых моделей местностей (дорожного полотна).



 $puc.\ 3.\ Плотное\ облако\ точек,\ построенное\ в\ ПО\ Agisoft\ Metashape,$ Большая бетонка

источник: данные автора.

Следующий шаг — создание ортофотоплана. Он строится на основании исходных снимков, что позволяет создавать изображение высокого разрешения, и реконструированной модели. Для ортофотопланов задается такая же проекция, как и при создании цифровых моделей местности. При построении включено автозаполнение отверстий, которое включается для избегания «дыр» (пустых точек) в ортофотоплане, чтобы не было проблем при последующем обрезании самого дорожного полотна (его покрытие на полученных данных является стопроцентным), режим смешивания — мозаика. Выходное разрешение ортофотопланов также усредненно составило 7,5 мм/пиксель. Экспорт ортофотопланов для последующей работы тоже произведен в формате .tif с исходными проекциями.

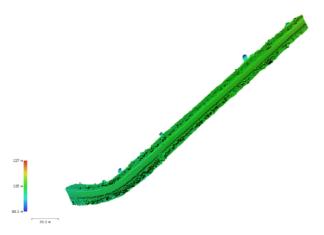


рис. 4. Цифровая модель местности (DEM), построенная в ПО Agisoft Metashape, автодорога 17К-10 Юрьев-Польский — Кольчугино источник: данные автора.



 $puc.\ 5.\$ Ортофотоплан (и маска обрезки дорожного полотна), построенный в ПО Agisoft Metashape, автодорога около деревни Прокудино во Владимирской области

источник: данные автора

^{2.2} Получение морфометрических параметров на основе цифровых моделей дорожного полотна и их классификация

После экспортирования из ПО Agisoft Metashape полученных цифровых моделей местности и ортофотопланов необходимо вычислить морфометрические параметры (характеристики дорог) и построить карты с помощью программного продукта SAGA GIS (System for Automated Geoscientific Analyses). SAGA — ГИС с открытым исходным кодом, используемая для редактирования и анализа пространственных данных. Она содержит большое количество модулей для анализа векторных (точечных, линейных и полигональных), атрибутивных, растровых данных и изображений. Кроме этого, пакет включает модули для геостатистического анализа, классификации изображений, работы с проекциями, моделирования динамических процессов (гидрология, развитие ландшафта) и анализа рельефа.

В SAGA GIS — огромное множество модулей обработки данных. Для работы с рельефом и получения морфометрических характеристик есть сборник инструментов Terrain Analysis, в котором собрано более 100 отдельных элементов для работы с рельефом. Морфометрическая характеристика — однозначная функция двух переменных $\omega = u(x, y)$, описыватеристика — однозначная функция двух переменных $\omega = u(x, y)$, описыватеристика — однозначная функция двух переменных $\omega = u(x, y)$, описыватеристика — однозначная функция двух переменных $\omega = u(x, y)$, описыватеристика — однозначная функция двух переменных $\omega = u(x, y)$, описыватеристика — однозначная функция двух переменных $\omega = u(x, y)$, описыватеристика — однозначная функция двух переменных $\omega = u(x, y)$, описыватеристика — однозначная функция двух переменных $\omega = u(x, y)$, описыватеристика — однозначная функция двух переменных $\omega = u(x, y)$, описыватеристика — однозначная функция двух переменных $\omega = u(x, y)$, описыватеристика — однозначная функция двух переменных $\omega = u(x, y)$, описыватеристика — однозначная функция двух переменных $\omega = u(x, y)$, описыватеристика — однозначная функция двух переменных $\omega = u(x, y)$, описыватеристика — однозначная функция двух переменных $\omega = u(x, y)$, описыватеристика — однозначная функция двух переменных $\omega = u(x, y)$, описыватеристика — однозначная функция двух переменных $\omega = u(x, y)$

ющая свойства топографической поверхности, которой в данном случае выступает дорожное полотно. В ходе работы на одном наборе данных проанализированы все представленные элементы-индексы, некоторые из них выделены как наиболее подходящие для последующего анализа. В табл. 7 представлены все индексы, имеющиеся в ПО в разделе Terrain Analysis. Жирным шрифтом выделены наиболее подходящие для анализа элементы, подчеркиванием показаны более-менее возможные для использования индексы, остальные элементы анализа не подходят для работы с дорожным полотном.

Большинство нужных индексов для работы с дорожным полотном есть в отдельном модуле Basic Terrain Analysis. Базовый инструмент анализа местности автоматически создает 16 выходных данных о местности и гидрологических показателях.

В результате на выходе в ПО SAGA GIS получено примерно по 20 ТІГ-файлов результирующих анализа для каждой дороги из выборки для последующего анализа и выделения дефектов дорожной сети.

^{2.3} Идентификация дефектов дорог и их классификация по типам

Материалы обработки карт высот дорожного полотна в SAGA GIS дают значительные возможности для анализа состояния дорожной сети. Результатом процесса дешифрирования материалов, полученных в данном ПО, извлечения диагностических параметров и непосредственно связанного с этим процесса моделирования должна стать таблица дефектов дорожного полотна: дефект на ортофотоплане — дефект на DEM — отображение дефекта в ресурсе SAGA GIS и схема влияния полета на БПЛА на разных высотных эшелонах на идентификацию дорожных нарушений различных типов. Проведение работ, связанных с анализом, отталкивается от идентификации дефектов дорог, их классификации по типам и оценки подходящих для работы с каждым повреждением дорожного полотна модулем ПО SAGA GIS.

Выбоина — локальное повреждение (разрушение) дорожного покрытия, которое имеет вид углубления с сильно очерченными краями. Выбоины на дорогах вызваны повреждениями от дождя и торможения транспортного средства или связанных с ними строительных работ. Этот вид локальных нарушений дорожного полотна зафиксирован и идентифицирован с высотных диапазонов в 30 и 50 м (несколько хуже) (на высоте 100 м и более верифицировать выбоины на ЦММ и результатах постобработки довольно тяжело). Исходя из работ в ПО SAGA GIS, выбоины на асфальтированном дорожном покрытии хорошо отмечаются на результатах

таблица 7. Элементы анализа рельефа в разделе Terrain Analysis в ПО SAGA GIS

CHANNELS

Channel Network Valley Depth

Channel Network and Drainage Basins Vertical Distance to Channel Network

Overland Flow Distance to Channel Network Watershed Basins

Strahler Order Watershed Basins (Extended)

CLIMATE AND WEATHER

Land Surface Temperature

Diurnal Anisotropic Heating Wind Effect (Windward/ Leeward Index)

Effective Air Flow Temperature Wind Exposition Index

HYDROLOGY

1.Dvnamics

Flow Depth [interactive] Isochrones Constant Speed [interactive]

Flow Sinuosity [interactive] Isochrones Variable Speed [interactive]

2. Flow Accumulation

Downslope Area [interactive] Flow Path Length

Edge Contamination Flow Width and Specific Catchment Area

Flow Accumulation (FlowTracing) Maximum Flow Path Length

Flow Accumulation (Mass-Flux Method) Slope Limited Flow Accumulation

Flow Accumulation (QM of ESP)

Upslope Area

Flow Accumulation (Recursive)

Upslope Area [interactive]

Flow Accumulation (Top-Down)

3. Miscellaneous

Cell Balance Lake Flood [interactive]

Lake Flood Slope Length

4. Topographic Indices

LS Factor Stream Power Index

LS-Factor, Field Based TCI Low

Melton Ruggedness Number Topographic Wetness Index (TWI)

SAGA Wetness Index

MORPHOMETRY

Convergence Index Multiresolution Index of Valley Bottom

Convergence Index (Search Radius) Flatness (MRVBF)

Downslope Distance Gradient Real Surface Area

Hypsometry Relative Heights and Slope Positions

Mass Balance Index Slope, Aspect, Curvature

Morphometric Protection Index Terrain Ruggedness Index (TRI)

Terrain Surface Convexity
Terrain Surface Texture
Topographic Position Index (TPI)

Upslope and Downslope Curvature Vector Ruggedness Measure (VRM)

LIGHTING

Analytical Hillshading

Potential Incoming Solar Radiation

Sky View Factor

Topographic Correction

Topographic Openness

Visibility (points)

Visibility (single point)

PREPROCESSING

Burn Stream Network into DEM

Fill Sinks (Planchon/Darboux, 2001)

Fill Sinks (QM of ESP)

Fill Sinks (Wang Liu)

Fill Sinks XXL (Wang Liu)

Flat Detection

Sink Drainage Route Detection

Sink Removal

PROFILES

Cross Profile

Flow Path Profile [interactive]

Profile [interactive]

Profile from points

Profiles from Lines

Swath Profile [interactive]

SLOPE STABILITY

ANGMAP

SAFETYFACTOR

SHALSTAB

TOBIA

WEDGEFAIL

WETNESS

TERRAIN CLASSIFICATION

Curvature Classification

Fuzzy Landform Element Classification

Morphometric Features

Surface Specific Points

TPI Based Landform Classification

Terrain Surface Classification

(Iwahashi and Pike)

Valley and Ridge Detection

(Top Hat Approach)

BASIC TERRAIN ANALYSIS

Analytical Hillshading

Slope

Aspect

Plan Curvature

Profile Curvature

Convergence Index

Closed Depression

Total Catchment Area

Topographic Wetness Index

LS-Factor

Channel Network Base Level

Channel Network Distance

Valley Depth

Relative Slope Position

источник: данные автора.

нескольких модулей обработки: Aspect, Terrain Ruggedness Index (используются для выражения величины перепада высот между соседними ячейками DEM) и Analytical Hillshading. На дорогах грунтового типа помимо уже названных индексов хорошая идентификация выбоин отмечается на результатах обработки модуля convergence index даже при использовании исходной ЦММ, построенной на снимках с высотного диапазона 50 м. Результаты показаны в табл. 8.

Пролом — полное разрушение дорожной одежды на всю толщину с резким искажением поперечного профиля. Наблюдается на всех типах покрытий. В выборке не удалось зафиксировать пример пролома, однако можно считать, что их идентификация возможна с помощью тех же модулей, которые использовались при выбоинах. Проломы большого диаметра ожидаемо будут идентифицироваться многими модулями даже при съемке с высотного диапазона 100 м.

Просадка — резкое искажение профиля покрытия, которое имеет вид впадины с округлой поверхностью. На покрытиях, содержащих органическое вяжущее, просадка нередко сопровождается сеткой трещин. Этот вид локальных нарушений дорожного полотна зафиксирован и идентифицирован с высотного диапазона 50 м, однако заметен уже довольно слабо (на высоте 100 м и более невозможно верифицировать выбоины на ЦММ и результатах постобработки, кроме случаев очень крупных разрушений). На основе результатов обработки в ПО SAGA GIS просадки на асфальтированном дорожном покрытии неплохо отмечаются при использовании модулей Analytical Hillshading и Vector Terrain Ruggedness.

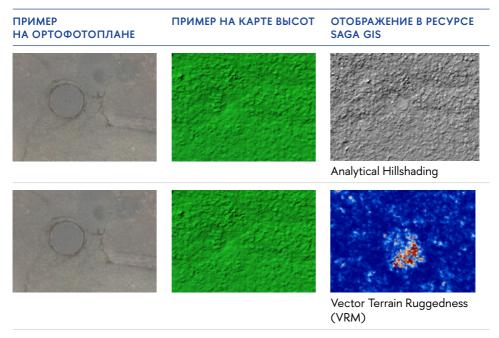
Волны — закономерное чередование на покрытии вдоль дороги впадин и гребней. Отмечаются на покрытиях, содержащих органическое вяжущее, а также на гравийных покрытиях, которые не обработаны вяжущим. Чаще всего встречаются в местах стоянок транспортных средств, вблизи пересечений на одном уровне, на крутых спусках. Такие локальные нарушения дорожного полотна зафиксированы и идентифицированы с высотного диапазона 50 м как на асфальтовом покрытии (на примере дорожного полицейского), так и на грунтовом. На основе результатов обработки ЦММ в ПО SAGA GIS волны на асфальтированном дорожном и грунтовом покрытиях наблюдаются на результатах обработки модулей Analytical Hillshading, Slope и Aspect.

Колея (колейность) — искажение поперечного профиля дорожного или грунтового покрытия, возникает из-за появления остаточных деформаций в рабочем слое земляного полотна, несвязных слоях основания и самом покрытии. Под воздействием движения остаточные деформации суммируются, что сопровождается ростом глубины колеи и высоты выпора покрытия по краям колеи. Этот вид местных нарушений дорожного полотна зафиксирован и идентифицирован с высотных диапазонов 30 и 50 м

mаблица 8. Результаты идентификации выбоин после постобработки в ПО SAGA GIS

ПРИМЕР НА ОРТОФОТОПЛАНЕ	ПРИМЕР НА КАРТЕ ВЫСОТ	OTOБРАЖЕНИЕ В РЕСУРСЕ SAGA GIS
0		Aspect
		Terrain Ruggedness Index
		Analytical Hillshading
		Convergence Index

mаблица 9. Результаты идентификации просадок после постобработки в ПО SAGA GIS



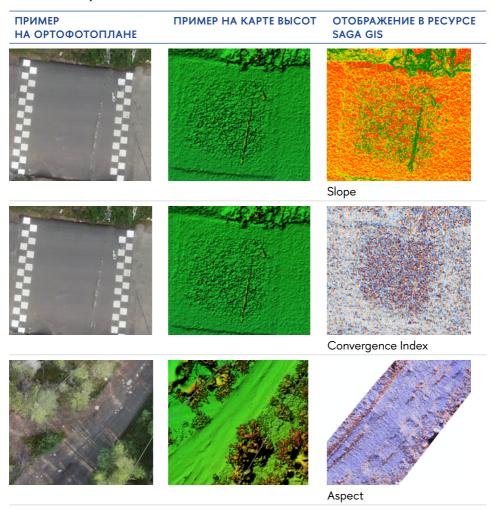
источник: данные автора.

(на высоте 100 м и более почти невозможно верифицировать выбоины на ЦММ и результатах постобработки). Исходя из результатов обработки ЦММ в ПО SAGA GIS, колейность на асфальтированном дорожном покрытии хорошо отмечается на результатах довольно многих модулей обработки, связанных с уклоном, кривизной и некоторыми другими характеристиками: Slope, Real Surface Area, Entropy, Catchment Area, Catchment Slope, Morphometric Features, Plan Curvature, Topographic Wetness Index. На дорогах грунтового типа колея также детектируется с помощью модулей Aspect, Topographic Wetness Index, ANGMAP. На зимниках колейность выделяется индексами Slope, Aspect, Curvature, Convergence Index.

Гребенки — нарушение ровности в виде чередования поперечных выступов и углублений с плавными очертаниями переходов. Является следствием возникновения в материале покрытия недопустимых сдвигающих напряжений, низкой сдвигоустойчивости материала покрытия, воздействия повышенной положительной температуры, повышенной влажности материала покрытия (дороги с переходными и низшими типами покрытий).

Гребенки отличаются от волн размером чередования: обычно они имеют ширину колеса автомобиля. Гребенки возникают на грунтовых дорогах; на асфальтобетонных покрытиях это почти невозможно. Этот вид локаль-

mаблица 10. Результаты идентификации волн после постобработки в ПО SAGA GIS



источник: данные автора.

ных нарушений дорожного полотна зафиксирован с высотного диапазона 50 м на грунтовом покрытии. На основе результатов обработки ЦММ в ПО SAGA GIS волны идентифицируются (не особенно хорошо) с помощью модуля Topographic Wetness Index.

Необработанные места выпотевания вяжущего — излишек вяжущего на поверхности покрытия с изменением его текстуры и цвета. Это не влияет на морфометрические характеристики дорожного полотна, поэтому не опознается на картах высот. При съемке в оптическом диапазоне последующей обработке по представленной методике не подлежит.

 $m\alpha\delta$ лица 11. Результаты идентификации колейности после постобработки в ПО SAGA GIS

ПРИМЕР НА ОРТОФОТОПЛАНЕ	ПРИМЕР НА КАРТЕ ВЫСОТ	OTOБРАЖЕНИЕ В РЕСУРСЕ SAGA GIS
		Slope
		Real Surface Area
		A STATE OF THE STA
		Catchment area
		Catchment slope
		Entropy
		Morphometric features

ПРИМЕР ПРИМЕР НА КАРТЕ ВЫСОТ ОТОБРАЖЕНИЕ В РЕСУРСЕ НА ОРТОФОТОПЛАНЕ SAGA GIS Plan Curvature Topographic Wetness Index Slope Aspect + Topographic Wetness Index + ANGMAP Slope + Aspect + Curvature + Convergence Index

mаблица 12. Результаты идентификации гребенок после постобработки в ПО SAGA GIS

ПРИМЕР НА ОРТОФОТОПЛАНЕ

ПРИМЕР НА КАРТЕ ВЫСОТ ОТОБРАЖЕНИЕ В РЕСУРСЕ SAGA GIS

Торographic Wetness Index

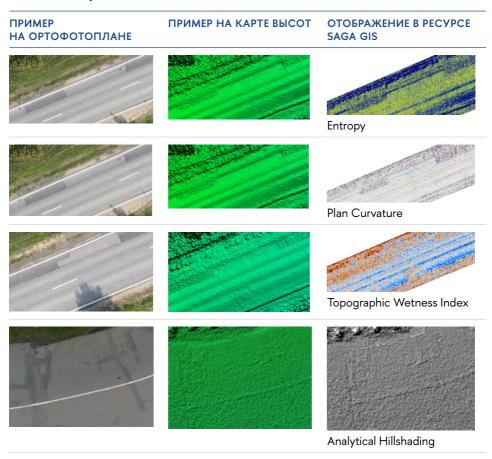
источник: данные автора.

Неровность ямочного ремонта — повышение или понижение ремонтного материала относительно поверхности дорожного покрытия в местах проведения ремонта — образуется из-за неправильной технологии ремонта. Этот вид локальных нарушений дорожного полотна зафиксирован и идентифицирован с высотных диапазонов 30 и 50 м (на высоте 100 м и более неровности ямочного ремонта верифицировать на ЦММ и результатах постобработки довольно тяжело при небольших превышениях). Исходя из результатов работ в ПО SAGA GIS, неровности ямочного ремонта на асфальтированном дорожном покрытии хорошо отмечаются на результатах нескольких модулей обработки: Entropy, Plan Curvature, Topographic Wetness Index, Analytical Hillshading.

Трещина — наиболее частая деформация покрытий дорог с нежесткими дорожными одеждами, провоцирует возникновение вторичных серповидных трещин и последующее появление выбоин, сквозные трещины (преимущественно температурные) со временем все больше раскрываются и способствуют снижению прочности дорожной конструкции. Местные нарушения дорожного полотна этого вида зафиксированы на высотных диапазонах 30 и 50 м (на высоте 100 м и более трещины верифицировать на ЦММ и результатах постобработки возможно в зависимости от пространственного разрешения и размеров трещин). На основе результатов обработки ЦММ в ПО SAGA GIS трещины на асфальтированном дорожном покрытии хорошо отмечаются на результатах модулей Analytical Hillshading, Plan Curvature и Profile Curvature.

Сетка трещин — взаимопересекающиеся продольные, поперечные и криволинейные трещины, делящие поверхность ранее монолитного

mаблица 13. Результаты идентификации неровностей ямочного ремонта после постобработки в ПО SAGA GIS



покрытия на ячейки. Воздействие транспортных средств и негативные погодно-климатические условия являются основными факторами, способствующими появлению трещин на поверхности дорожного покрытия. Данный вид локальных нарушений дорожного полотна зафиксирован и идентифицирован с высотного диапазона 50 м. На основе результатов обработки ЦММ в ПО SAGA GIS сетки трещин на асфальтированном дорожном покрытии детектируются с помощью модуля Aspect.

Занижение обочины и растительной полосы — участки обочины или разделительной полосы, которые не отделены от проезжей части бордюром, заниженные относительно прилегающей кромки проезжей части в местах их сопряжения. Такие нарушения дорожного полотна зафиксированы и идентифицированы с высотных диапазонов 30 и 50 м.

mаблица 14. Результаты идентификации трещин после постобработки в ПО SAGA GIS

ПРИМЕР ПРИМЕР НА КАРТЕ ВЫСОТ ОТОБРАЖЕНИЕ В РЕСУРСЕ НА ОРТОФОТОПЛАНЕ SAGA GIS Analytical Hillshading Plan Curvature Profile Curvature Analytical Hillshading

источник: данные автора.

mаблица 15. Результаты идентификации сеток трещин после постобработки в ПО SAGA GIS

ПРИМЕР НА ОРТОФОТОПЛАНЕ

ПРИМЕР НА КАРТЕ ВЫСОТ ОТОБРАЖЕНИЕ В РЕСУРСЕ SAGA GIS

Aspect

Исходя из результатов обработки ЦММ в ПО SAGA GIS, занижение обочины и растительной полосы на дорожном покрытии хорошо отмечаются на результатах довольно многих модулей обработки, связанных с уклоном, кривизной и некоторыми другими характеристиками: Slope, Entropy, Catchment Slope, Plan Curvature, Topographic Wetness Index, ANGMAP.

Повреждения обочин с дорожной одеждой переходного типа и разделительных полос — разрушения дорожной одежды в виде отдельных просадок, выбоин или колей. Данный вид местных нарушений дорожного полотна зафиксирован и идентифицирован с высотного диапазона 50 м. На основе результатов обработки ЦММ в ПО SAGA GIS повреждения обочин с дорожной одеждой переходного типа и разделительных полос на дорожном полотне отмечаются с помощью индекса Slope.

Отдельная выбоина или пролом на укрепленной части обочины, краевых полосах или полосах безопасности — деформация дорожной одежды или разрушение покрытия капитального или облегченного типов в виде углублений без выпучивания и образования трещин на прилегающих участках. Этот вид местных нарушений дорожного полотна зафиксирован и идентифицирован с высотного диапазона 50 м. На основе результатов обработки ЦММ в ПО SAGA GIS отдельная выбоина или пролом на укрепленной части обочины, краевых полосах или полосах безопасности на асфальтированном дорожном покрытии хорошо отмечается на результатах модулей Analytical Hillshading, Terrain Ruggedness Index.

таблица 16. Результаты идентификации занижений обочин и растительной полосы после постобработки в ΠΟ SAGA GIS

ПРИМЕР НА САРТЕ ВЫСОТ ОТОБРАЖЕНИЕ В РЕСУРСЕ SAGA GIS Entropy +Catchment Slope + Plan Curvature + Topographic Wetness Index + Slope ANGMAP

+Slope

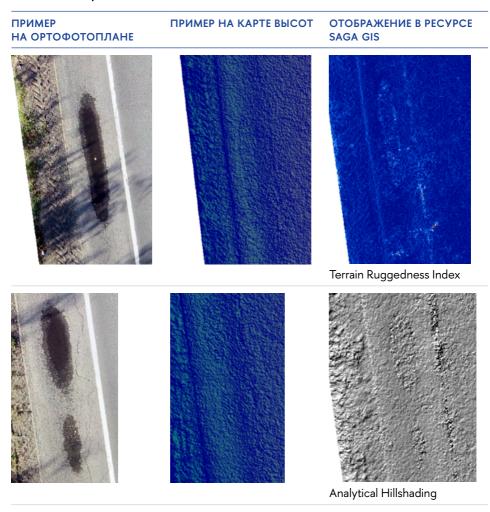
источник: данные автора.

mаблица 17. Результаты идентификации повреждения обочин с дорожной одеждой переходного типа и разделительных полос после постобработки в ПО SAGA GIS



источник: данные автора.

mаблица 18. Результаты идентификации отдельной выбоины или пролома на укрепленной части обочины, краевых полосах или полосах безопасности после постобработки в ПО SAGA GIS



Результатом анализа идентификации дорожных дефектов стали таблицы взаимосвязи высот съемки на БПЛА и выявления с них дорожных дефектов разных типов (таб. 19) и зависимости подходящего модуля обработки ПО SAGA GIS для работы с дорожными нарушениями различных классификаций (таб. 20).

 $m\alpha 6\pi u u u 19$. Взаимосвязь высотных диапазонов съемки с идентификацией дорожных нарушений различных типов

дефект дорожного	высотные эц	ЈЕЛОНЫ	
ПОКРЫТИЯ	30M	50M	100M
Выбоина	+	+	_
Пролом	+	+	+
Просадка	+	+	_
Волна	+	+	+
Гребенки	+	+	+
Колеи	+	+	_
Нервности ямочного ремонта	+	+	_
Сетка трещин	+	+	_
Трещина	+	+	_
Дефект обочины	+	+	+

mаблица 20. Взаимосвязь модулей обработки ПО SAGA GIS и идентифицируемых с их помощью дорожных нарушений

МОДУЛЬ ОБРАБОТКИ В ПО SAGA GIS	Выбоина	Пролом	Просадка	Волна	Колеи	Гребенки	Нервности ямочного ремонта	Сетка трещин	Трещина	Дефект обочины
Analitic Hillshading	+	+	+				+		+	+
Slope				+	+					+
Aspect	+	+		+	+			+		
Plan Curvation					+		+		+	+
Convergence Index	+	+		+	+	+				
Total Catchment Area										
Topographic Wetness Index					+	+	+			+
Channel Network Distance										
Morphometric Features					+					

МОДУЛЬ ОБРАБОТКИ В ПО SAGA GIS	Выбоина	Пролом	Просадка	Волна	Колеи	Гребенки	Нервности ямочного ремонта	Сетка трещин	Трещина	Дефект обочины
Terrain Ruggedness Index	+	+								+
ANGMAP					+					+
Real Surface Area					+					
Catchment Area					+					
Catchment Slope					+					+
Entropy					+		+			+
Channel Network Distance										+
Vector Terrain Ruggedness			+							
Profile Curvature									+	

^{2.4} Оценка мероприятий по устранению дефектов и затрат на их проведение

Дорожно-строительные компании каждый год осуществляют большой объем работ по содержанию и ремонту автомобильных дорог. Некоторые работы проводятся систематически на всей длине дороги, другие — периодически на отдельных изношенных участках. Эти работы выполняются для обеспечения безостановочного безопасного движения автомобилей с нормативными скоростями и весовыми нагрузками. При этом большое внимание уделяется уходу за дорогой, выявлению и систематическому своевременному устранению мелких повреждений, чтобы не допускать их перерастания в более крупные. Исходя из «Классификации работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования», утвержденной Государственной службой дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации от 03.01.2002 года, планируются работы по содержанию и ремонту автомобильных дорог общего пользования. Согласно этой классификации, возможны следующие виды работ: капитальный ремонт, ремонт и содержание.

Ремонтные работы предлагаются и назначаются на основе оценки прочности и состояния дорожного покрытия с учетом транспортно-экс-плуатационных показателей. Характер и объем ремонтных работ опреде-

ляется на основе исследования дороги весной, когда выявляются деформации и разрушения, которые необходимо устранить для обеспечения нормальной работы дороги в летний период. Состояние дороги оценивается на каждом километре. Общее состояние дороги оценивается эксплуатационным коэффициентом обеспеченности расчетной скорости, и если он меньше 1, то необходимо выяснить причины снижения скорости по сравнению с расчетной.

Автомобильная дорога нуждается в полноценном ремонте, если общие дефекты и нарушения составляют от 12 до 15%. При меньшем количестве дефектов и деформаций (в том числе трещин, выбоин, просадок) прибегают к ямочному ремонту. Он обеспечивает более безопасные условия движения по дорогам. Стоимость ямочного ремонта составляет примерно 600-650 рублей на 1 m^2 . Стоимость прокладки асфальта — 450-500 рублей на 1 m^2 , однако пространственная дифференциация ям составляет намного меньшую площадь, чем полная прокладка асфальтового покрытия, которая необходима при наличии колейности.

Заключение

Технология аэрофотосъемки с помощью беспилотных летательных аппаратов представляет собой наилучший способ анализа состояния дорожной сети. Высокое пространственное разрешение позволяет выполнять моделирование всех структурных элементов дорожной сети и получать большую часть необходимых диагностических параметров. В рамках исследования с помощью модулей и индексов ПО SAGA GIS было произведено извлечение диагностических показателей колейности, выявление выбоин и других типов дефектов дорожного полотна, преобладающих в Российской Федерации. Обработанные и преобразованные в ПО данные аэрофотосъемки — отличные материалы для идентификации и классификации дорожных нарушений. К выявленным недостаткам БПЛА съемки следует отнести сравнительно малый (по сравнению, например, со спутниковой съемкой) пространственный охват и достаточно высокую стоимость полевых работ. Тем не менее достоинства этой технологии существенно превосходят недостатки.

Источники

- 1. Elkins G.E. et αl. Pavement Remaining Service Interval Implementation Guidelines. United States. Federal Highway Administration. Office of Infrastructure Research and Development, 2013. №. FHWA-HRT-13-050.
- Laurent J. et al. Using 3D Laser Profiling Sensors for the Automated Measurement of Road Surface Conditions // 7th RILEM International Conference on Cracking in Pavements. Dordrecht: Springer, 2012. P. 157–167.
- 3. Sayers M.W. The International Road Roughness Experiment: Establishing Correlation and a Calibration Standard for Measurements. University of Michigan, Ann Arbor: Transportation Research Institute, 1986.
- 4. *Shαhin M.Y.* Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots. New York: Springer, 1994.
- 5. Булдаков С.И., Силуков Ю.Д., Малиновских М.Д. Содержание и ремонт автомобильных дорог. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017.
- 6. ГОСТ 32825-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Дорожные покрытия. Методы измерения геометрических размеров повреждений. Введ. 2015-07-01. М.: Изд-во стандартов, 2015.
- 7. ГОСТ 50597-2017. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля Введ. 2017-09-26. М.: Изд-во стандартов, 2017.
- 8. Свод правил 78.13330.2012. Автомобильные дороги. Введ. 2013-07-01. М.: Изд-во стандартов, 2013.
- 9. Федеральный закон № 257. Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации. Введ. 2007-11-08. М.: Изд-во стандартов, 2007.
- 10. Флоринский И. В. Иллюстрированное введение в геоморфометрию // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. 2016. Т. 11. \mathbb{N}^{0} . 1. С. 18.

Влияние проекта хордовых магистралей Москвы на стоимость недвижимости

СЛИВАЕВА Алиса Вячеславовна, магистрантка Высшая школа урбанистики имени А.А. Высоковского ФГРР НИУ ВШЭ avslivaeva@edu.hse.ru

Статья посвящена оценке влияния проекта хордовых магистралей Москвы на стоимость недвижимости. Основным методом исследования стала гедонистическая регрессионная модель с модификацией «разность разностей». Данные для анализа взяты на портале ЦИАН за три периода: 2013 (до строительства хорд), 2015 (во время строительства) и 2018 (после) годы. Модель строилась как на общей выборке, так и на подвыборках с разным числом комнат и стоимостью жилья ниже медианы и выше. В результате удалось подтвердить выдвинутую гипотезу об отрицательном эффекте проекта как на общей выборке, так и на подвыборках с несколькими исключениями. Полученные выводы согласуются с существующими исследованиями, описывающими негативное влияние проектов автодорожной инфраструктуры на стоимость недвижимости. Ограничением данной работы является то, что ключевые коэффициенты отражают лишь попадание объекта недвижимости в зону влияния хорд в радиусе 500 м, а не конкретный эффект от магистралей. Конкретизация эффектов изучаемого проекта может стать логичным продолжением данного исследования.

Ключевые слова:

гедонистическая модель регрессии; метод «разность разностей»; внешние эффекты от транспортных проектов; стоимость недвижимости; проект хордовых магистралей Москвы

Цитирование:

Сливаева А.В. Влияние проекта хордовых магистралей Москвы на стоимость недвижимости // Пространство, которое объединяет. Сборник работ студентов по теме городского, регионального и транспортного планирования. Москва: НИУ ВШЭ, 2023. С. 46-75.

Введение

Хордовые магистрали являются одним из ключевых проектов развития Москвы [13]. Данная система связывает периферийные районы города и разгружает дороги в центре и на ТТК. Кроме того, хорды выходят на МКАД, что также способствует снижению нагрузки на улично-дорожную сеть. На данный момент некоторые из магистралей уже построены (СВХ, СЗХ), а часть из них находится на стадии строительства (ЮВХ, Южная рокада). Несмотря на это, уже сейчас возможно измерить эффекты от проекта хордовых магистралей.

При оценке эффектов транспортной инфраструктуры обычно принимаются во внимание прямые издержки, которые можно рассчитать без особых трудностей. Например, к ним относятся как затраты на строительство, так и заработная плата сотрудников, участвующих в данном проекте. Однако не менее важными и более неоднозначными для расчета являются внешние эффекты. Они представляют собой издержки для тех, кто может не использовать транспортное средство, но вынужден платить за последствия от его использования другими. Такие экстерналии бывают как положительными (повышение качества жизни, снижение времени в пути), так и отрицательными (травматизм в результате ДТП, загрязнение воздуха, шумовое загрязнение) [27].

Одним из наиболее значимых внешних эффектов является изменение стоимости недвижимости [34], что станет фокусом данного исследова-

ния. Этот эффект представляет особый интерес для изучения, поскольку он влияет не только на благосостояние отдельных индивидов, но и на городскую экономику в целом. С одной стороны, благодаря хордовым магистралям увеличивается транспортная доступность и связность улично-дорожной сети районов города. С другой стороны, возникающий шум и загрязнение могут влиять на качество жизни владельцев недвижимости, проживающих недалеко от магистралей. Следовательно, возникает вопрос об оценке эффектов данного проекта. В российских исследованиях подобная тема уже рассматривалась на примере железнодорожного транспорта [12], при этом хордовые магистрали (и автодорожные проекты в целом) пока не изучались с этой точки зрения. Соответственно, это открывает возможность для выявления новых характеристик транспортного проекта, реализуемого в настоящее время.

Возможно измерить экономический ущерб благосостоянию жителей близлежащих районов (в виде изменения цен на жилье) и экономике города (в виде недополученных налогов). Основная гипотеза исследования заключалась в том, что проект хордовых магистралей отрицательно влияет на стоимость недвижимости. В работе применялась гедонистическая модель регрессии с модификацией «разность разностей». Ее базой стали данные о недвижимости на портале ЦИАН за три периода (2013, 2015 и 2018 годы). Анализ был проведен в двух программах: статистические методы — в Python, а пространственный анализ — в QGIS.

Подходы к определению и измерению внешних эффектов от транспортной инфраструктуры

Оценка эффектов транспортных проектов зачастую проводится в экономико-математических исследованиях. Выбор в пользу определенного метода зависит от того, рассчитываются ли прямые издержки или косвенные (внешние). Прямые эффекты, которые довольно легко поддаются количественной оценке, можно рассчитать с помощью анализа совокупного экономического эффекта (Economic impact analysis), многофакторного анализа (Multi-criteria analysis) и анализа «затрат-выгод» (Cost-Benefit analysis, CBA) [15]. Также исследователи выделяют модификацию последнего метода с попыткой учесть общественный ущерб от проектов — анализ общественных «затрат-выгод» (Social Cost-Benefit analysis,

SCBA) [6]. Тем не менее оценка внешних эффектов не так однозначна, поскольку в качестве критериев для анализа можно заложить разные параметры, которые не всегда поддаются количественной оценке. Например, косвенные издержки можно рассматривать с точки зрения воздействия на следующие аспекты: окружение (климат, загрязнение), здоровье (продолжительность и качество жизни), мобильность (время в пути) [30]. Отдельно выделяется влияние на стоимость недвижимости [34], поскольку оно оказывает эффект как на экономику города в целом, так и на благосостояние отдельных экономических агентов. Теории городской экономики объясняют выбор расположения индивидов исходя из транспортных издержек. В целом считается, что чем дальше от центра находится недвижимость, тем ниже ее стоимость из-за снижения затрат на транспорт [17]. Это объясняется тем, что транспортные издержки растут пропорционально расстоянию. Однако эта теория критикуется за то, что расстояние объясняет лишь часть различий в стоимости жилья, поэтому в модель необходимо включить другие объясняющие факторы [29]. В качестве примера можно назвать характеристики жилья или окружающей инфраструктуры, речь о которых пойдет далее.

В зарубежной литературе есть много работ, которые посвящены оценке эффектов от различных (не только транспортных) проектов на материале изменения стоимости недвижимости. Этот объект исследования удобен тем, что в него можно заложить часть издержек, так как стоимость включает много факторов и нет необходимости оценивать вклад отдельного компонента. К тому же данные о недвижимости получить потенциально легче, чем информацию по уровню загрязнения или шума, которые замеряются далеко не везде. В методологическом плане в подобных исследованиях обычно используется гедонистическая регрессионная модель. Эта модель предполагает, что в стоимость жилья заложены характеристики, исходя из которых потребители делают свой выбор [41]. При этом данные атрибуты не могут продаваться по отдельности и именно в совокупности формируют рыночную стоимость недвижимости. Тем не менее с помощью модели возможно оценить вклад каждого из элементов. В общем виде уравнение гедонистической регрессии выглядит так [28]:

$$P_{i} = \alpha_{i} X_{i} + \beta_{i} Y_{i} + \gamma_{i} Z_{i} + \delta_{i} T_{i} + \epsilon_{i}$$

где P_i — стоимость недвижимости, X_i — группа количественных характеристик жилья, Y_i — качественные параметры недвижимости, Z_i — характеристики окружения, T_i — показатели транспортной доступности (могут включаться в характеристики окружения), ϵ — случайная ошибка.

Цена жилья задается в этом уравнении как зависимая переменная; помимо нее есть ряд независимых переменных, которые обычно делятся на три категории. Первая описывает количественные параметры недвижимости (X): этажность, площадь помещения, количество комнат и ванных [36]. Предикторы из второй группы включают качественные характеристики жилья (Y): возраст здания и материал постройки [42]. Третья категория переменных представляет особый интерес для исследования, поскольку она наиболее вариативна. Исходя из задач исследования и имеющихся данных в характеристиках окружения (Z) исследователи рассматривают разные параметры. Примерами могут быть экологические параметры, качество социальной инфраструктуры (например, учебных заведений), уровень преступности, занятости и плотности населения.

Одним из часто используемых параметров окружения является транспортная доступность, поскольку она обычно определяет потребительский выбор относительно съема или приобретения недвижимости [24]. К тому же она неразрывно связана с проектами транспортной инфраструктуры, если работы посвящены оценке их эффективности. Операционализация транспортной доступности также варьируется в зависимости от задач исследования. Это может быть как близость конкретных транспортных объектов [47], так и расстояние до остановки общественного транспорта или центра города [35]. Однако исследователи отмечают нелинейную зависимость цены от транспортной доступности, то есть сначала она до определенного момента растет, а затем начинает снижаться [7]. В связи с этим некорректно использовать само расстояние без преобразований его в квадратичную форму или создания фиктивных переменных. Последнее может выражаться в группировании расстояния по промежуткам: от 0 до 50 м, от 50 до 100 м и так далее. Помимо этого возможен вариант разделения выборки на части (например, по районам) и последующей оценки внешних эффектов в каждой подвыборке [10].

В литературе также выделяется группа исследований, посвященных оценке экологических факторов: загрязнения воздуха [31] и шумового загрязнения [26]. Считается, что качество воздуха является одним из параметров, который определяет выбор квартир в Москве [4]. Обычно авторы ставят экологические факторы «в противовес» транспортной доступности, тем самым пытаясь оценить компромисс, который возникает у покупателей квартир при выборе между ними. Другими словами, это означает, насколько агенты готовы пожертвовать ухудшением транспортной доступности с целью улучшения экологической обстановки, и наоборот. Такого рода исследования распространены за рубежом [24], в России же практически не проводились из-за отсутствия достаточного количества данных по уровню загрязнения. Одним из способов решения этой про-

блемы может стать использование усредненных показателей по административным районам или округам, что и было сделано в нескольких исследованиях [33; 3]. Результаты анализа подтвердили гипотезу авторов этих работ об отрицательном влиянии уровня загрязнения на стоимость жилья. Однако в настоящей работе к подобному решению невозможно прибегнуть, поскольку выборка наблюдений и так ограничена определенными районами с хордовыми магистралями и данных может быть недостаточно для формулирования достоверных выводов.

К другой категории переменных окружения относятся характеристики инфраструктуры (например, качества учебных заведений). Это связано с тем, что индивиды зачастую меняют место жительства или приобретают недвижимость в случае появления детей в семье. Так, например, изучая рынок жилой недвижимости в Перми, исследователи пришли к выводу о положительном влиянии высокого качества общеобразовательных школ на стоимость жилья [5]. Помимо образовательных учреждений в переменные окружения включают объекты торговли и социальной инфраструктуры, которые также вносят положительный вклад в стоимость недвижимости [7]. Однако все эти факторы являются вариативными, их выбор зависит от цели исследования. В этом отношении среди российских работ особенно выделяется исследование, где переменные, потенциально влияющие на стоимость жилья, определялись с помощью текстуального анализа объявлений на сайте ЦИАН [1]. Разработанный алгоритм выделял слова и словосочетания, которые могут стать значимыми предикторами цены. Авторы пришли к выводу, что важна близость не ко всем станциям метро, а именно к станциям старых линий. Другие значимые факторы, формирующие переменные благоустройства, включают в себя категории охраны и систем видеонаблюдения, которые довольно сложно измерить. Хотя параметры безопасности рассматривались и в других исследованиях, они в основном включали объективные параметры — статистику преступлений по районам или округам Москвы [14].

Что касается объектов исследования с применением метода гедонистической регрессии, то их список довольно разнообразен. Они необязательно относятся к транспортной инфраструктуре; это могут быть, например, мегапроекты, которые требуют больших вложений и вызывают особый интерес для изучения. В качестве примера можно назвать работы, посвященные оценке эффектов от спортивных арен [16; 44]. Их авторы пришли к выводу, что стадионы оказывают положительное влияние на стоимость недвижимости, однако в разных диапазонах. В первом исследовании он составляет 3000 м, а во втором — около 4000 м. Также эффекты могут оцениваться не только для стоимости жилой недвижимости, но и коммерческой, однако подобные исследования не так широко рас-

пространены. В одной статье, посвященной изучению аренды офисных помещений, изменение цен рассматривалось с учетом макроэкономических циклов: периодов стабильности, подъема и спада [2].

В транспортной области наиболее распространены исследования, связанные с эффектами от железнодорожных проектов, при этом их влияние может быть неоднозначным. Исследователи пришли к выводу, что железнодорожные станции могут повышать стоимость близлежащей недвижимости за счет улучшения транспортной доступности или привлечения розничной торговли [20]. Одновременно с этим негативные эффекты могут заключаться в ухудшении общей обстановки района и увеличении уровня преступности. Стоит отметить, что перенос полученных выводов на автодорожные проекты может быть некорректен из-за разного объема затрат на проекты и их специфики [39]. К тому же набор внешних факторов, определяющих стоимость недвижимости, неограничен и варьируется в работах. Поскольку необходимо учитывать специфику контекста исследования, за основу настоящей работы будут взяты преимущественно российские, а не зарубежные статьи. В модель обычно включают такие характеристики недвижимости, как площадь помещений (жилых и нежилых), тип и этажность здания, этаж квартиры, наличие ремонта, балкона и лифта [14]. Для упрощения анализа различные типы здания иногда группируют по крупным категориям: кирпичные и панельные дома [43]. В этом исследовании также использовались нетипичные переменные, отражающие характеристики продажи апартаментов и их статус. Кроме того, на стоимость квартир может влиять и более субъективный параметр — престижность, которая определяется автором по этажности дома и расположению квартиры на определенных этажах [8]. Например, суеверия в отношении «счастливых» квартир на 7-х этажах и «несчастливых» квартир на 13-х этажах могут определять поведение покупателей и застройщиков [21].

Оценивая эффекты, оказывающие влияние на жилую недвижимость, можно получить более детализированные результаты, если разделить общую базу на подвыборки. Это позволит выявить дополнительные закономерности, которые не всегда наблюдаются при построении общей модели. Основанием для разделения может стать расположение объектов в пространстве или их характеристики (количество комнат, этажность, год постройки здания). Например, автор выявил разное влияние железнодорожной станции на недвижимость в районах с высоким доходом и с низким [40]. Доход при этом измерялся путем отнесения домов к северу от железнодорожной линии к более доходным, а домов на юге — к менее доходным. Однако такое разделение может подойти далеко не для всех городов и зависит от их планировочной структуры. Помимо этого, влияние инфраструктурных объектов иногда различается в зависимости от размера города. Например, эффекты от высокоскоростной же-

лезной дороги между Шанхаем и Пекином наиболее значимы для недвижимости в средних и малых городах и в меньшей степени — для крупных городов [23]. Разделение выборки на город и пригород также было сделано в работе, оценивающей влияние железнодорожных станций в Пекине [25]. Результаты исследования показали, что в первом случае наблюдаемые эффекты были меньше, чем во втором. При этом сила воздействия варьируется в зависимости от расстояния между станциями и объектами недвижимости, пороговая граница которого — 600 м. Авторы аналогичной работы, где исследовалось влияние остановок скоростных автобусов на стоимость недвижимости, определяют зону воздействия в 300 м [22]. В связи с этим крайне важно корректно определить границы влияния объекта транспортной инфраструктуры на объекты недвижимости.

У метода гедонистической регрессии есть ограничение, связанное со смещением из-за пропущенных данных (omitted variable bias) [38]. В результате такого смещения полученные в ходе анализа оценки регрессионных коэффициентов являются несостоятельными и некорректными для интерпретации. Решением этой проблемы может стать использование данных о повторных продажах (repeat sales) для контроля эндогенности [48]. В таком случае применяется метод «разность разностей» (Difference-in-differences, DiD), который позволяет измерить эффекты при наличии наблюдений за несколько периодов. «Разность разностей» основывается на сравнении двух и более групп до и после интересующего исследователей события, тем самым оценивая разницу в показателях между этими группами [46]. Полученный коэффициент взаимодействия будет означать влияние на зависимую переменную именно вследствие интересующих изменений, а не других факторов. В общем виде уравнение модели выглядит следующим образом [32]:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_i T_{it} t + \rho T_{it} + \gamma T + \epsilon_{it}$$

где Y_{it} — зависимая переменная, α — константа, β — коэффициент, отражающий эффект взаимодействия между переменной изменений T_{it} и временем t, ρ — коэффициент, обозначающий изменение в зависимой переменной, обусловленное изучаемым событием, Y— коэффициент, отражающий изменение в зависимой переменной, обусловленное временным фактором, ϵ — случайная ошибка.

В российских работах метод «разность разностей» не использовался для изучения влияния на стоимость жилой недвижимости, однако было исследование, посвященное оценке эффективности транспортной политики [19]. Авторы рассматривали, как отмена штрафов за превышение скорости до 20 км/ч повлияла на паттерны поведения водителей. На основе данных о скорости в двух регионах за 2011–2013 годы был сделан вывод

о негативном влиянии этой политики, несмотря на всеобщую тенденцию к снижению скорости. Возможно, при измерении эффективности политики за более продолжительный, чем два года, период результаты могли бы измениться. Применение метода «разность разностей» для оценки эффектов от строительства стадиона можно найти в американском исследовании [44]. Автор использовал данные о недвижимости за три периода: до строительства стадиона, во время и после — и разделил зону воздействия на 1, 2 и 3 мили. В результате выяснилось, что чем ближе объект недвижимости к стадиону, тем сильнее проявляется повышение цены, и этот позитивный экономический вклад перевешивает негативные экстерналии для общества.

Методология оценки влияния проекта хордовых магистралей на стоимость недвижимости

Опираясь на проведенный обзор литературы, я приняла решение использовать гедонистическую модель регрессии с модификацией методом «разность разностей». Благодаря этому возможно оценить влияние проекта магистралей за несколько периодов: до строительства хорд, во время и после. В данном случае первым периодом будет 2013 год, когда хорды еще не были построены. Второй период — 2015 год, когда строились некоторые магистрали. Третий период — 2018 год, когда большинство хорд уже было построено.

Данные для анализа были взяты на портале ЦИАН, все объявления локализуются в Москве и частично в Московской области. Поскольку предполагается, что квартиры в округах Зеленоградский, Троицкий и Новомосковский в среднем отличаются от квартир в Москве, было принято решение исключить их из анализа по аналогии с тем, как это было сделано в работе [1]. В результате в датасете за 2013 год осталось 90 тыс. наблюдений, за 2015-й — 115 тыс. и за 2018-й — 55 тыс. Исходная база исследования содержит следующие переменные:

- yandex_address адрес,
- floor этаж, на котором находится квартира,
- floor_max этажность здания,
- name_short тип дома (по нескольким категориям: Б (блочный), Д (деревянный), К (кирпичный), И (индивидуальная планировка), М (монолитный), П (панельный), С (старый фонд)),
- year_release год постройки,
- area площадь в метрах,

- psqm стоимость за 1 кв. м,
- price стоимость продажи квартиры,
- room_type количество комнат,
- lat широта,
- Inq долгота.

Эти предикторы включены в компонент количественных и качественных параметров жилья. К первой группе относятся следующие переменные: этаж, на котором расположена квартира, этажность здания, площадь в метрах, количество комнат. Вторая группа включает тип дома и год постройки здания. Категория переменных окружения была ограничена хордовыми магистралями, поскольку в этом заключается основная цель исследования. Для этого была создана дамми-переменная, отражающая принадлежность дома к зоне влияния хорд (1 — относится, 0 — не относится). Зона была построена с помощью буферов в радиусе 500 м от магистралей. Этот показатель был определен на основе ряда аналогичных исследований, рассмотренных в обзоре литературы. При этом учитывался год строительства хорд: 2015 год был отмечен как процесс строительства

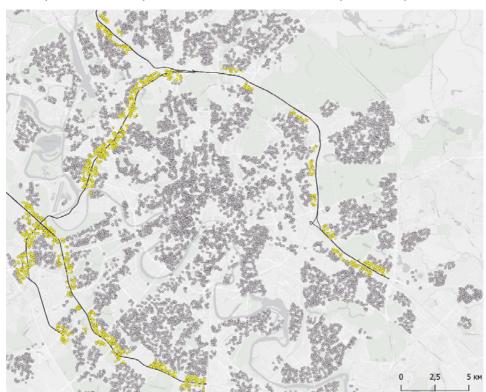


рис. 1. Наблюдения, относящиеся к зоне влияния хордовых магистралей источник: составлено автором на основе данных портала ЦИАН

для некоторых хорд, а 2018-й — уже как готовность. Для этого также были созданы соответствующие дамми-переменные: process — для 2015 года и ready — для 2018-го. Пространственное расположение наблюдений за 2018 год, которые попали в зону влияния хордовых магистралей, представлено на карте ниже.

Анализ был проведен с помощью двух программ. В Python я сделала основные расчеты, относящиеся к статистическим методам: обработка базы данных, преобразования переменных и непосредственно построение модели. QGIS использовался для пространственного анализа, а именно для определения принадлежности конкретного объекта недвижимости к зоне влияния хорд через построение буферных зон.

Ограничение источника данных заключается в том, что модель отражает только предложение на рынке недвижимости, в то время как реальная цена сделки неизвестна. Это накладывает определенные рамки на интерпретацию результатов. К ограничению метода «разность разностей» относится допущение о том, что изменения в зависимой переменной (стоимости жилья) с течением времени при отсутствии вмешательства были бы одинаковыми как в группе изменений, так и в контрольной группе [18]. Тем не менее выбранный метод представляется наиболее подходящим исходя из постановки цели исследования и имеющихся данных. После построения итоговой модели необходимо было провести тесты, которые применяются для диагностики регрессионных моделей: проверка гетероскедастичности, мультиколлинеарности, влияющих наблюдений и выбросов [45].

Анализ влияния проекта хордовых магистралей Москвы на стоимость недвижимости

Перед построением модели необходимо было сделать ряд преобразований данных. Для начала все датасеты были объединены в один с добавлением нового столбца, отражающего год наблюдений (2013, 2015 и 2018 годы). Данные были очищены от пропущенных значений по тем переменным, которые включены в модель. Также были удалены наблюдения с аномально низкими или, наоборот, высокими показателями по ключевым переменным (например, площадь квартиры, равная 1 кв. м).

Затем были созданы фиктивные переменные для категориальных предикторов, а именно типа дома, поскольку эту переменную некорректно включать в модель в исходном виде. В данном случае референтной группой выступили панельные здания (категория П). Были добавлены две би-

нарные переменные, отражающие год наблюдения для 2015 и 2018 годов, а 2013-й стал контрольной группой. Цены на недвижимость были приведены к 2018 году с учетом инфляции. Кроме того, поскольку зависимая переменная распределена ненормально, в моделях была использована ее логарифмическая форма. Это позволило сгладить распределение и получить более корректные результаты.

Первоначально была построена общая модель для всей выборки. Эта модель значима на уровне 1% и имеет достаточно высокий показатель R^2 , равный 0.752. Это означает, что модель объясняет около 75% вариации значений зависимой переменной, то есть цены недвижимости. Все предикторы, за исключением одной категории типа дома \mathcal{L} (деревянный), были значимы на уровне 1%. Поскольку эта переменная имеет крайне мало наблюдений (всего 26), она была исключена из модели. Построенная заново модель имела все значимые предикторы $(m\alpha 6n. 1)$.

Прежде всего нас интересует влияние хорд на стоимость недвижимости. В период строительства этот коэффициент равен -0.0123, а после строительства — -0.0283. Это значит, что стоимость жилья, относящегося к зоне влияния строящихся магистралей, в среднем на 0,12% ниже, чем в остальной части города. При этом стоимость жилья, относящегося к зоне влияния уже построенных магистралей, в среднем ниже на 0,28%. Это позволяет говорить о негативном вкладе хорд в стоимость недвижимости. Кроме того, стоит обратить внимание на эффект, оказываемый годом наблюдений, который достаточно разнится. Так, например, в 2015 году он составил 0.0735, а в 2018-м — 0.1276. То есть наблюдения 2018 года в среднем дороже на 1,3%, чем в 2013 году.

Перейдем к анализу других предикторов. Положительное влияние на стоимость недвижимости наблюдается у большинства переменных — этажа, на котором находится квартира, этажности здания, площади квартиры и количества комнат. То есть при увеличении данных показателей на один пункт цена жилья увеличивается в соответствии с коэффициентами их предикторов. При этом только год постройки здания имеет отрицательный эффект — следовательно, более новые здания, если сравнивать их со старыми, уменьшают стоимость недвижимости. Большинство типов постройки имеют положительный коэффициент, за исключением типа дома Б. Это означает, что блочные здания в среднем стоят на 0,72% дешевле, чем панельные (референтная группа).

Однако вызывают сомнения значения коэффициентов, которые характеризуют силу влияния предикторов на изменение стоимости жилья. Несмотря на то что они значимы на высоком уровне доверительной вероятности, сами по себе эти значения несущественны. С учетом того, что модель отражает предложение на рынке недвижимости, это может означать, что на момент 2018 года продавцы были не готовы снижать сто-

таблица 1. Коэффициенты модели 1

	COEFFICIENT	STD. ERROR	T-VALUE	P> T	[0.025	0.975]
intercept	24.0621	0.083	290.846	0.000	23.900	24.224
year_2015	0.0735	0.002	44.625	0.000	0.070	0.077
year_2018	0.1276	0.002	63.310	0.000	0.124	0.132
process	-0.0123	0.002	-6.083	0.000	-0.016	-0.008
ready	-0.0283	0.003	-10.200	0.000	-0.034	-0.023
process * year_2015	-0.0123	0.002	-6.083	0.000	-0.016	-0.008
ready * year_2018	-0.0283	0.003	-10.200	0.000	-0.034	-0.023
floor	0.0036	0.000	23.975	0.000	0.003	0.004
floor_max	0.0055	0.000	38.278	0.000	0.005	0.006
year_release	-0.0046	4.22e-05	-108.059	0.000	-0.005	-0.004
area	0.0104	2.82e-05	368.232	0.000	0.010	0.010
room_type	0.1388	0.001	128.176	0.000	0.137	0.141
name_short_Б	-0.0717	0.002	-30.443	0.000	-0.076	-0.067
name_short_И	0.1461	0.007	20.296	0.000	0.132	0.160
name_short_K	0.6312	0.006	104.419	0.000	0.619	0.643
name_short_M	0.4902	0.003	179.385	0.000	0.485	0.496
name_short_C	0.3513	0.006	60.706	0.000	0.340	0.363

имость жилья. При обращении к аналогичным исследованиям на российском [12] и зарубежном [44] рынках эффекты от строительства инфраструктурных объектов оцениваются примерно в той же размерности: коэффициенты равны –0.030 в первом случае и –0.070 во втором. Аналитики рынка недвижимости предполагают, что строительство магистралей незначительно влияет на стоимость жилья, особенно на вторичном рынке [9]. Этот факт связан с тем, что вдоль хорд обычно расположены объекты массового сегмента, где большую роль играет доступность остановок общественного транспорта, а не автодорог.

О достоверности коэффициентов можно говорить исходя из анализа стандартных ошибок. Если они малы относительно коэффициентов, то полученным результатам можно доверять. Судя по табл. 1, наибольшее значение стандартной ошибки, равное 0.083, у константы, которая состав-

ляет 24.0621. Его можно назвать незначительным показателем, который намного ниже коэффициента. Стандартные ошибки у других предикторов также минимальны по сравнению с соответствующими коэффициентами. Следовательно, можно утверждать, что полученные коэффициенты достаточно точны. Кроме того, достоверность результатов можно оценить по доверительным интервалам, которые отражают истинные значения коэффициентов регрессии и рассчитываются исходя из стандартных ошибок. В данном случае они имеют небольшой разброс, то есть полученные коэффициенты довольно точно описывают истинные значения.

Осталось провести диагностику модели (приложение 1). Тест на гетероскедастичность показал ее наличие, то есть расчет регрессионных коэффициентов может быть искажен. Также в данных присутствуют выбросы и влияющие наблюдения, попытка удалить которые была изначально предпринята. Для решения проблемы гетероскедастичности и выбросов в этой и дальнейших спецификациях были построены робастные модели. Они позволяют получить более качественные результаты, хотя на больших выборках эта проблема не так критична, как на маленьких [11]. Мультиколлинеарность в модели отсутствует — следовательно, нет предикторов, между которыми наблюдается связь.

Предварительно полученный результат согласуется с выводами исследований о негативных эффектах близости жилья к автострадам, которые связываются в основном с повышенным уровнем загрязнения и шума [37]. Кроме того, это может быть объяснено ухудшением качества жизни горожан в целом из-за близости к магистралям. Для проверки полученных коэффициентов были построены буферы с радиусами в 300 и 700 м (на 200 м в одну сторону и в другую). Выяснилось, что чем ближе объект недвижимости к хорде, тем выше коэффициент, отвечающий за отрицательное влияние хорды на его стоимость. То есть выявленный тренд в отношении негативных эффектов от магистралей сохраняется. При этом его достоверность можно проверить на подвыборках, на которые была разбита исходная база исследования. Для получения более детализированных выводов подвыборки были выделены по количеству комнат (1, 2, 3 и 4 комнаты) и стоимости жилья (ниже медианы и выше). Коэффициенты в этих моделях были стандартизованы, чтобы их можно было сравнивать. Рассмотрим все спецификации моделей подробнее.

Модели 2–5 соответствуют однокомнатным, двухкомнатным, трехкомнатным и четырехкомнатным квартирам. Во всех спецификациях, за исключением третьей, регрессионные коэффициенты значимы на уровне 1% (табл. 2). Получается, что эффект от хорд для двухкомнатных квартир не значим ни на каком приемлемом уровне вероятности. Это значит, что цена данных квартир не подвержена влиянию процесса строительства или готовности магистралей.

таблица 2. Коэффициенты моделей 2-5

	1 KOMHATA	2 КОМНАТЫ	3 КОМНАТЫ	4 КОМНАТЫ
process * year_2015	0.0155***	-0.0009	-0.0019***	-0.0996***
ready * year_2018	0.0138***	-0.0056	-0.0275***	-0.1336***

Примечание:

- *** значимость коэффициента на уровне 1%
- ** на уровне *5*%
- * на уровне 10%

Для однокомнатных квартир коэффициент выше во время строительства, чем после. При этом он еще и положительный, то есть в данном случае близость к магистралям увеличивает стоимость жилья. В других спецификациях коэффициенты согласуются с общей моделью: значение выше после строительства, влияние отрицательное. Для четырехкомнатных квартир наблюдается наибольший эффект от хордовых магистралей: коэффициенты составляют: -0.0996 для строительства и -0.1336 для построенных. То есть стоимость жилья, относящегося к зоне влияния строящихся магистралей, в среднем на 0,09% ниже, чем в остальной части города. В случае построенных магистралей данный показатель в среднем на 0,13% ниже, чем в остальной части города. Полученные значения коэффициентов можно объяснить тем, что многокомнатные квартиры в основном занимают большие семьи с детьми, в которых, вероятнее всего, уделяется значительное внимание экологической обстановке района. Следовательно, для данных объектов недвижимости влияние магистралей негативно.

mаблица 3. Стандартные ошибки и доверительные интервалы моделей 2, 4, 5

	1 KOM	IHATA		3 KOM	ІНАТЫ		4 KON	НАТЫ	
	Std. Error	[0.025	0.975]	Std. Error	[0.025	0.975]	Std. Error	[0.025	0.975]
process * year_2015	0.003	0.010	0.021	0.004	-0.010	0.006	0.011	-0.120	-0.079
ready * year_2018	0.004	0.006	0.022	0.005	-0.037	-0.018	0.013	-0.159	-0.108

источник: составлено автором.

Перейдем к анализу стандартных ошибок и доверительных интервалов (табл. 3). Для однокомнатных и трехкомнатных квартир они минимальны, а для четырехкомнатных — уже выше, что сопоставимо с более

высокими коэффициентами. Показатели в данной модели в целом выделяются из общей выборки, что может быть связано с небольшим количеством четырехкомнатных квартир в базе исследования. Диагностика моделей 2–5 повторила ситуацию с общей моделью (приложения 2–5). Наблюдается гетероскедастичность и выбросы, а мультиколлинеарность отсутствует.

После анализа эффектов на подвыборках квартир с разным числом комнат были построены модели 6–7, которые выделены на основании цены недвижимости ниже и выше медианы. Эта мера центральной тенденции была выбрана исходя из того, что она делит выборку на равные части, что позволяет провести более корректный анализ. Кроме того, на основании принадлежности к первой или второй группе можно сделать предположение о разном уровне дохода владельцев квартир.

таблица 4. Коэффициенты моделей 6-7

	ЦЕНА НИЖЕ МЕДИАНЫ	ЦЕНА ВЫШЕ МЕДИАНЫ
process * year_2015	0.0145***	-0.0362***
ready * year_2018	0.0181***	-0.0617***

источник: составлено автором

Примечание:

- *** значимость коэффициента на уровне 1%
- ** на уровне *5*%
- * на уровне 10%

Судя по табл. 4, влияние хордовых магистралей менее сильное на квартиры со стоимостью ниже медианы, чем на квартиры со стоимостью выше медианы. При этом направление эффекта в этих двух группах отличается. У более дешевых квартир наблюдается положительный коэффициент, то есть близость к магистралям в данном случае повышает стоимость жилья. Эффект для более дорогих квартир, как и в общей выборке, негативный, что можно объяснить потенциальной возможностью горожан с высоким доходом доплатить за более благоприятную экологическую обстановку. В связи с этим значение коэффициента от хорд в данном случае отрицательное.

Стандартные ошибки и доверительные интервалы в этих моделях так же малы, как и в предыдущих спецификациях ($m\alpha 6\pi$. 5). Это говорит о том, что полученные коэффициенты довольно точно объясняют модель. Результаты диагностики моделей 6–7 показали те же проблемы, что и в предыдущих спецификациях (npunoжehus 6-7). Присутствует гетероскедастичность и выбросы, отсутствует мультиколлинеарность.

таблица 5. Стандартные ошибки и доверительные интервалы моделей 6-7

	ЦЕНА НИ	же меди	ІАНЫ	ЦЕНА ВЫШЕ МЕДИАНЫ			
	Std. Error	[0.025	0.975]	Std. Error	[0.025	0.975]	
process * year_2015	0.001	0.012	0.017	0.003	-0.042	-0.030	
ready * year_2018	0.002	0.014	0.022	0.004	-0.069	-0.054	

Примечание:

- *** значимость коэффициента на уровне 1%
- ** на уровне 5%
- * на уровне 10%

Таким образом, в целом можно утверждать о негативном влиянии хордовых магистралей Москвы на стоимость недвижимости. Этот эффект наблюдается как на общей модели, так и на большинстве подвыборок, разделенных по количеству комнат, а также по стоимости жилья ниже медианы и выше. Из этого списка выделяется категория двухкомнатных квартир, для которой коэффициенты от хорд незначимы. Это значит, что для данных объектов недвижимости цена значимо не меняется в зависимости от близости к магистралям. Выявленный тренд отрицательного влияния не наблюдается на двух подвыборках: квартиры со стоимостью ниже медианы и однокомнатные квартиры. В данных случаях эффект от хорд положительный, то есть попадание в их зону влияния повышает стоимость жилья. Достоверность полученных коэффициентов в моделях подтверждается довольно низкими стандартными ошибками и «узкими» доверительными интервалами.

Неоднозначность эффектов от транспортных проектов подтверждалась в предыдущих исследованиях [20]. Это объясняется тем, что итоговый результат может зависеть от спецификации модели, количества наблюдений и выбора тех или иных объясняющих переменных. В связи с этим желательно как можно конкретнее заложить потенциальный эффект от проекта: изменение транспортной доступности, уровня загрязнения, шума. Однако в данном исследовании не представлялось возможным оценить экологические эффекты из-за отсутствия релевантных данных за выбранные периоды. Следовательно, с точки зрения интерпретации полученные выводы ограничены лишь принадлежностью объекта недвижимости к зоне влияния хорд в радиусе 500 м. То есть корректно утверждать об определенном влиянии магистралей на стоимость недви-

жимости, но его причину можно лишь предполагать. Возможность конкретизации эффектов от изучаемого проекта может стать логичным продолжением данного исследования.

Заключение

Цель данного исследования заключалась в оценке влияния проекта хордовых магистралей Москвы на стоимость недвижимости, и для ее достижения был выполнен ряд задач. Анализ подходов к определению внешних эффектов от транспортной инфраструктуры показал, что большинство работ посвящены объектам железнодорожной инфраструктуры, в то время как автодорожным проектам практически не уделялось внимания. На основе обзора литературы была выбрана методология, соответствующая цели исследования. Чаще всего в аналогичных работах применялась модель гедонистической регрессии, однако с учетом ее ограничений был выбран метод «разность разностей». Этот метод позволяет с течением времени оценить изменение целевой переменной в зависимости от интересующего исследователей события. Благодаря этому вместо построения трех моделей по трем временным периодам, была создана единая модель, в которой оценивались эффекты от хорд во время их строительства и после. 2013 год рассматривался как период до строительства магистралей, 2015-й — в процессе строительства, а 2018-й — уже после. Модель строилась как на общей выборке, так и на подвыборках с целью получения более детализированных результатов. В ходе анализа выяснилось, что эффекты на общей выборке в целом совпадают с эффектами на подвыборках с несколькими исключениями.

Полученные выводы позволяют подтвердить выдвинутую в начале исследования гипотезу о негативном влиянии проекта хордовых магистралей Москвы на стоимость недвижимости. На общей выборке выяснилось, что цена жилья, относящегося к зоне влияния строящихся и построенных магистралей, в среднем ниже на 0,12% и 0,28% соответственно. Хотя сами по себе эти значения несущественны, они согласуются с результатами аналогичных исследований по данной тематике в России и за рубежом, а также с комментариями аналитиков рынка недвижимости. Коэффициенты для категорий трехкомнатных и четырехкомнатных квартир подтверждают гипотезу об отрицательном эффекте хорд, а для однокомнатных — нет. Для них, в свою очередь, стоимость жилья выше на 0,15% для зоны влияния строящихся магистралей и на 0,13% — для построенных. На подвыборке двухкомнатных квартир коэффициент влияния хорд незначимый, то есть можно предположить неизменность цен этих квартир на фоне процесса строительства или готовности магистралей. Разделение объек-

тов недвижимости по стоимости ниже медианы и выше показало разнонаправленные эффекты. Так, для более дорогих квартир влияние более сильное, чем для дешевых, и оно отрицательное. Эффекты на подвыборке квартир с ценой ниже медианы положительные, то есть близость к магистралям в данном случае повышает стоимость недвижимости. Стандартные ошибки и доверительные интервалы во всех спецификациях малы, что позволяет говорить о достаточно высокой точности истинных значений коэффициентов регрессии. Однако диагностика моделей свидетельствует об определенных проблемах, которые были решены с помощью робастных коэффициентов.

В целом результаты согласуются с выводами немногочисленных исследований о негативном влиянии проектов автодорожной инфраструктуры на стоимость недвижимости. Тем не менее важно понимать вариативность эффектов в зависимости от определенных параметров квартир. Как выяснилось в данной работе, разделение на подвыборки по числу комнат и стоимости объекта недвижимости может привести к разным результатам. Что касается ограничений исследования, то необходимо сделать оговорку, что итоговая модель описывает предложение на рынке жилья, а не реальную цену сделки. Также при интерпретации результатов стоит учитывать тот факт, что коэффициенты хорд отражают только попадание объекта недвижимости в зону их влияния в радиусе 500 м, а не конкретный эффект от магистралей.

Дальнейшее исследование может заключаться в уточнении эффектов, так как в контексте данной работы некорректно говорить об определенных факторах хордовых магистралей, которые влияют на стоимость жилья. Тем не менее использованная методология была применена впервые в российских исследованиях по данной тематике, что может стать основой для будущих работ.

Источники

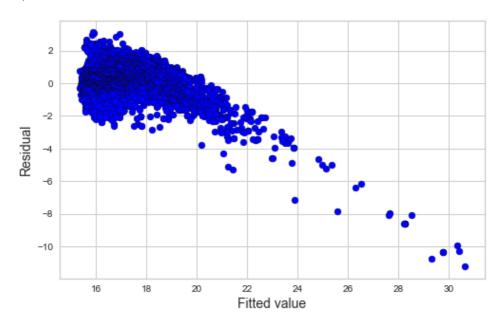
- 1. *Гончаров Г.И., Натхов Т.В.* Текстуальный анализ ценообразования на рынке московской жилой недвижимости // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2020. № 24 (1). С. 101–116.
- 2. Игнатенко А., Михайлова Т. Ценообразование на рынке аренды офисной недвижимости Москвы: гедонический анализ // Экономическая политика. 2015. № 10 (4). С. 156–177.
- 3. Катышев П.К., Хакимова Ю.А. Экологические факторы и ценообразование на рынке недвижимости (на примере г. Москвы) // Прикладная эконометрика. 2012. № 4 (28). С. 113–123.
- 4. *Катышев П.К.,* Эйсмонт О.А. Оценка эффективности экологических проектов на примере г. Москвы // Экономика и математические методы. 2010. № 46 (2). С. 23–34.
- 5. Ожегов Е.М., Косолапов Н.А., Позолотина Ю.А. О взаимосвязи между стоимостью жилья и характеристиками близлежащих школ // Прикладная эконометрика. 2017. № 3 (47). С. 28–48.
- Патракеева О.Ю. Модели оценки влияния транспортных проектов на экономическое развитие: методологические и прикладные особенности // Экономический анализ: теория и практика. 2018.
 № 5 (476). С. 871–885.
- 7. Попов А.А. Пространственно-временной анализ факторов ценообразования на рынке жилой недвижимости Москвы // Региональные исследования. 2014. № 4 (46). С. 70–79.
- 8. Салиева А.К. Эконометрическое моделирование влияния факторов на уровень цен на жилье в г. Оренбурге на основе географически взвешенной регрессии // Математическое моделирование в экономике, страховании и управлении рисками. Сборник материалов IV Международной молодежной научно-практической конференции: в 2-х томах. Т. 1. Саратов: Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, 2015. С. 211–216.
- 9. CBX: как запуск Северо-Восточной хорды повлиял на рынок новостроек Москвы // Новострой-М. Режим доступа: https://www.novostroy-m.ru/statyi/kak_zapusk_severovostochnoy_hordy (дата обращения: 13.01.2023).
- 10. *Сидоровых А.С.* Оценка влияния транспортной доступности на цены недвижимости // Прикладная эконометрика. 2015. № 1 (37). С. 43–56.

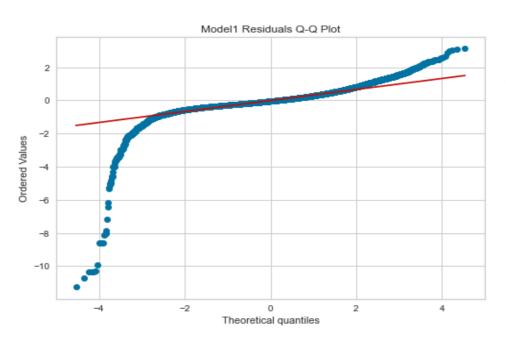
- 11. Смоляк С.А. Робастные методы построения регрессионных зависимостей в задачах стоимостной оценки // Вестник ЦЭМИ. 2019. № 1.
- 12. Стахно Д.В. Оценка влияния запуска Московского центрального кольца на арендные ставки жилой недвижимости. Городские исследования и практики. 2018. № 3 (2). С. 27–69.
- 13. Строительство хорд. Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы // Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы. Режим доступа: https://stroi.mos.ru/road/stroitiel-stvo-khord (дата обращения: 15.01.2023).
- 14. *Чугунов Д.Ю.* Влияние факторов качества образования и социального окружения на стоимость жилья в Москве // Журнал Новой экономической ассоциации. 2013. № 17. С. 87–112.
- 15. Шульц Д.Н., Лавриненко П.А. Оценка экономических эффектов снижения транспортных издержек на основе DSGE-моделирования // Проблемы прогнозирования. 2020. № 5 (182). С. 120–132.
- 16. Ahlfeldt G.M., Maennig W. Impact of sports arenas on land values: Evidence from Berlin // The Annals of Regional Science. 2010. No. 44 (2). P. 205–227.
- 17. Alonso W. Location and Land Use. Cambridge: Harvard University Press, 1964.
- 18. Bertrand M., Duflo E., Mullainathan S. How much Should We Trust Differences-in-differences Estimates? // The Quarterly Journal of Economics. 2004. 119 (1). P. 249–275.
- 19. Bhalla K., Paichadze N., Gupta S., Kliavin V., Gritsenko E., Bishai D., Hyder A. A. Rapid Assessment of Road Safety Policy Change: Relaxation of the National Speed Enforcement Law in Russia Leads to Large Increases in the Prevalence of Speeding // Injury Prevention. 2015. No. 21 (1). P. 53–56.
- 20. Bowes D.R., Ihlanfeldt K.R. Identifying the Impacts of Rail Transit Stations on Residential Property Values // Journal of Urban Economics. 2001. No. 50 (1). P. 1–25.
- 21. Burakov D. Do Discounts Mitigate Numerological Superstitions? Evidence from the Russian Real Estate Market // Judgment and Decision Making. 2018. No. 13 (5). P. 467–470.
- 22. Cervero R., Kang C.D. Bus Rapid Transit Impacts on Land Uses and Land Values in Seoul, Korea // Transport policy. 2011. No. 18 (1). P. 102–116.

- 23. Chen Z., Haynes K.E. Impact of High-Speed Rail on Housing Values: An Observation from the Beijing–Shanghai Line // Journal of Transport Geography. 2015. No. 43. P. 91–100.
- 24. Da Schio N., Boussauw K., Sansen J. Accessibility Versus Air Pollution: A Geography of Externalities in the Brussels Agglomeration // Cities. 2019. No. 84. P. 178–189.
- 25. *Dai X., Bai X., Xu M.* The Influence of Beijing Rail Transfer Stations on Surrounding Housing Prices // Habitat International. 2016. No. 55. P. 79–88.
- 26. Danielis R., Marcucci E., Rotaris L. Households Choice of Residential Location: A Trade-Off among Accessibility, Air Pollution and Noise // XXVIII conferenza italiana di Scienze Regionali, 2007.
- 27. European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, Essen H., Fiorello D., El Beyrouty K. et al. Handbook on the External Costs of Transport: Version 2019–1.1. Publications Office, 2020.
- 28. Diewert W.E. Hedonic Regressions. A Consumer Theory Approach // Scanner Data and Price Indexes. 2003. P. 317–348.
- 29. Glaeser E.L. The Economics Approach to Cities. Nber Working Paper Series. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2007.
- 30. Gössling S., Choi A., Dekker K., Metzler D. The Social Cost of Automobility, Cycling and Walking in the European Union // Ecological Economics. 2019. No. 158. P. 65–74.
- 31. Higgins C.D., Adams M.D., Réquia W.J., Mohammed M. Accessibility, Air Pollution, and Congestion: Capturing Spatial Trade-Offs from Agglomeration in the Property Market // Land Use Policy. 2019. No. 84. P. 177–191.
- 32. Khandker S.R., Koolwal G.B., Samad H.A. Handbook on Impact Evaluation: Quantitative Methods and Practices. Washington: World Bank Publications, 2009.
- 33. Komarova V. Valuing Environmental Impact of Air Pollution in Moscow with Hedonic Prices // World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering. 2009. No. 3. P. 1756–1763.
- 34. *Litman T.* Land Use Impact Costs of Transportation // World Transport Policy and Practice. 1995. No. 1 (4). P. 9–16.
- 35. Magnus J., Peresetsky A. The Price of Moscow Apartments // Прикладная эконометрика. 2010. No. 1 (17). P. 89–105.

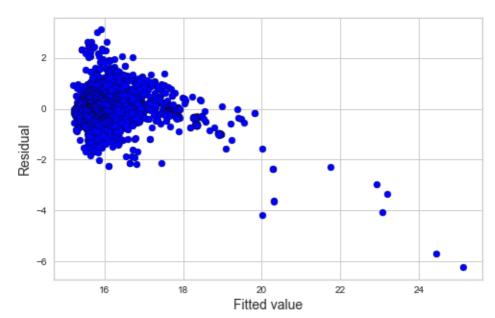
- 36. *Malpezzi S.* Hedonic Pricing Models: A Selective and Applied Review // Housing Economics and Public Policy. 2003. No. 1. P. 67–89.
- 37. Mathur S., Ferrell C. Measuring the Impact of Sub-Urban Transit-Oriented Developments on Single-Family Home Values // Transportation Research Part A: Policy and Practice. 2013. No. 47. P. 42–55.
- 38. McMillen D.P. Issues in Spatial Data Analysis // Journal of Regional Science. 2010. No. 50 (1). P. 119–141.
- 39. Mikelbank B.A. Spatial Analysis of the Relationship Between Housing Values and Investments in Transportation Infrastructure // The Annals of Regional Science. 2004. No. 38. P. 705–726.
- 40. *Nelson A.C.* Effects of Elevated Heavy-Rail Transit Stations on House Prices with Respect to Neighborhood Income. Transportation Research Record. 1992. No. 1359.
- 41. Rosen S. Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition // Journal of Political Economy. 1974. No. 82 (1). P. 34–55.
- 42. Sirmans S., Macpherson D., Zietz E. The Composition of Hedonic Pricing Models // Journal of Real Estate Literature. 2005. No. 13 (1). P. 1–44.
- 43. Toda Y., Nozdrina N., Maddala G.S. The Auction Price of Apartments in Moscow: Hedonic Estimation in Disequilibrium // Economics of Planning. 1998. No. 31 (1). P. 1–14.
- 44. *Tu C.C.* How Does a New Sports Stadium Affect Housing Values? The Case of Fedex Field // Economics. 2005. No. 81 (3). P. 379–395.
- 45. Welsch R.E., Kuh E. Linear Regression Diagnostics. National Bureau of Economic Research. 1977. No. 173.
- 46. Wooldridge I., Imbens G. Difference-in-differences estimation. Lecture notes. 2007. No. 10.
- 47. Yang L., Chu X., Gou Z., Yang H., Lu Y., Huang W. Accessibility and proximity effects of bus rapid transit on housing prices: Heterogeneity across Price Quantiles and Space // Journal of Transport Geography. 2020. No. 88. P. 102850.
- 48. Zhu X., Qian T., Wei Y. Do High-Speed Railways Accelerate Urban Land Expansion in China? A Study Based on the Multi-Stage Difference-In-Differences Model // Socio-Economic Planning Science. 2020. No. 71. P. 100846.

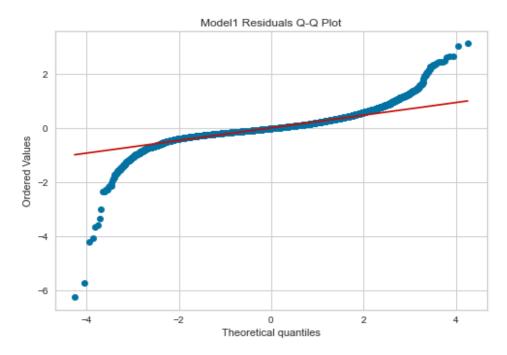
приложение 1. Диагностика модели 1



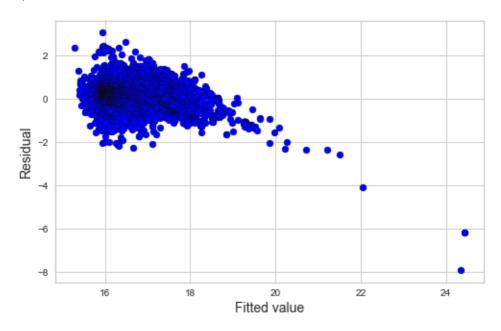


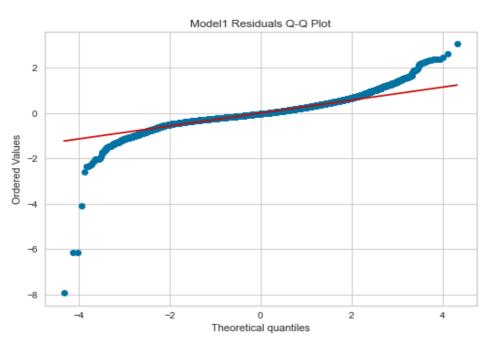
приложение 2. Диагностика модели 2



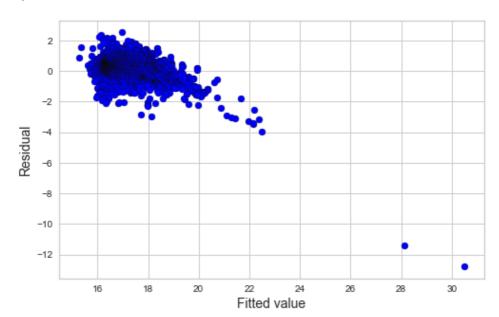


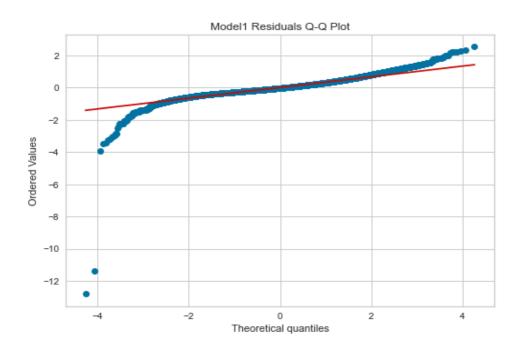
приложение 3. Диагностика модели 3



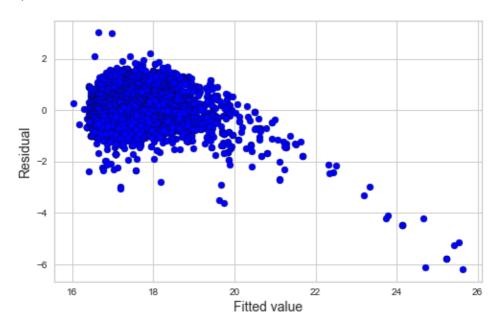


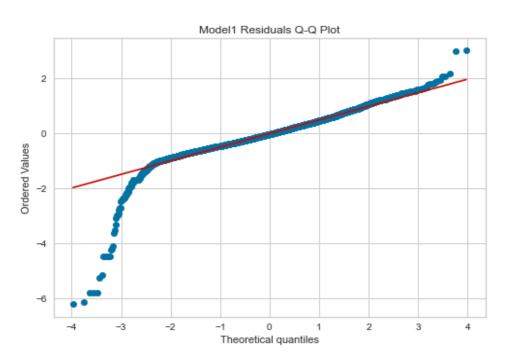
приложение 4. Диагностика модели 4





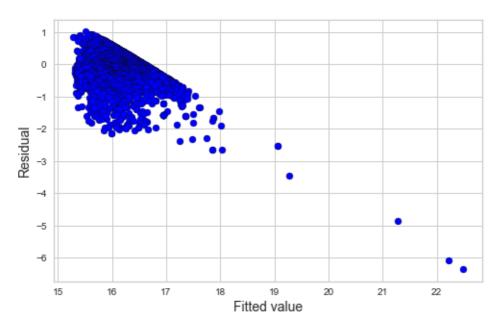
приложение 5. Диагностика модели 5

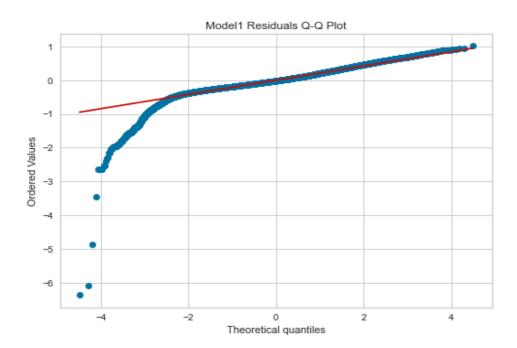




источник: составлено автором.

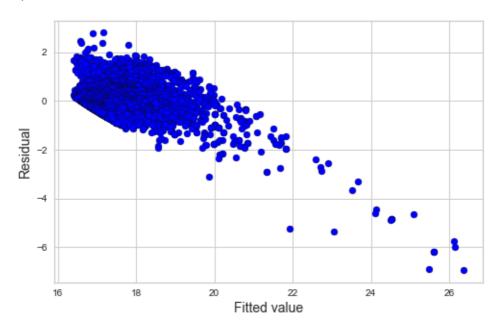
приложение б. Диагностика модели 6

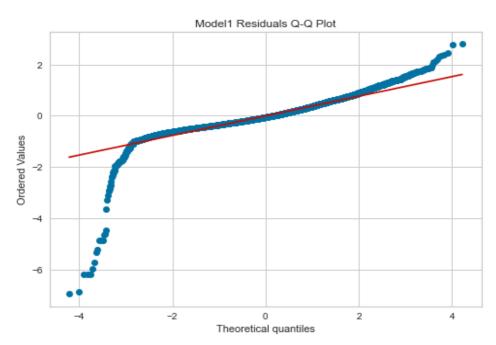




источник: составлено автором.

приложение 7. Диагностика модели 7





источник: составлено автором

Потенциал интеграции кладбища в пространство города на примере Миусского кладбища

CTOPYAK Алиса Александровна, бакалавр Высшая школа урбанистики имени А.А. Высоковского ФГРР НИУ ВШЭ aastorchak@edu.hse.ru

Работа посвящена исследованию явных и скрытых функций кладбища как части городского пространства. Кладбище обладает сакральностью, что влияет на его использование: москвичи осваивают его пространство менее активно. В работе раскрываются практики развития новых функций на кладбищах в европейских странах, а также вызванные этими практиками конфликты. Жители Москвы не готовы посещать кладбища с неритуальными целями отчасти в силу исторических предпосылок: неразвитость похоронной инфраструктуры и запреты религиозных организаций в советское время повлияли на положение современных кладбищ и отношение к ним. На основе интервью с жителями района Марьина Роща в Москве было выявлено их отношение к Миусскому кладбищу и выделены его функции, среди которых есть явные (место захоронений, коммуникация с умершими, место транзита) и неявные (экзистенциальная функция, пространство уединения, место истории и памяти). Тот факт, что кладбище сегодня используется не только по прямому назначению, указывает на возможность его интеграции в общественные пространства города.

Ключевые слова:

кладбище; город; социология пространства; сакральность; функции места; урбанизация; Россия

Цитирование:

Сторчак А.А. Потенциал интеграции кладбища в пространство города на примере Миусского кладбища // Пространство, которое объединяет. Сборник работ студентов по теме городского, регионального и транспортного планирования. Москва: НИУ ВШЭ, 2023. С. 76-101.

Введение

Сегодня кладбище представляет научный интерес для исследователей разных направлений и рассматривается как полифункциональное пространство с самыми разными значениями. В западных странах кладбища воспринимаются не только как места захоронений, они имеют и другие функции, которые формируются в зависимости от потребностей городских жителей. Такие функциональные смещения могут возникать спонтанно, а могут входить в полноценные программы городского развития. Так, например, в Копенгагене кладбища включены в городскую зеленую инфраструктуру, а у муниципалитета есть программный документ, в котором описано, как следует корректно интегрировать в кладбище новые функции [33]. В скандинавских городах кладбище рассматривается как пространство с зеленым потенциалом, наделенное культурным и историческим значением для города, а для его грамотного управления в Осло и Копенгагене недавно были разработаны стратегии по развитию [24]. Американские и европейские исследователи отмечают, что многие городские кладбища воспринимаются как места, наделенные исторической, эстетической и экологической ценностью для местных жителей [23; 25; 27; 31; 35].

Взаимодействие россиян с пространством кладбища достаточно сильно отличается от европейского опыта. Кладбище — неотъемлемая часть российских городов, однако пока что сложно представить неспешные прогулки по кладбищам как постоянную практику жителей. Кладбища у россиян все еще ассоциируются со свежими могилами, гнетущей атмосферой и неухо-

женной территорией [13]. При этом ряд факторов указывают на то, что кладбища крупных городов рано или поздно ожидают изменения, связанные со сменой функций пространства. Почему функция кладбища как места захоронения постепенно сменяется другими? Прежде всего, это связано с уменьшением классических захоронений: большинство кладбищ Москвы уже закрыты для новых могил ввиду своей переполненности. Крупные города сталкиваются с дефицитом мест на кладбищах¹, эта проблема решается с помощью кремации: в Москве кремируют 75% умерших, несколько ниже этот показатель в Санкт-Петербурге и Новосибирске². Однако привычные нам захоронения не нужны в случае праха, это указывает на то, что кладбище как место захоронения постепенно перестанет использоваться в привычном нам виде. Одновременно с этим изменяется и социальное значение кладбища: высокий уровень миграции в крупных городах приводит к тому, что кладбища теряют тесную связь с жителями района, а количество родственников, ухаживающих за могилами, с каждым годом все уменьшается. Согласно исследованию ФОМ 2014 года, доля людей, посещающих кладбище более одного раза в год, сокращается по мере увеличения численности населения городов [13]. Поэтому необходимо переосмысление этих пространств. Городское кладбище важно для города, поскольку является его местом памяти, обладает исторической и культурной ценностью, имеет рекреационный потенциал, однако зачастую эти значения не считываются местными жителями, все еще воспринимающими кладбище в контексте его прямого назначения. Несмотря на то что сегодня кладбища крупных городов уже не так активно используются в качестве места захоронения, этот факт игнорируется российскими городскими планировщиками, поэтому в России нет проектов, которые бы интегрировали это пространство в городскую среду, учитывая существующие мировые тенденции. В официальной документации все еще присутствует понятие «зоны моральной защиты», под которой подразумевается визуальная изоляция кладбища от прохожих, что только сильнее обособляет его от пространства города [3].

Современное городское кладбище становится полиморфичным: когда основная функция постепенно утрачивается [22, с. 3], а у пространства формируются дополнительные функции, используемые другими социальными группами. Если традиционно кладбище используется только родственниками умерших [5], то в крупном городе круг потенциальных пользо-

¹ В России заговорили о дефиците мест на кладбищах: кому это выгодно, 12.01.2021 // MK.RU: https://www.mk.ru/social/2021/12/01/v-rossii-zagovorili-o-deficite-mest-na-kladbishhakh-komu-eto-vygodno.html.

² России предсказали рост спроса на кремацию, 3.11.2021 // News.ru: https://news.ru/society/rossii-predskazali-rost-kremacij-na-tret/?fbclid=lwAR3uuNqQ3FWpfmHO7QzBX691lsn99fPIZqff-Povgl1wdBjCcof6CPQ-l5l.

вателей расширяется. Кладбище, утратившее функцию места захоронения, имеет риск прийти в упадок ввиду уменьшения количества посетителей, однако в насыщенном городском пространстве такая проблема решается тем, что место приобретает новые значения. Все это приводит к функциональному смещению современных кладбищ.

В своем исследовании я хотела бы более подробно рассмотреть, как именно городское кладбище используется сегодня жителями города, а также выявить значения и функции, которыми его наделяют разные социальные группы. Ответы на эти вопросы позволят соотнести опыт использования российских кладбищ с существующими зарубежными практиками и определить, какой функционал кладбища как городского пространства релевантен для российского контекста. В качестве исследуемой территории выбрано Миусское кладбище в Москве, не имеющее выдающихся архитектурных объектов или захоронений знаменитостей, что делает его удобным объектом исследования.

Отдельное внимание уделяется жителям города, поскольку от их настроений и убеждений зависит то, как пространство будет использоваться. Помимо этого, следует обратить внимание на смыслы и значения, которые жители вкладывают в свои взаимодействия с пространством. Отталкиваясь от этого, мы выявим ту самую российскую специфику в отношении к исследуемому месту.

Таким образом, в первой части работы мы рассмотрим то, как сегодня определяется и используется кладбище в других странах. Вторая часть работы посвящена особенностям российских кладбищ и факторам, повлиявшим на их формирование. Последняя часть работы основана на результатах полевого исследования Миусского кладбища, проведенного в 2022 году, и позволяет ответить на вопрос: «Как московское кладбище используется горожанами сегодня?».

Как мы определяем кладбище сегодня?

^{1.1} Кладбище как сакральное пространство в городе

Кладбище — это городская территория, предназначенная для захоронений. Изначально европейские кладбища находились у церкви и захоронения осуществлялись прямо под полами церкви, при этом людей хоронили массово. Однако со временем ситуация ухудшилась, поскольку находящиеся в черте города зловония вызывали жалобы местных жителей, а врачи были обеспокоены развитием болезней. Впервые во Франции

в 1745 году аббат Ш. Поре по санитарным соображениям предложил перенести кладбища за черту города, указывая на то, что в античности миры живых и мертвых разделялись [2]. И, несмотря на то что спустя несколько десятилетий в Париже действительно появились внегородские кладбища, активные захоронения на них начались только спустя 100 лет. Таким образом, рост населения и необходимость новых мест для погребения, а также санитарные требования послужили причинами переноса кладбищ за пределы города. Новые кладбища, будучи расположенными не у прихода церкви, теперь использовались исключительно для погребения [31]. В это время система захоронений стала похожа на современную европейскую — прощание в церкви, а затем транспортировка тела до кладбища и захоронение в собственной могиле.

Тем не менее людям принять подобные изменения было не так просто, поскольку они затрагивали довольно традиционную тему — тему смерти. К кладбищу во все века относились не так, как к другим городским пространствам, поскольку оно связано с взаимодействием живых с мертвыми. Историк повседневности Филипп Арьес отмечает, что начиная с XX века смерть отдаляется от обычного человека, переходя в руки специалистов — сиделок, врачей и похоронных агентов [2]. Современный человек живет в пространстве «отрицания смерти», поскольку дистанцирован от нее: благодаря специализированным институтам люди перестали умирать дома, смерть близких переносится в больницы, хосписы и исключается из повседневности. Поэтому кладбище становится уникальным пространством, к которому люди относятся с особым трепетом: там происходит взаимодействие с ушедшими. Как место, связанное со смертью и религиозными ритуалами, оно приобретает сакральный статус для своих посетителей. Исследовательница Джулия Рагг отмечает, что «сакральность» — это неотъемлемое свойство кладбищ, подчеркивая при этом, что оно не обязательно имеет религиозный контекст. Для сакральности важно наличие ритуала, который может быть выражен как через религиозные действия, так и через возможность пережить эмоции, связанные с утратой, то есть возможность скорбеть [31]. Это уточнение важно, поскольку современное кладбище является скорее светской, нежели религиозной институцией. Рагг описывает его как «пространство муниципальной духовности». Функция кладбища как эмоционального пространства весьма важна, поскольку в городах жители зачастую не имеют специальных мест для выражения эмоций. В таком случае кладбище становится местом, где уместно выразить чувства, связанные с утратой, в то время как в других местах, будь то дом или работа, это может быть неприемлемым. При обсуждении способов использования кладбища важно учитывать сакральное отношение к пространству.

^{1.2} Современное кладбище в городе: европейский опыт

В XXI веке глобализационные процессы, новые мортальные практики и изменения в подходах к городскому планированию повлекли за собой трансформацию в том числе и таких консервативных пространств, как кладбища [4]. Обзор опыта европейских городов позволит узнать основные направления интеграции кладбищ в городское пространство, а также их новые функции.

Одним из важнейших изменений в похоронной сфере стала с каждым годом растущая популярность кремации, особенно характерная для скандинавских стран: так, в Копенгагене в 2019 году уровень кремации составил 94%, а в Осло — 74% [1]. Распространение кремации связано не только с ограниченностью городской земли, но и с процессами миграции, приводящими к тому, что жители становятся все меньше связаны с конкретным городским пространством. Традиционное же захоронение предполагает возможность того, что родственники смогут появляться на могиле хотя бы раз в год для решения проблем и вопросов с администрацией кладбища и ухода за захоронением [34]. При этом распространение кремации весьма влияет на облик городских кладбищ: на территории появляются рощи памяти, которые представляют собой небольшой мемориал, предназначенный для хранения урн с прахом [34]. В целом возникает спрос на изменение ландшафтного использования пространства, появляется все больше «вертикальных» архитектурных элементов, предназначенных для урн, а не «горизонтальных» традиционных могил. Все это влияет и на способы взаимодействия жителей с пространством некрополей. Развитие кремации приводит к тому, что кладбища «освобождаются» от мертвых тел, а значит, их функционал претерпевает изменения, отходя от функции захоронения как основной [27].

В странах Северной Европы распространена практика, когда пространство кладбищ используется в качестве зеленых рекреационных зон. Такой способ освоения начал развиваться скорее стихийно благодаря местным жителям, запрос на зеленые пространства которых растет с каждым годом [33]. Так, например, кладбища Дании воспринимаются как высококачественные зеленые зоны, а не просто места захоронения [26]. Муниципальные власти поддерживают это, поскольку появление у кладбищ нового функционала позволяет территории сохранять жизнеспособность и продолжать активно использоваться. Отмечается и особая черта кладбища как зеленого пространства — тишина. Например, небольшое кладбище Малтнома-Парк, расположенное в довольно оживленном районе напротив торгового центра, становится местом, где посетители и прохожие могут спрятаться от городской суеты [25].

При этом некрополи не могут сводиться просто к зеленым зонам ввиду «сакральности» и духовности, которыми их наделяют посетители. Городскими планировщиками Копенгагена и Осло были разработаны новые стратегии развития кладбищ как общественных пространств. Муниципалитеты городов активно продвигают рекреационный потенциал кладбища в качестве зеленых зон [30] и позиционируют их в качестве «философских парков», где местных жителей ждут неспешные прогулки в уединении и размышлении [24]. Кладбища обладают высоким восстановительным потенциалом, поскольку сочетают в себе природные и культурно-исторические аспекты, заключающиеся в памяти об умерших и размышлениях о конечности всего. Такой функционал позволяет посетителям отдохнуть от городской суеты и провести время наедине с собой [30]. Таким образом, кладбища, принимая рекреационную функцию, становятся местом для уединения и размышлений местных жителей, что не столь характерно для городских парков, отличающихся большим количеством посетителей и шума.

Стоит отметить и культурную функцию современных кладбищ, связанную с их историчностью. В начале XIX века в Европе впервые появляется викторианское кладбище, зеленый ландшафт которого был продуман до деталей. Самым знаменитым парком-кладбищем является Пер-Лашез в Париже, в котором преобладают уникальные надгробия, а планировка предполагает прогулки. Это указывает на то, что кладбище становится не просто местом захоронений, но настоящим культурным памятником, который попадает в путеводители по городу в качестве обязательного к посещению места [2]. Кладбища являются памятниками архитектуры, местами памяти и ввиду этого могут обладать высоким туристическим потенциалом. Такому взгляду на кладбища посвящена книга Ольги Матич, в которой авторка концентрирует свое внимание на архитектурных элементах, воплощающих специфику эпохи [7]. Более того, иногда кладбище может выступать пространством для проведения культурных мероприятий. Например, в США в городе Ямайка-Плейн, штат Массачусетс, на кладбище Форест-Хиллз с 2002 года проводятся выставки³ по тематике места. В 2006 году здесь была создана тропа из скульптур, которая подразумевала прогулку посетителей по территории кладбища. Это указывает на смену функционала территории — такие практики позволяют кладбищу стать музеем под открытым небом [25]. Также в США некоммерческая организация Save Our Cemeteries, Inc. с 1980-х годов реализует просветительские программы, направленные на актуализацию исторического, культурного и архитектурного значения кладбищ Нового Орлеана [28]. Такие мероприятия позволяют совместить функции кладбища как места отдыха и культурного обогащения.

The Forest Hill Education Trust: http://www.foresthillstrust.org.

Для людей, приходящих на кладбище к своим родственникам, это место становится пространством переживания эмоций. Однако речь идет не только о возможности скорбеть, но и о вполне повседневных эмоциях, связанных с взаимодействием с местными сотрудниками и уходом за захоронениями. Такое определение эмоций подходит под предложенную Кейт Вудтроп классификацию функций на современном кладбище, с которыми сталкиваются его посетители и работники: emotion, commerce and community [35]. Функция коммерции заключается в том, что кладбище становится для некоторых пользователей местом работы и источника заработка. А из посетителей и работников формируется полноценное сообщество, выстроенное вокруг кладбища. Каждый из этих элементов поддерживает его жизнеспособность.

При этом смешение функций кладбища делает его довольно конфликтной территорией. Как отмечает Вудтроп, желание работников кладбища получить дополнительную прибыль часто вызывает негативные чувства посетителей (так тоже реализуется пространство выражения эмоций). Другим распространенным конфликтом между пользователями является противоречие между кладбищем как зеленым пространством для отдыха и кладбищем как местом захоронения. Если на кладбище продвигается концепция зеленого пространства, подразумевающего биологическое разнообразие, то находящиеся на территории животные или растения могут портить внешний вид могил и надгробий, что разрушает ожидания скорбящих родственников [27].

Таким образом, современные европейские кладбища за последние десятилетия довольно сильно трансформировались и приобрели новые функции. Это и места отдыха, и зеленые пространства, и культурно-исторические памятники, и пространства эмоций, торговли и формирования сообщества. Одновременно с этим многофункциональность территории делает кладбище пространством конфликтов разных групп, преследующих здесь разные цели. Кэти МакКлимонт отмечает, что знание о разнообразных функциях кладбищ и их роли для района позволяет более гибко решать возникающие проблемы и вопросы и развивать территорию комплексно [27]. Сегодня в европейских странах все больше внимания уделяется новым, «вторичным» функциям кладбища, поэтому возникают при обращении к нашему контексту вопросы: обладают ли московские кладбища схожими функциями? Насколько они принимаются местными жителями?

² Особенности российских кладбищ

^{2.1} Исторический контекст

Похоронная культура отличается своей традиционностью, поэтому изучение кладбищ невозможно без исторической ретроспективы. На сегодняшний день их деятельность находится в ведении муниципалитета. Согласно Федеральному закону от 06.10.2003 N 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации», организация ритуальных услуг и содержание мест захоронения относятся к вопросам местного значения городского или сельского поселения. Так было не всегда. Изначально российские кладбища развивались по европейскому образцу, однако в послереволюционный период все изменилось. До 1917 года кладбища и погосты находились под управлением религиозных организаций. Так, все московские кладбища были в ведении Московской духовной консистории. Существовала четкая структура, которая делила людей по их религиозной и сословной принадлежности; определенный социальный статус покойного, в свою очередь, влиял на место погребения и похоронный обряд. Религиозные организации занимались не только похоронными процессиями, но и административной деятельностью, управлением кладбищами и доходами от погребений [19].

С приходом советской власти ситуация изменилась. Согласно Декрету 1918 года «О кладбищах и похоронах», все московские кладбища, а также другие элементы похоронной инфраструктуры муниципализировались и переходили в управление Отделом похоронно-санитарных мероприятий [19]. Таким образом, церковная монополия в сфере мортальности прекращала свое существование, а под управлением отдела в Москве оказывались 33 кладбища.

Отменялся и существовавший в дореволюционной России конфессиональный и сословный принцип, который определял, где и как будет осуществляться захоронение. Например, Введенское кладбище было иноверческим и до 1917 года оставалось единственным кладбищем, предназначенным для захоронения «западных христиан» [15, с. 316–333] (рис. 4). С приходом советской власти на территории Введенского кладбища начали хоронить всех горожан независимо от их конфессиональной принадлежности. Административные изменения в похоронной сфере были произведены с двумя основными целями: 1) лишить религиозные организации возможности управлять кладбищами и захоронениями; 2) приблизить похоронную индустрию к идеалу справедливого и бессословного общества.

Преобразования в похоронной сфере, начатые в 1918 году, затронули ключевые элементы дореволюционной модели похоронной индустрии. Переход кладбищ в муниципальную собственность, отмена конфессионального и сословного разделения и установление минимальной оплаты похорон повлекли за собой сбой в полноценной работе похоронной инфраструктуры. Прежде всего это выражалось в слишком больших затратах на поддержание кладбищ: идея равенства и общедоступности не приносила никаких доходов, которые могли бы покрыть хотя бы часть расходов совдепов. Похоронный бизнес сам по себе не является прибыльным, поэтому, чтобы окупить свою деятельность, работники предоставляют большое количество дополнительных услуг (украшения, изготовление памятников, процедуры, проводимые с телом, перемещение гроба с телом умершего в катафалке и прочее), продажа которых приносит средства, позволяющие похоронному делу развиваться [10, с. 138–140]. Однако такой подход не мог быть реализован в советской похоронной модели, поскольку продажа предметов роскоши была недопустима в новом социалистическом обществе — стратегия получения прибыли таким образом противоречила идеологической составляющей. Поэтому похоронная сфера была обречена на упадок ввиду недостаточного финансирования со стороны муниципалитетов, которые, в свою очередь, также не обладали достаточным бюджетом для реализации всех намеченных планов.

Необходимость эффективно использовать все имеющиеся ресурсы и кризис снабжения делали кладбища местом полифункциональным: территория кладбища стала активно использоваться под сенокосы, а любые ветхие постройки, кресты или деревья шли на дрова. Более того, использовались не только деревянные конструкции, в ход пошли мраморные и гранитные могильные плиты, склепы, которые использовали при строительстве новых объектов инфраструктуры.

Таким образом, в советский период кладбище достаточно сильно изменило свою роль, перестав быть исключительно сакральным местом. Прежде всего, это связано с переходом кладбищ из области ведения религиозных организаций под управление муниципальной властью, что почти полностью лишило духовенство влияния на территории монастырей и кладбищ. Эти изменения в похоронной сфере повлияли на функционирование современного городского кладбища. Отсутствие рыночных отношений сделало полноценное развитие похоронного дела невозможным, чем обусловлена его слабая организация в постсоветской России [9]. Более того, отсутствие полноценного развития похоронной инфраструктуры создало неблагоприятную ситуацию с точки зрения благоустройства и планировочной структуры кладбища, что способствует нежеланию местных жителей взаимодействовать с некомфортным пространством.

В результате использование российских кладбищ в качестве зеленых зон или философских парков оказывается просто невозможным ввиду неудобства территории для иных практик, кроме захоронения.

2.2 Культурно-религиозный контекст

Выше мы рассмотрели некоторые исторические факты, повлиявшие на управление современными кладбищами. В этой части мы сосредоточимся на культурном контексте, повлиявшем на то, как люди взаимодействуют с пространством кладбищ. В традиционной культуре кладбище рассматривается как место пребывания мертвых, а комплекс норм и запретов создан для того, чтобы защитить живых от мертвых [5]. При этом кладбище выполняет коммуникативную функцию, являясь местом «общения» живых с умершими [5; 17]. В традиционной культуре время посещения кладбищ регламентировано религиозными праздниками и такими днями, как Прощеное воскресенье, Вербное воскресенье, Родительская суббота, годовщины смерти, поминальные и иные дни. Однако есть дни, в которые поход на кладбище запрещен. Например, в день рождения покойника приходить нельзя, иначе «он являться начнет» [5, с. 116], а также в Пасху, поскольку этот день мертвые «проводят не на кладбище, а у Божьего престола» [Там же]. Однако в советское время это изменилось, поскольку посещение кладбищ стало единственным способом выразить свою принадлежность к вере. Традиция поминать родственников на Пасху посещением кладбища стала более популярной, поскольку поддерживалась властями, чтобы отвлечь прихожан от похода в церковь [18, с. 81].

Помимо функции «общения» с усопшими родственниками кладбище выполняло и функцию коммуникации внутри общины между жителями для решения возникающих на погосте проблем благоустройства, а также проведения новых захоронений. Сегодня эта функция выполняется муниципалитетом и специализированными организациями. На некоторых кладбищах и сегодня формируется сообщество, однако чаще оно образуется вокруг церкви, находящейся на его территории [14].

В советский период запрет на деятельность религиозных организаций привел к смещению деятельности верующих с самой религии (походы в церковь) на ритуалы и обряды, в особенности связанные с этапами перехода (рождение — крещение, смерть — умирание) [14]. Распространение традиций во многом привело к тому, что в позднесоветский период религиозные практики смешивались с традиционными, имеющими, согласно представителям духовенства, «языческие корни». Например, традиция провожать душу на 40-й день не связана с православной церковью. Возникает и «творческий подход» к церковному обряду отпевания. Советские женщины, не имевшие возможности обратиться к представителю церкви,

самостоятельно осуществляли панихиду, и то, как они это делали, зачастую не совпадало с церковными канонами. В постсоветское время даже при обращении к представителям духовенства традиция самостоятельно читать панихиду перед выносом тела сохранилась, несмотря на объяснения священников о другом каноническом времени для этого действа. Таким образом, даже при наличии представителей духовенства, дающих объяснения по различным церковным обрядам, для жителей постсоветской России еще долгое время сохранялась важность «народной религиозности», «бытового христианства», то есть традиций, возникших в советское время при отсутствии церковной деятельности.

2.3 Кто и зачем ходит на российские кладбища

Работ, посвященных изучению того, как люди посещают кладбища в России, не так много, поэтому в данной части хотелось бы рассмотреть их подробно. Важно исследование Фонда «Общественное мнение» 2014 года о практиках посещения россиянами кладбищ [13]. Из полученных в нем статистических данных можно вывести несколько значимых тенденций. Прежде всего, жители крупных городов реже посещают кладбища, чем жители сел, что указывает на то, что традиционные институты более закреплены в сельской местности, нежели городской. Также это может свидетельствовать о том, что по мере увеличения размера и численности населения города жители все меньше становятся привязаны к определенным местам. Та же тенденция прослеживается и по мере увеличения возраста информантов: старшее поколение чаще ходит на кладбища.

Наиболее важна мотивация людей, которые приходят на кладбища. Согласно исследованию, для половины опрошенных самое важное при посещении — выразить свое уважение к умершим и почтить их память. Для четверти респондентов (28%) стимул более унитарный и кроется в необходимости навести порядок на могиле. Треть опрошенных отметила коммуникативную и эмоциональную функцию кладбища — пространство позволяет «поговорить с родственниками», выразить боль утраты и любовь к ним («скучаешь, поплакаться хочется», «навестить тех, кого мы потеряли»). Эту же функцию описывает и Евгений Сафронов в антропологическом исследовании кладбища в Ульяновской области [17]. Автор отмечает, что кладбище осмысляется как место для «общения» с умершими, где с покойником можно поделиться последними новостями или даже попросить о чем-то. Такие практики позволяют людям почувствовать эмоциональное облегчение — «после посещения могил близких наступает душевное спокойствие». Так кладбище становится для многих единственным местом в городе, где они имеют возможность почтить память своих близких, обратиться к ним и выразить свои чувства.

Среди опрошенных есть и те, кто использует кладбище с другой мотивацией. Для кого-то поход туда позволяет остаться наедине с собой и предаться размышлениям: «посидеть в тишине, подумать», «появляются мысли чистосердечные». Хотя так ответили менее 1% от всех опрошенных, это указывает на то, что пространство используется с новыми целями. Более того, 5% опрошенных отметили, что им нравится тишина и спокойствие, которые царят на кладбище. Однако 14% респондентов указали, что им сложно находиться на кладбище из-за гнетущей атмосферы (которую формирует в том числе тишина), а еще 12% — из-за боли утраты, с которой это место ассоциируется. Кладбище — это прежде всего место, связанное со смертью, что подметили и опрошенные: 1% из них указали, что кладбище позволяет задуматься о жизни, а еще 1% отметили, что это место наводит на неприятные мысли о смерти. Такая противоречивость в отношении к пространству может объясняться разным эмоциональным состоянием его посетителей, а также разницей в ценностных установках. Таким образом, исследование ФОМ показывает, что кладбище может приобретать для посетителей разные значения. В следующей главе мы более подробно рассмотрим, что жители Москвы думают о Миусском кладбище и какое значение оно имеет для них.

Выявить мотивы нахождения на кладбище у нескольких типов посетителей получилось у Сергея Мохова в его антропологическом исследовании Рогожского кладбища [8]. В самом начале статьи он указывает на одну важную планировочную особенность кладбища — оно имеет только один вход, то есть не является проходным, а следовательно, вероятность появления здесь случайных прохожих стремится к нулю. При этом в исследовании делается акцент не столько на функции кладбища, которой пользуются посетители, сколько на тех функциях, которые они сами здесь осуществляют. За время исследования на Рогожском кладбище было выявлено три типа «потребителей» (пользователей) пространства.

Первый тип пользователей — люди, часто посещающие захоронения родственников и приводящие в порядок могилы, а также соседние заброшенные захоронения. Автор называет их «хранителями» кладбища [14, с. 265]. Ко второму типу пользователей относятся люди, получающие доход с кладбища, — его работники и местные «попрошайки», осуществляющие функцию охраны места. Третьим типом пользователей становятся интересующиеся местом и его историей люди. В статье в эту категорию попадает историк и любитель-экскурсовод, выполняющий функцию сбора и хранения информации об истории Рогожского кладбища и захороненных на нем людей. Описанный исследовательский фокус интересен для понимания того, какое значение кладбище имеет для разных типов пользователей и какую роль они, в свою очередь, играют для самого кладбища. Этот подход соотносится с подходом Джулии Рагг, указывающей,

что для посетителей кладбищ оно выполняет разные функции: для родственников — место памяти об умерших, для просящих милостыню, работников администрации и торговцев — источник заработка [31]. Все это свидетельствует о многофункциональности кладбища.

Описанные исследования указывают на то, что на российских кладбищах сосуществуют разные практики использования пространства. Наиболее распространенные роли кладбища для людей — место почтения памяти и место для общения с умершими. Эти функции позволяют посетителям выразить свои чувства в связи с утратой, а в некоторых случаях даже облегчить их. Менее популярной функцией, обусловленной тишиной и безлюдностью кладбища, стало место для размышлений. При этом посещение кладбищ наводит на мысли о жизни и смерти, что может пугать некоторых людей.

Таким образом, пространством кладбища пользуются разные социальные группы, для которых оно может иметь разные, иногда даже противоположные значения. Каждый пользователь своим посещением вносит вклад в формирование пространства, преобразуя его как физически, так и функционально. Мы уже рассмотрели исторические предпосылки формирования российских кладбищ, а также культурные аспекты и существующие практики использования таких территорий. Это позволяет нам понять, какими особенностями обладают современные кладбища в России, а также с какими проблемами они сталкиваются. В следующей главе мы рассмотрим, как городское кладбище используется сегодня местными жителями, какие функции оно приобретает и какое значение имеет для района.

ИсследованиеМиусского кладбища

^{3.1} Пространственная характеристика Миусского кладбища

Миусское кладбище расположено в Северном административном округе Москвы в районе Марьина Роща в пешей доступности от станций метро «Савеловская» и «Марьина Роща» — между улицами Сущевский Вал, Двинцев, Стрелецкой и Савеловским проездом. Оно основано в 1771 году, считается самым маленьким и хуже всего сохранившимся «чумным кладбищем». Кладбище всегда было небольшим по площади, а в советские годы сократилось до 5,3 га. Часть захоронений были уничтожены, а в 2002 году произошло разграбление более чем 400 надгробий [16]. Все это привело к тому, что, хотя кладбище очень старое, на нем почти не сохранилось исторических памятников и захоронений, которые бы привле-



рис. 1. Расположение Миусского кладбища внутри района источник: иллюстрация автора

кали посетителей. Формально кладбище закрыто для новых захоронений, однако фактически на нем можно обнаружить могилы 2021 года и более ранние, то есть оно продолжает активно выполнять функцию места захоронения.

Неприметность Миусского кладбища, то есть отсутствие функции исторического памятника, и удобная транспортная доступность стали ключевыми факторами при выборе исследуемой локации. Помимо этого, на территории кладбища располагается духовная организация, что может влиять на его использование местными жителями и расширять функционал пространства. Через дорогу располагается Новослободский парк — зеленая рекреационная зона, которая является функциональным «конкурентом» Миусского кладбища как зеленого пространства. Все перечисленные факторы делают его удобным объектом исследования и позволяют выявить не только практики жителей на самом кладбище, но и связь с другими инфраструктурными элементами.

Попасть на кладбище можно через два входа: главный вход расположен со стороны улицы Сущевский Вал, второй — со стороны церкви через Савеловский проезд. Режим посещения кладбища с 9:00 до 19:00 с мая по сентябрь и с 9:00 до 17:00 с октября по апрель. Административное здание находится справа от главного входа, там же расположен информационный баннер с картой кладбища и основными контактами. Миусское кладбище огорожено высоким реечным забором: если подойти близко, можно увидеть, что за ним расположено, поскольку элементы забора не вплотную примыкают друг к другу.

3.2 Наблюдения на Миусском кладбище

Как уже было отмечено ранее, на Миусском кладбище достаточно много могил, появившихся в последние 5–10 лет, что делает функцию кладбища как места захоронения в каком-то смысле преобладающей. Во время прогулки здесь можно заметить скорбящих родственников. Так, во время наблюдения 9 апреля за час были замечены три женщины, плачущие возле надгробий. Пространство кладбища можно охарактеризовать как эмоциональное пространство, пространство чувств, связанных с переживанием утраты. Эта мысль подтверждается и одним незавершенным интервью с пожилым мужчиной, который не смог сдержать слез при упоминании похода на кладбище. Несмотря на то что в повседневных ситуациях жителям больших городов не свойственно выражать эмоции⁴ [6], кладбище становится пространством в городе, где комфортно остаться наедине со своими переживаниями и чувствами.

Тем не менее ввиду планировочной особенности на Миусском кладбище возникают и практики, не связанные с его прямым функционалом. На территории кладбища располагается храм святых мучениц Веры, Надежды, Любови и Софии, имеющий проходы со стороны Савеловского проезда и через кладбище (рис. 2). Такое расположение церкви делает территорию кладбища транзитной, поскольку для части местных жителей путь через кладбище оказывается более быстрым и удобным. Есть и те, кто сокращает свой путь между Савеловским рынком и остальным районом, также используя кладбище как транзитную территорию. Это приводит к тому, что круг потенциальных посетителей кладбища расширяется, и это влияет и на те функции, которое пространство приобретает. Транзитная функция кладбища позволяет ему быть более включенным в повседневное использование. Более подробно такое использование кладбища мы рассмотрим в следующем разделе.

Говоря о группе посетителей, целенаправленно приходящих на кладбище, можно отметить, что среди них преобладают люди старшего возраста (больше 40 лет), преимущественно женщины. Это наблюдение подтверждается и данными статистики: люди старше 46 лет значительно чаще посещают кладбища [13].

За все время наблюдения на кладбище появилась только одна семья с двумя детьми — в основном люди приходят поодиночке. Важно отметить наблюдение за вышеупомянутой семьей: родители с мальчиком лет деся-

⁴ Согласно Зиммелю, реагирование на все социальные взаимодействия и события оказывается для горожанина невозможным, поскольку может привести к эмоциональному истощению, поэтому у людей формируется «блазированность», притупляющая чувства и позволяющая продолжать полноценно функционировать.

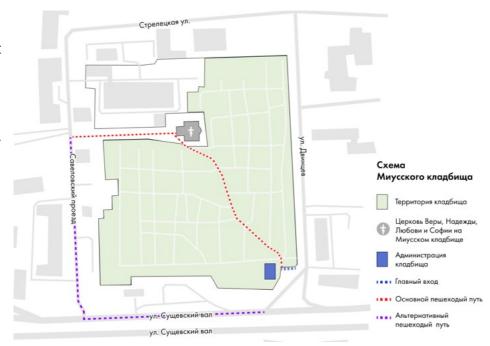


рис. 2. Схема Миусского кладбища источник: иллюстрация автора

ти и девочкой лет пяти направились сначала в церковь, затем на уборку могилы родственницы (из разговора стало понятно, что речь идет о бабушке девочки). Несмотря на то что большая часть разговора между ними осталась не услышанной, было заметно, что таким образом родители формируют у детей систему моральных ценностей: важность почтения памяти и заботы об умерших. Подробнее о том, как кладбище позволяет пересобрать семейные ценности, мы поговорим в следующем разделе.

^{3.3} Функции Миусского кладбища: что говорят жители

Всего было проведено 14 экспресс-интервью с жителями района и прохожими возле территории кладбища. Преимущественно интервью собирались возле жилых домов, чтобы узнать, какое значение Миусское кладбище имеет для тех, кто живет прямо напротив него. Изначально для исследования планировалось проведение глубинных интервью с самими посетителями кладбища, однако в силу наличия недавних захоронений часть потенциальных информантов эмоционально переживали утрату. В подобной ситуации брать глубинные интервью у тех, кто посещает

кладбище с целью почтить память родственников или выразить скорбь, показалось неуместным, поэтому основными информантами стали жители района, а также посетители церкви. Благодаря проведенным интервью удалось выявить основные функции, которыми обладает Миусское кладбище, а также значение, которое оно имеет для жителей и для района в целом.

Наиболее очевидная функция кладбища — место захоронения. Один из информантов указал на роль кладбища как неотъемлемой части городской инфраструктуры: «Людей же хоронить где-то нужно» (интервью \mathbb{N}^9 8, 45 лет). Такой взгляд хорошо иллюстрирует основополагающую функцию, которую кладбище выполняет для города. Другая информантка, работница близлежащего морга, отметила, что чаще всего посетителями Миусского кладбища становятся именно родственники умерших, поскольку здесь происходят захоронения. Также она отметила, что место не представляет туристического интереса: «По таким кладбищам не гуляют: ничего особенного, на других больше знаменитостей похоронено или архитектурные элементы там» (интервью \mathbb{N}^9 3, 35 лет) Все это указывает на то, что кладбищем преимущественно пользуются те люди, у которых на нем есть захороненные родственники.

Кладбище — место, где жители города могут общаться с умершими. Эта функция может быть реализована как через почтение памяти, так и через ритуальное общение с усопшими. Трое информантов во время интервью поделились, что целью похода на кладбище для них стало посещение могилы родственников: «Ходил к жене» (интервью № 5, 70 лет), «К маме и жене» (интервью № 12, 70 лет). Эти действия указывают на то, что кладбище становится пространством, в котором появляется возможность почувствовать целостность семьи — поход на кладбище к умершим родственникам как попытка восполнить утраченный элемент социальных отношений. Даже после смерти покойник остается в одной системе социальных отношений с живыми родственниками, приобретая сакральный статус, поэтому посещение могил является для человека способом убедиться в том, что привычные ему социальные роли все еще имеют место [12]. Одна из информанток отметила, что «посещает» прадедов, но никогда не делает это одна — зачастую такой поход становится семейным ритуалом почтения памяти (интервью № 13, 16 лет). Как и в случае с семьей в предыдущем разделе, старшее поколение показывает ценность сохранения связи с предками и формирует у молодого поколения представление о семейных ценностях через возможность «пообщаться» с ушедшими членами семьи, почтить их память, выказать им уважение.

⁵ Здесь и далее возраст информантов указан приблизительно.

Из-за особенностей планировочной системы у Миусского кладбища есть функция транзита, которая уже была упомянута в предыдущем разделе. Как в результате наблюдения, так и по итогам интервью было выявлено два типа пользователей — посетители церкви и те, кто использует кладбище как более короткий путь от метро или Савеловского рынка. Информанты отмечали, что дорога через кладбище — ближайший путь до церкви (интервью № 10, 30 лет). Одна из жительниц подчеркнула, что посещает кладбище только тогда, когда ходит в церковь (интервью № 11, 60 лет). В других случаях территория кладбища используется для того, чтобы «срезать дорогу» (интервью № 4, 35 лет). Информант, живущий в доме восточнее кладбища, поделился, что часто «срезает дорогу» через кладбище по пути на Савеловский рынок (интервью № 6, 30 лет), а девушка, окна квартиры которой выходят на кладбище, сказала, что часто наблюдает за тем, как жители используют Миусское кладбище в качестве более удобного прохода (интервью № 14, 27 лет). Такой функционал кладбища возникает по вполне понятным причинам: если взглянуть на схему (рис. 2), можно увидеть, что альтернативный путь длиннее и проходит сначала мимо нежилых зданий, а затем вдоль шумного Сущевского Вала. Поэтому сквозной проход становится не только более быстрым, но и более комфортным. Миусское кладбище переупорядочивает пространство района, реорганизует практики людей — место, изначально не предназначенное для пешеходной активности, становится таковым.

Кладбище — пространство «сакральное», как писала Джулия Рагг [31], поскольку затрагивает взаимоотношения живых и мертвых, что не могло остаться незамеченным и его пользователями. Несколько информантов отметили для себя философское значение пространства — взаимодействие с пространством кладбища наводит на мысль о конечности жизни. Достаточно часто отношение к кладбищу формулировалось фразой «все мы там окажемся, надеюсь, не скоро» (интервью № 4, 34 года). Кладбище как пространство, где находятся мертвые люди, наводит посетителей на размышления о жизни и смерти. Жители района подметили для себя несколько функций пространства — напоминание о том, что «все мы не вечны», что, в свою очередь, дает стимул и мотивацию активнее реализовывать свои планы в реальной жизни: «сразу хочется что-то делать» (интервью № 6, 30 лет). Также тема жизни и смерти поднималась в шуточной форме (интервью № 14, 27 лет), что указывает на то, что люди по-разному воспринимают мысли о своей конечности, но в любом случае появление подобных размышлений указывает на экзистенциальную функцию кладбища.

Кладбище становится пространством уединения. Один из информантов поделился тем, что не имеет обычая прогуливаться по нему, но при этом с пониманием относится к тем, кто так делает, потому что «ну

у всех свои способы побыть наедине с собой» (интервью № 6, 30 лет). Словом, кладбище может выступать в качестве пространства для раздумий. Другая информантка уточнила, что «кладбище — место, где ты остаешься наедине с Богом» (интервью № 13, 16 лет). Такой функционал кладбища связан как с вышеописанным философским значением пространства, так и с тем, что кладбище зачастую является довольно малолюдным и тихим местом, где посетители остаются наедине с собой в прямом смысле слова. При этом функция кладбища как пространства уединения несколько схожа с его экзистенциальным значением, поскольку тоже может навевать размышления о жизни и смерти, однако не ограничивается исключительно этими темами и, ко всему прочему, подразумевает еще и активное использование пространства, непосредственно само посещение. Такую функцию не может выполнять расположенный через дорогу Новослободский парк, поскольку из-за наличия инфраструктуры для детей и обустроенных зон для посетителей местные жители активно используют его, что влияет на его шумность и многолюдность. Кладбище же является важным местом в городе для тех, кто имеет потребность побыть наедине с собой и своими мыслями, поскольку оживленный район не позволяет полноценно «уйти в себя». Однако информанты только отмечали возможность такого использования пространства, лишь один из них сам посещал его в этих целях. Это свидетельствует о том, что функция кладбища как «философского парка» имеет потенциал и принимается частью жителей, однако все еще не используется активно.

Нельзя не отметить и значение кладбища как места истории и места памяти. Мы можем рассматривать эти понятия на двух уровнях — на уровне отдельного человека и на уровне города в целом. Во время интервью один из информантов рассказал, что они с женой смотрят на кладбище как на своеобразный парк историй: на территории располагаются могилы людей с очень разной историей («разные люди лежат»). Его практика взаимодействия с кладбищем — неспешные прогулки и чтение биографии захороненных людей (интервью № 6, 30 лет), не являющихся его родственниками, поэтому функция коммуникации с умершими (почтение памяти родных) здесь скорее не применима. Наоборот, кладбище принимает значение парка памяти, места, объединяющего в себе истории людей. Все это снова отсылает нас к экзистенциальным размышлениям на тему осознания ценности собственной жизни, что является центральной темой для некрополя.

Говоря про значение кладбища для города, необходимо отметить его историческое происхождение: Миусское кладбище относится к «чумным» некрополям Москвы. Этот факт подмечают и некоторые прохожие, говоря о том, что кладбище очень старое, поэтому имеет историческую ценность (интервью № 12, 70 лет, интервью № 2, 30 лет). Отсутствие

архитектурных элементов или захоронений знаменитых людей (интервью № 3, 35 лет) не делает кладбище менее значимым пространством для городской истории. Жительница дома с видом на кладбище сказала важную вещь, что Миусское кладбище не является оторванным от остального района пространством, это полноценная часть истории района, формирующая его идентичность: «это неотъемлемая часть города, района, без Миусского кладбища Савеловской район⁶ не представляется» (интервью № 14, 27 лет). Мысли о том, что кладбище формирует идентичность района, прослеживались и в высказываниях о том, что без него окружающая территория была бы слишком безликой, лишенной истории, поскольку вокруг располагаются только Савеловский рынок, коммерческие здания и жилая застройка. Таким образом, Миусское кладбище становится местом истории, памяти города, которая дорога местным жителям.

При этом далеко не все проинтервьюированные нами жители района считают, что кладбище можно посещать без причины. Среди информантов встретились и те, кто уверен, что «туда (на кладбище) должны ходить только те, у кого там есть родственники» (интервью № 8, 45 лет). Мы уже видели, что для многих опрошенных поход на кладбище с целью посещения родственников приоритетен, однако были и те, кто настроен по этому поводу однозначно: если у человека «здесь никто не лежит» (интервью № 8, 45 лет), то ходить на кладбище не стоит. Близкой позиции придерживается и юная информантка, отметившая, что посещение кладбищ без причины (то есть похороненных здесь родственников) может свидетельствовать о проблемах с ментальным здоровьем человека: «ходить туда без такой цели — психическое отклонение. Люди должны веселиться, а не ходить к мертвым просто так» (интервью № 13, 16 лет). Эти утверждения можно объяснить тем, что для информантов значение кладбища ассоциируется прежде всего со смертью, поэтому посещение места мертвых «просто так» кажется им отклонением. На мой взгляд, эти мысли свидетельствуют о сакральности кладбища как пространства, указывая на его «неприкосновенный» статус, который исходит из того, что в этом месте покоятся мертвые. В целом позиция, что кладбище — это место для мертвых, которых нельзя тревожить, достаточно распространена в России. Причина может заключаться в отношении церкви к таким действиям, что подтверждается многочисленными цитатами из интервью с церковными служителями: «С точки зрения Церкви, играть на территории кладбища — грех. На кладбище похоронены наши предки, мы должны их уважать и не можем позволить, чтобы наши дети играли на могилах предков» [21]. Таким образом, за позицией неприемлемости посещения

⁶ Миусское кладбище располагается в районе Марьина Роща, однако информанты могут обозначать свой район через ближайшую станцию метро.

кладбищ без причины на деле скрываются моральные и религиозные ценности. Зачастую именно поэтому конфликты между разными типами пользователей ощущаются особенно остро.

Для тех людей, которые считают неприемлемым смешение мира мертвых и мира живых, хорошее кладбище — это скрытое от глаз прохожих место. Именно так рассуждает информантка, около семи лет проживающая в доме напротив кладбища. Во время интервью она несколько раз подметила, что ее нисколько не смущает такое соседство, поскольку окна выходят на другую сторону, а у самого кладбища «забор очень хороший» — за ним не видно, что находится внутри (интервью № 10, 30 лет). Такое описание отлично подходит под «зону моральной защиты», указанной в ГОСТ о ритуальных услугах [3]. В подобных случаях кладбище представляется как нежелательное для взаимодействия пространство, которое следует спрятать от жителей района. Или, обращаясь к мысли о моральных ценностях, защитить не только жителей от контакта с кладбищем, но и кладбище от контакта с жителями, способными своими действиями осквернить сакрализованное пространство.

Описанные выше функции кладбища, которые принимаются одними группами пользователей и считаются неприемлемыми другими, указывают на то, что кладбище в современном городе все еще остается пространством повышенной конфликтности, поскольку вопросы, связанные с темой смерти, могут остро восприниматься частью жителей. Тем не менее явные и латентные функции пространства, такие как место захоронения, общение с умершими, транзитная функция, экзистенциальная, пространство уединения, место истории и памяти, указывают на то, что сегодня кладбище действительно становится многофункциональным пространством, несмотря на то что некоторые латентные функции могут быть недостаточно распространены. В городе рядом друг с другом проживают представители самых разных социальных групп, имеющих разные ценности и нормы, поэтому они могут по-разному использовать одно и то же пространство, наделяя его разными значениями. Несмотря на то что некоторые латентные функции реализуются малым числом людей, важно обратить внимание на то, что жители начинают говорить об этих функциях, что повышает их «видимость» и свидетельствует о принятии нового потенциального использования кладбищ.

Заключение

В этой работе я проследила, как кладбище используется в разных странах мира, а также какое значение оно имеет в российских городах на примере Миусского кладбища в Москве. После 1917 года развитие похоронной индустрии в России перестало идти по европейскому об-

разцу, что создало фундаментальный разрыв в отношении к пространству кладбищ. Похоронный кризис 1920-х годов повлиял на неразвитость похоронной индустрии в современной России. Эта неразвитость проявляется в отсутствии крематориев и, следовательно, низком уровне кремации, а также зачастую низком уровне благоустройства на кладбищах, что уменьшает потенциал использования этого пространства в рекреационных целях. Все это влияет на функционал кладбищ: для большинства российских городов все еще актуальны традиционные захоронения, что влияет и на то, как жители воспринимают пространство кладбища.

Однако случай Москвы несколько отличается от общей ситуации в стране. Из-за закрытости кладбищ для захоронений к их явным функциям добавляются латентные. Так, по прямому назначению кладбище используется как место захоронений, место коммуникации с умершими и эмоциональное пространство. Эти функции кладбищ связаны с поддержанием семейных связей и возможностью выразить чувство утраты. Латентные же функции, среди которых транзитная, экзистенциальная, пространство уединения и место истории и памяти, указывают на то, что сегодня на Миусском кладбище происходят важные изменения, свидетельствующие о том, что жители готовы принять и использовать новые значения кладбища. Среди информантов есть и те, кто считает, что такие практики неуместны: различие во мнениях указывает на то, что кладбище — пространство повышенной конфликтности, поскольку там сталкиваются жители с разными ценностными ориентирами. Тем не менее такая ситуация как раз указывает на то, что пространство используется самыми разными социальными группами в разных целях, благодаря чему кладбище «оживает». Таким образом, мы убедились, что для жителей района кладбище приобретает несколько значений помимо основного — места захоронения.

Миусское кладбище за счет разнообразия своего функционала расширяет круг своих пользователей, тем самым вписываясь в жизнь района. Более того, будучи частью его идентичности, кладбище имеет значение не только для тех жителей, которые его посещают, но и для города в целом, становясь частью его истории. Все это свидетельствует о том, что Миусское кладбище — неотъемлемая часть района, которая переупорядочивает его пространство и практики местных жителей.

Хотя латентные функции кладбища, так активно реализуемые в европейских странах и поддерживаемые там муниципальными программами, не столь распространены сегодня в российских городах, важно то, что жители начинают о них говорить и реализовывать их. Это указывает на повышение видимости кладбища как городского пространства и возможность развития латентных функций в более явные не только с помощью неформальных практик горожан, но через полноценные программы развития городских кладбищ.

Источники

- 1. Алыкова Ю., Фомина Е. Это просто поля с могилами, и это никому не помогает // Важные истории. Режим доступа: https://istories.media/interviews/2021/10/26/eto-prosto-polya-s-mogilami-i-eto-nikomu-ne-pomogaet/ (дата обращения: 26.10.2021).
- 2. *Арьес* Ф. Человек перед лицом смерти. М.: Прогресс; Прогресс- Академия, 1992.
- 3. ГОСТ 32609-2014. Услуги бытовые. Услуги ритуальные. Термины и определения. М., 2014.
- Грабалов П. Современные кладбища Северной Европы: обзор основных исследований. // Археология русской смерти. 2017. № 2. С. 114–123.
- 5. Добровольская В.Е. Кладбище как место встречи живых и мертвых: правила, регулирующие взаимоотношения двух миров в традиционной культуре Центральной России // Slověne = Слов не. International Journal of Slavic Studies. 2013. Т. 2. № 1. С. 111–122.
- 6. 3иммель Γ . Большие города и духовная жизнь // Логос. 2002. Т. 3. № 34.
- 7. *Матич О.* Музеи смерти: парижские и московские кладбища. М.: Новое литературное обозрение, 2021.
- 8. *Мохов С.В.* «Память не в камне живет»: пространство Рогожского кладбища в рассказах его посетителей // Антропологический форум. 2014. № 22. С. 249–266.
- Мохов С.В., Зотова В.А. Дело об ограде, столике и скамье: режимы справедливости в практиках распределения мест на кладбище // Журнал исследований социальной политики. 2017. Т. 15. № 1. С. 21–36.
- 10. *Мохов С.* Рождение и смерть похоронной индустрии: от средневековых погостов до цифрового бессмертия. М.: Common place, 2018. С. 138–140.
- Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации: Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ.
- 12. Походы на кладбище: между страхом и долгом // Фонд общественного мнения. Режим доступа: https://fom.ru/posts/11814 (дата обращения: 16.06.2022).

- 13. Практики и смыслы посещения кладбищ. Фонд общественного мнения, 2014. Режим доступа: https://fom.ru/TSennosti/11810 (дата обращения: 15.06.2022).
- 14. Пронина Т.С. Религиозность позднего советского периода и ревитализация религии в постсоветской России // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2015. № 6 (146). С. 178–189.
- 15. *Рябинин Ю.В.* Жизнь московских кладбищ. М.: РИПОЛ классик, 2006. C. 246–253, 316–333.
- 16. Рябинин Ю.В. История московских кладбищ. Под кровом вечной тишины. М.: РИПОЛ классик, 2015.
- 17. Сафронов Е.В. Кладбище в индивидуальном ракурсе (полевые заметки) // Антропологический форум. 2011. № 15. С. 388–396.
- 18. Сергазина К.Т. Динамика возрождения русской религиозной культуры // Религиозные практики в современной России. М., 2006. С. 106–125.
- Соколова А.Д. Новый мир и старая смерть: судьба кладбищ в советских городах 1920–1930-х годов // Неприкосновенный запас. Дебаты о политике и культуре. 2018. № 1. С. 74–94.
- 20. Соколова А. В борьбе за равное погребение: похоронное администрирование в раннем СССР // Государство, религия, церковь в России и за рубежом. 2019. Т. 37. № 1–2. С. 594–621.
- 21. Филлипов А. Парк, кладбище и танцы на костях предков, 23.07.2012 // Правмир. Режим доступа: https://www.pravmir.ru/park-kladbishhe-itancy-na-kostyax-predkov/ (дата обращения: 16.06.2022).
- 22. Чеснокова Е.Г. Городское кладбище: «другое пространство» современного города // Общество и государство в зеркале социологических измерений (VIII Рязанские социологические чтения). М.: ООО «Издательство Ипполитова», 2018. С. 112–115.
- 23. Francis D. Cemeteries as Cultural Landscapes // Mortality. 2003 Vol. 8. No. 2 P. 222–227.
- Grabalov P., Nordh H. «Philosophical Park": Cemeteries in the Scandinavian Urban Context // Sociální studia/Social Studies. 2020. Vol. 17. No. 1. P. 33–54.
- 25. Harvey T. Sacred Spaces, Common Places: The Cemetery in the Contemporary American City // Geographical review. 2006. Vol. 96. No. 2. P. 295–312.

- 26. *Kjøller C.P.* Managing Green Spaces of The Deceased: Characteristics and Dynamics of Danish Cemetery Administrations // Urban Forestry & Urban Greening. 2012. Vol. 11. No. 3. P. 339–348.
- 27. McClymont K. 'That Eccentric Use of Land at the Top of the Hill': Cemeteries and Stories of The City // Mortality. 2016. Vol. 21. No. 4. P. 378–396.
- 28. Miller D.M. S., Riverα J.D. Hallowed Ground, Place, and Culture: The Cemetery and the Creation of Place // Space and Culture. 2006. Vol. 9. No. 4. P. 334–350.
- 29. Nordh H., Evensen K.H. Qualities and Functions Ascribed to Urban Cemeteries across the Capital Cities of Scandinavia // Urban forestry & urban greening. 2018. Vol. 33. P. 80–91.
- 30. Nordh H., Evensen K.H., Skår M. A Peaceful Place in the City A Qualitative Study of Restorative Components of the Cemetery // Landscape and Urban Planning. 2017. Vol. 167. P. 108–117.
- 31. Rugg J. Defining the Place of Burial: What Makes a Cemetery a Cemetery? // Mortality. 2000. Vol. 5. No. 3. P. 259–275.
- 32. Rugg J. Lawn Cemeteries: The Emergence of a New Landscape of Death // Urban History. 2006. Vol. 33. No. 2. P. 213–233.
- 33. Skår M., Nordh H., Swensen G. Green Urban Cemeteries: More than just Parks // Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability. 2018. Vol. 11. No. 3. P. 362–382.
- 34. Sørensen T. F. The Presence of the Dead: Cemeteries, Cremation and the Staging of Non-Place // Journal of Social Archaeology. 2009. Vol. 9. № 1. P. 110–135.
- 35. Woodthorpe K. Sustaining the Contemporary Cemetery: Implementing Policy alongside Conflicting Perspectives and Purpose // Mortality. 2011. Vol. 16. No. 3. P. 259–276.

Пространственный анализ депопулирующих населенных пунктов арктической зоны Российской Федерации

ТИТОВА Марина Георгиевна, бакалавр

факультет географии и геоинформационных технологий НИУ ВШЭ mgtitova@edu.hse.ru

Статья посвящена исследованию городского сжатия арктических городов России. Городское сжатие — это пространственная и социально-экономическая трансформация города в условиях его длительной депопуляции. Методом экспертного дешифрирования архивных и современных космических снимков для четырех «сжимающихся» городов российской Арктики были построены карты изменения городской застройки с 1940-х годов XX века до настоящего времени. В результате синтеза геоинформационных данных со статистикой ресурса «Реформа ЖКХ» были созданы карты обеспеченности зданий статистикой и карты возраста городской застройки. Анализ картографического материала показал, что главные факторы, детерминирующие тип и темп сжатия в арктическом городе, могут быть сведе-

ны к функции города в системе расселения и обслуживания окрестных территорий, преобладающему типу застройки и «качественности» изначального проектирования города. Описан процесс сжатия по стадиям, оценена обеспеченность городов статистикой. Полученные результаты позволяют делать предположения о дальнейшем развитии сжатия на рассматриваемых и иных территориях, закладывают основу для типологизации процесса.

Ключевые слова:

городское сжатие; депопуляция в Арктике; арктические города; пространственно-временной анализ; трансформация городской застройки; дистанционное зондирование

Цитирование:

Титова М.Г. Пространственный анализ депопулирующих населенных пунктов Арктической зоны Российской Федерации // Пространство, которое объединяет. Сборник работ студентов по теме городского, регионального и транспортного планирования. Москва: НИУ ВШЭ, 2023. С. 102-147.

Введение

Если одни города в процессе глобализации стремительно растут, то другие испытывают устойчивый отток населения. В англоязычной литературе этот процесс с сопутствующими ему социально-экономическими изменениями (рост безработицы, маргинализация, распространение заброшенного жилья) был назван «феноменом городского сжатия». Исследователи стремятся понять, что делает города уязвимыми перед вызовами современного мира, как управлять сжимающимися территориями экономно и эффективно. Одной из подверженных сжатию категорий городов являются российские арктические города. На сегодня из 102 городов в Арктической зоне РФ лишь восемь не переживают длительную депопуляцию. Масштабное городское сжатие в Арктике обусловлено многими факторами, например особенностями советской политики освоения Крайнего Севера, ресурсоориентированностью населенных пунктов, суровыми природными условиями, труднодоступностью.

Феномен городского сжатия слабо исследован в российской научной литературе. Методология его изучения, как правило, сводится к анализу

статистических показателей без их пространственного представления. При таком подходе сложно выявить закономерности процесса, особенности его протекания на разных территориях. В настоящем исследовании делается шаг к решению этой проблемы. Главным источником информации о городском сжатии выступают данные дистанционного зондирования, ранее целенаправленно использованные для изучения сжатия лишь в одном исследовании. Таким образом, в центре внимания оказывается важный аспект городского сжатия — пространственно-временная трансформация городской застройки.

Цель этого исследования — многоплановый анализ городского сжатия в отдельных арктических городах (Мончегорск, Игарка, Никель и Певек) через призму изменения городской застройки. Такой анализ подразумевает определение особенностей сжатия в выбранных городах, оценку возможности его типологизации на основе разнообразной информации — исторической, статистической, данных дистанционного зондирования.

В методологическом плане исследование предполагает получение новых данных о городской застройке путем дешифрирования архивных и современных космических снимков и их последующий синтез с данными статистики. Статистические данные получены с ресурса «Реформа ЖКХ» и сайта Федеральной службы государственной статистики. Используемые космические снимки сделаны разведывательными спутниками KeyHole американской программы Corona и спутниками компании Maxar. Дешифровочными признаками стали форма и структура зданий на снимках, позволявшие с высокой точностью отличать эксплуатируемые здания от разрушенных или заброшенных строений, определять их функциональное назначение. Базой для синтеза стали геоинформационные слои ресурса OpenStreetMap. Полученные результаты визуализировались в виде картографических материалов, а затем подвергались анализу с привлечением широкого круга источников. В работе использовались геоинформационные методы, методы сравнительного и комплексного анализа, экспертного дешифрирования.

Обзор литературы и методов исследования

В международной литературе нет универсального определения «сжимающегося города», так как причины и особенности сжатия от региона к региону отличаются. Однако есть консенсус по поводу того, что главной чертой сжимающихся городов является устойчивая депопуляция [13]. Согласно одному из наиболее общеупотребимых определений, «сжимающийся город — это город, где в течение длительного времени на-

блюдается существенная и устойчивая депопуляция, в то время как его пространственная структура и границы остаются неизменными» [35]. Отправной точкой городского сжатия считается специфическое для конкретного места сочетание экономической трансформации, субурбанизации и изменений демографических показателей, приводящих к депопуляции и изменению городской структуры [22; 26]. Более конкретные определения феномена разнятся от работы к работе [18]. Согласно исследованиям, на всей территории Европы сжатие испытывают около 42% городов [36], в Восточной Европе сжимающиеся города преобладают — каждые три города из четырех докладывают о сокращении численности своего населения [36].

Работ по городскому сжатию много, но они опираются на разные теоретические рамки, поэтому дискуссии недостает общей теоретической базы [24]. Научные дискурсы в разных макрорегионах расходятся в выявлении причин, особенностей и предлагаемых решений по управлению сжатием [33]. В странах Западной Европы и в США городское сжатие ассоциируется в первую очередь с экономическим спадом [29; 34]. В работах итальянских ученых акцент делается на роли экологической ситуации в оценке жителями привлекательности города [15]. В Японии городское

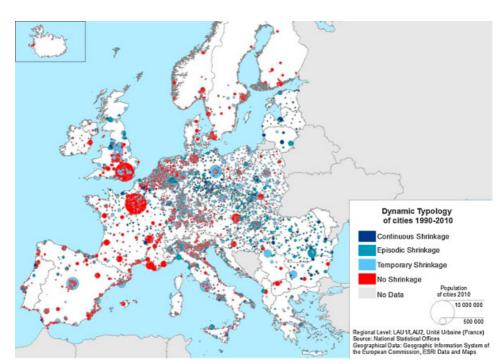


рис. 1. Сжимающиеся города Европы: типология по динамике сжатия источник: [30]

сжатие тесно связано с демографическими факторами (старение населения) и процессом субурбанизации, которые приводят к заброшенности и упадку внутренних городских районов, при этом экономический спад как причина сжатия фигурирует гораздо реже [18]. Исследователи в странах Восточной Европы выделяют еще один мощный фактор сжатия — недавнюю принадлежность этих стран к социалистическому блоку. Постсоветская трансформация политического строя и экономики в регионе ускоряет и усиливает эффект от демографических процессов [21], деиндустриализации и субурбанизации. Сжатие такого типа описывается в Польше, Чехии, Румынии, Украине, России [23; 31]. Наиболее подвержены сжатию малые и средние города, а также моногорода, многие из которых возникли в советское время [4; 8].

Наиболее ярко перечисленные процессы можно наблюдать в Российской Арктике. Урбанизация Арктической зоны в России очень высока — 88,9% (во всей зарубежной Арктике — немногим более 75% [7]). Самые крупные по численности арктические города также российские, и городов в Арктической зоне у России больше, чем у любой другой страны, имеющей к ней выход. Важная особенность этих городов в том, что многие из них не возникали естественным образом, а создавались в советское время с нуля там, где до этого не было населенных пунктов. Главными целями такой кампании являлись освоение природных ресурсов в ходе индустриализации и установление политического контроля над обширной малозаселенной территорией [14; 16]. Экономическая сторона этого процесса неоднозначна, если не парадоксальна. С одной стороны, строительство населенных пунктов в Советской Арктике велось практически без оглядки на затраты (в отличие от зарубежных арктических городов), что привело к появлению крупных урбанистических центров, которые вряд ли были бы созданы в столь экстремальных условиях при ином политическом режиме [25]. С другой стороны, экономия на строительных материалах и качестве жизни людей делала города Крайнего Севера слабо пригодными для постоянного проживания [6]. Городской кризис особенно сказался на арктическом постсоветском пространстве из-за более высоких затрат на содержание инфраструктуры и коммунальные услуги, а также из-за зачастую моноспециализированной промышленной экономики [20]. При оценке показателей устойчивости городского планирования 46 арктических городов именно российские арктические города выделялись самыми низкими показателями соотношения рабочих мест и доступных жилых единиц (jobs-housing ratio), что свидетельствует, по мнению авторов исследования, об очевидном переизбытке жилья и пониженном уровне занятости [17]. Когда во всем мире современная городская Арктика — это Арктика офисов, а не добывающей промышленности [7], Российская Арктика — поляризованное пространство, где ближайшие города



рис. 2. Сжатие в Арктике: бывший поселок Хальмер-Ю, 2015 источник: Livejournal.com

разделяют огромные незаселенные пространства, а зоны интенсивного освоения, разработки новых месторождений и наукоемких технологий соседствуют с территориями заброшенности и упадка [3].

Городское сжатие — пространственно неоднородный процесс. В одних исследованиях внимание сосредотачивается на городе как едином объекте изучения [32; 35], в других городское сжатие рассматривается в границах города, части которого в разной мере проходят через структурный кризис [26; 30]. Наиболее консервативным компонентом города, с трудом адаптирующимся к быстро меняющимся экономическим, политическим и социальным условиям, является городская застройка [20]. Единой траектории трансформации города в условиях сжатия не существует. Феномен может иметь разные пространственные закономерности: «эффект пончика» (забрасывание исторического жилфонда в городском центре), сокращение пригородов, «перфорация» городской ткани, переплетение растущих и сжимающихся кварталов [19; 27]. Понимание типа сжатия необходимо для успешной адаптации к нему — сокращения расходов на инфраструктуру и эффективного управления.

Традиционный подход к измерению городского сжатия подразумевает работу со статистической информацией. Данные государственной статистики повсеместно используются при числовой оценке убыли городского

населения, реже встречается дифференциация депопуляции по отдельным городским районам. Следующий шаг исследователя, желающего перейти от представления города «точкой на карте» к анализу на уровне городских районов, — сбор данных о застройке (паспортов жилых зданий, открытых баз данных ГИС, через полевые обходы). Генеральные планы городов, дополняемые стратегиями долгосрочного планирования, являются скорее индикаторами реакции властей на сжатие, нежели источником информации о нем [1; 4]. Данные статистики любого уровня, как правило, неполны, неактуальны или засекречены. В Арктике, по оценке Н.Ю. Замятиной, относительно полная статистика есть лишь по нескольким десяткам населенных пунктов [7]. Очевидно, необходимо использовать другой тип данных, который позволит дополнить множественные пробелы и пе-

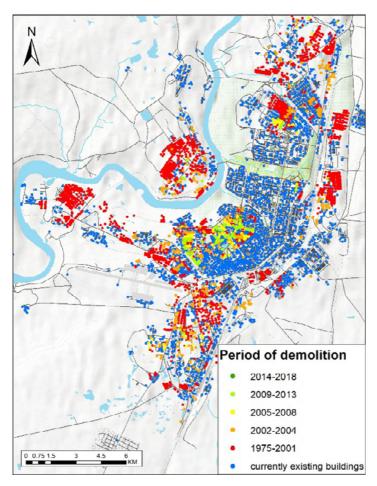
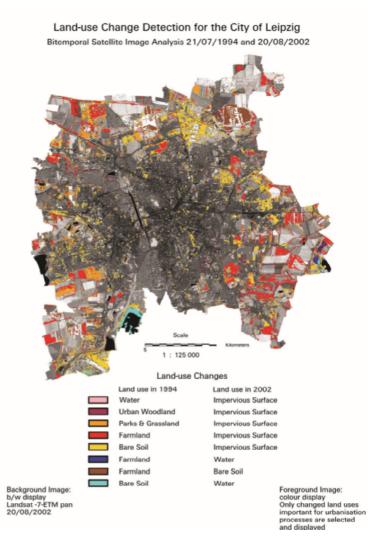


рис. З. Пространственно-временной аспект сжатия Воркуты источник: [20]

рейти к пространственной визуализации сжатия. Для этой цели подходят данные дистанционного зондирования — спутниковые снимки, данные АФС, съемки с БПЛА. Примером их использования в контексте городского сжатия является работа по мониторингу, моделированию и картографированию городского сжатия, проведенная в Лейпциге [12]. При помощи спутниковых данных авторы этого исследования регистрируют основные изменения в городской структуре за продолжительный период. Применение метода экспертного дешифрирования снимков не только дает



 $puc.\ 4.\$ Карта изменений землепользования на территории Лейпцига на основе данных Landsat-7

источник: [12]

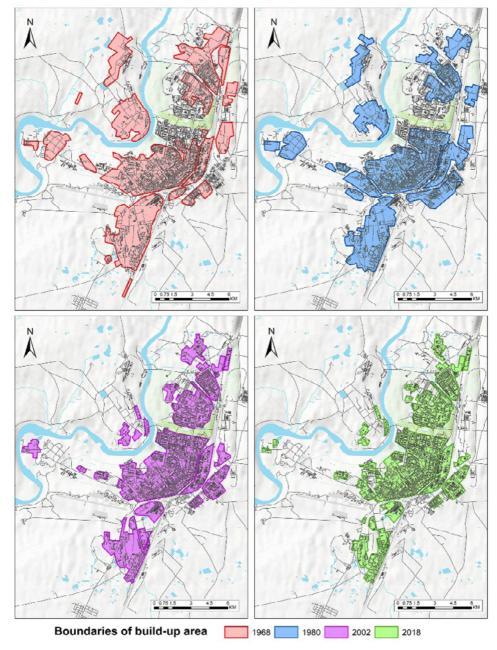


рис. 5. Карта изменений границ зоны застройки Воркуты, составленная на основе данных ДЗЗ

источник: [20]

возможность выявить очаги сжатия в виде снесенных зданий, но и создает основу для автоматической классификации зданий по их состоянию при помощи снимков в инфракрасном диапазоне.

Данные дистанционного зондирования в контексте арктических городов уже использовались при оценке их устойчивости [17], однако применялись только для оценки «озелененности» города и определения его границ, то есть без анализа застройки и создания карт. В российском же научном поле этой методике по-прежнему уделяется мало внимания. Исключение составляет работа по комплексному анализу городского сжатия в Воркуте [20]. Созданные в результате этой работы карты, однако, носят, по сути, иллюстративный характер, а не выступают основой для анализа.

Новизна настоящего исследования заключается в использовании данных АФС и спутниковой съемки для изучения трансформации городской застройки в условиях сжатия. Экспертное дешифрирование снимков как основной метод предполагает сопоставление снимков высокого разрешения в видимом диапазоне длин волн, различающихся по дате и времени съемки, но имеющих в полосе захвата ключевые территории с хорошо различимыми зданиями и объектами инфраструктуры. Последовательное создание классов пространственных объектов (шейп-файлов), содержащих информацию о городском облике и состоянии застройки в момент съемки, позволяет сопоставлять границы населенных пунктов на разных исторических этапах и отслеживать предполагаемые изменения.

Обзор данных

Используемые здесь данные подразделяются на статистические и пространственные. Статистические данные включают в себя данные информационной системы «Реформа ЖКХ» (Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства, федеральный проект «Обеспечение устойчивого сокращения непригодного к проживанию жилищного фонда») и данные Федеральной службы государственной статистики (использовались для оценки численности и убыли населения).

Данные ресурса «Реформа ЖКХ», полученные методом парсинга, содержат обширную информацию о большом массиве жилых зданий населенных пунктов: адрес, год постройки и ввода в эксплуатацию, тип и серия, количество жильцов, сведения о внутренней инфраструктуре, системах снабжения, аварийного состояния здания и т.д. Несмотря на избыточность категорий, для которых предоставлена информация, сведения собраны далеко не о каждом жилом здании в городе. В ходе работы нередко обнаруживалось, что задокументированного строения уже не существует — это подтверждало невозможность опереться исключительно на данные статистики.



 $puc.\ 6.$ Никелевый завод и окрестные постройки Мончегорска, снимок Люфтваффе, 1942

источник: https://kolamap.ru/img/war2/monchegorsk/thumb.html

Базой для синтеза статистической информации и данных дистанционного зондирования стали геоинформационные слои OpenStreetMap (OSM), в режиме свободного доступа содержащие не предельно точную, но актуальную информацию о городской застройке. Ряд архивных снимков, позволяющих анализировать динамику застройки с точностью до здания, был получен разведывательными спутниками KeyHole американской космической программы Corona и предоставлен для использования Геологической службой США. Программа проводилась с 1959 по 1972 год, самый ранний используемый в настоящей работе снимок датируется 1965 годом,

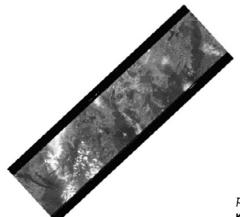


рис. 7. Пример архивного космического снимка KeyHole

самый поздний — 1972-м. Всего для дешифрирования было отобрано 10 снимков КеуНоle: для Игарки (от 11.02.1969 (2 снимка), 02.05.1965 (1 снимок)), Никеля (от 16.05.1966, 24.09.1971 и 06.05.1972), Мончегорска (от 24.09.1971), Певека (от 15.05.1966, 16.05.1966 и 18.03.1970). Снимки черно-белые пленочные, стандартное разрешение 2–4 фута (0,6–1,2 м). Как правило, чем позднее сделан снимок, тем выше его детальность. Также был получен снимок Мончегорска, сделанный Люфтваффе в 1942 году в рамках разведывательной съемки. Для анализа современной застройки использовались космические снимки, лежащие в основе базовой карты в программе ArcGis Pro и полученные спутниками компании Махаг с метровым разрешением.

Для детального изучения городского сжатия в Арктике были выбраны три населенных пункта, имеющих формальный статус города, — Мончегорск, Игарка и Певек, — и один поселок городского типа Никель. Жизненные пути этих населенных пунктов во многом схожи: их история началась в 1920-1930-е годы и была завязана на освоении и добыче природных богатств Арктической зоны (медно-никелевые руды в Мончегорске и Никеле, лес в Игарке, редкие металлы в Певеке). С истощением ресурсов и переходом страны к рыночной экономике из них начался отток населения. На 2021 год Мончегорск потерял 42% численности населения от ее пикового значения, Никель — 55%, Певек — 69%, Игарка — 85%. Несмотря на сходство при первом приближении, изучаемые населенные пункты все же различаются по роли в обслуживании окрестных городов (Певек — город-порт, Игарка — порт и аэропорт), экономико-географическому положению и отраслям специализации. Это позволяет протестировать гипотезу о дифференциации сжатия, основанной на природных, экономических и исторически обусловленных различиях; оценить степень распада городской структуры с увеличением депопуляции.



рис. 8. Расположение исследуемых населенных пунктов источник: составлено автором.

Основные этапы работы

Первым шагом стало изучение литературы по проблеме городского сжатия и методике ее картографирования. Затем для перехода к региональному аспекту сжатия необходимо было обозначить границы региона исследования — Российской Арктики. С академической точки зрения Арктика — северный полярный регион, прилегающий к Северному полюсу и ограниченный Северным полярным кругом; отступления от этого определения могут обосновываться как природными факторами (например, границей распространения многолетней мерзлоты), так и административными (например, границами субъектов и муниципалитетов). В зарубежной практике граница Арктической зоны чаще всего принимается соответствующей границам, установленным канадской Программой арктического мониторинга и оценки (ПАМО) или исландским Докладом о развитии человека в Арктике (ДоРЧА) [1; 11]. Самой северной из существующих границ Арктики является граница Арктической зоны Российской Федерации, определенная Указом президента в 2014 году и дополненная в 2017, 2019 и 2020 годах [10]. В нее полностью входят Мурманская область, Чукотский, Ненецкий и Ямало-Ненецкий автономные округа, а также отдельные районы Карелии, Коми, Якутии, Архангельской области и Красноярского края. Все ключевые территории на-

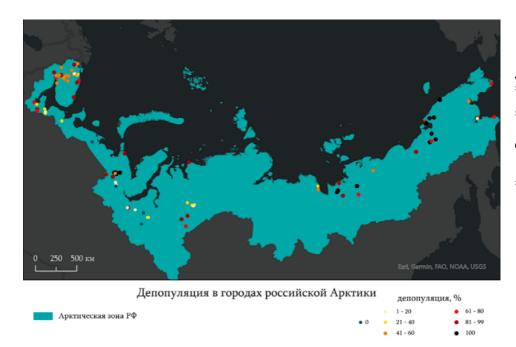


рис. 9. Карта депопуляции городов Российской Арктики источник: составлено автором

стоящего исследования лежат в границах Арктической зоны РФ, поэтому могут считаться арктическими населенными пунктами независимо от методики выделения границ Арктики.

Среди арктических населенных пунктов необходимо было выбрать ключевые территории исследования. Для каждого арктического города, утратившего или сохранившего на настоящий момент этот административный статус, был рассчитан процент депопуляции (рис. 9). Также города были разбиты на группы по дате их основания, что позволило провести первичную типологизацию по периодам освоения Крайнего Севера (рис. 10). На основе этих показателей, а также по причинам, изложенным выше, были выбраны ключевые территории исследования.

Для выбранных населенных пунктов были скачаны данные из OSM (векторные слои зданий и дорог) и с сайта «Реформы ЖКХ» (таблицы Excel). На этом этапе уже стала возможной первичная чистка данных OSM, не всегда корректных по сравнению с базовой картой ArcGIS, картографическими сервисами Яндекса и Google (соединение разбитых полигонов, относящихся к одному зданию; удаление однозначно несуществующих зданий из слоя). Данные «Реформы ЖКХ», представленные в табличном виде, уже были подготовлены для работы и потребовали изменений только в процессе синтеза с данными OSM.



рис. 10. Карта периодов основания городов Российской Арктики источник: составлено автором

Так как данные «Реформы ЖКХ» содержат информацию далеко не обо всех жилых зданиях в населенном пункте, в ходе проверки наличия зданий они были первичны. По адресу в таблице каждое здание искалось в сервисе «Яндекс.Карты». Если здания с таким адресом не обнаруживалось, строка с информацией об этом здании удалялась из таблицы «Реформы ЖКХ». Если же такое здание существовало, оно находилось в слое ОЅМ, а его индивидуальный номер (OBJECTID) в таблице атрибутов копировался в специально созданный столбец с таким же названием в таблице «Реформы ЖКХ». Большинство несуществующих зданий были обнаружены в Игарке и Певеке. По итогам работы таблицы были добавлены в проект ArcGIS в формате .csv и присоединены к соответствующим атрибутивным таблицам слоев ОЅМ для каждого населенного пункта при помощи инструмента «Добавить соединение по столбцу ODJECTID». Таким образом, при выборе полигона здания в проекте вся информация о нем становится видимой и пригодной к визуализации.

На этом этапе стало возможным наглядно представить пространственное распределение некоторых показателей, характеризующих застройку в городе (год постройки здания, этажность), отразить ее в табличном варианте и на карте. Следующий большой этап работы с данными заключался в отборе, подготовке к использованию и дешифрирова-



рис. 11. **Пример выявления разрушенных зданий** источник: Maxar

нии данных дистанционного зондирования Земли. В результате проверки качества снимков были отбракованы два снимка Мончегорска с высокой облачностью над городом в момент съемки. Для всех архивных снимков была сделана пространственная привязка по опорным точкам при помощи одноименного инструмента в ArcGIS Pro методом сплайна. В процессе экспертного дешифрирования в качестве базового источника информации использовался векторный слой OSM с современной застройкой, который редактировался под каждый из выбранных снимков (создавались новые полигоны для построенных зданий или удалялись несуществующие). Каждое здание во всех населенных пунктах было проверено вручную. Дешифровочными признаками выступали форма, цвет и структура зданий, позволявшие с высокой точностью отличать эксплуатируемые здания от разрушенных или заброшенных строений, определять функциональное назначение построек. Промежуточным итогом работы стали созданные векторные слои — временные срезы облика городской застройки.

Для анализа городского сжатия на ключевых территориях потребовалось обратиться к истории населенных пунктов на более глубоком уровне, нежели в обзорном варианте. Для этого использовались краеведческие порталы, документальные фильмы, пространственные данные из открытых источников («Яндекс.Карты», Wikimapia).

Мультивременной анализ застройки объектов исследования. Основные изменения

В итоговой части работы представлены результаты интеграции и визуализации данных. Результатом работы и основой для последующего анализа являются созданные для каждого города карты возраста застройки и карты городского сжатия. Для каждого из ключевых населенных пунктов они описаны в отдельности и дополнены информацией об истории развития городов.

МОНЧЕГОРСК

«В 60-е годы прошлого века жила-была маленькая девочка. Жила она в стране Мончегорск. Именно так: Мончегорск, состоявший тогда из поселков, находящихся на изрядном расстоянии друг от друга и от города, и девочка знала, что Мончегорск — это большая страна, а один их городов страны, в котором живет ее семья, называется Сопча» [9]. С этого важного замечания о городе начинает рассказ о Мончегорске в книге воспоминаний местная жительница. Такая жизненная форма для Мончегорска была характерна с момента основания города: по результатам дешифрирования аэрофотосъемки 1942 года видно, что город, несмотря на формальное обретение такого статуса, еще не сложился, не обрел пространственную структуру. Воздушной съемкой зафиксирована хаотичная примитивная деревянная застройка небольших рабочих поселков, находящихся на отдалении друг от друга, и зарождающаяся планировка самого крупного из них, Монча-Губы, расположенного в самой западной, близкой к заводу части современного Мончегорска и впоследствии положившего начало городу. Тростниковый, Малая и Большая Сопча, Большое и Малое Кумужье, Ниттис, Железнодорожный, Травяной, Приозерный, Верхний и Нижний Нюд — лишь часть созданных в 1930–1940-е годы рабочих поселков, связанных с комбинатом «Североникель», разработкой окрестных месторождений и создававшимися в то время инфраструктурными объектами (например, железной дорогой). Интересно, что во время моего полевого выезда в Мончегорск летом 2022 года работники краеведческого музея сообщили мне, что здание музея 1937 года постройки — самое старое

из сохранившихся в городе. Однако, согласно статистическим данным, в городе есть здание на год старше, 1936 года, но уступающее зданию музея в архитектурном значении. Возможное объяснение такой неточности — не неосведомленность музейных сотрудников, а следствие того, что это здание, хоть и включенное в черту города еще в прошлом столетии, исторически относится к одному из рабочих поселков, когда как здание музея располагается в центральной части современного Мончегорска. Этот случай, таким образом, фиксирует то самое «фрагментированное» восприятие города (даже новым поколением жителей) и его частей — в прошлом отдельных населенных пунктов.

Приведенная выше цитата из воспоминаний свидетельствует, что город оставался фрагментированным вплоть до 1960-х годов. Тем не менее к 1971 году (второй временной срез по снимку спутника KeyHole) Мончегорск сильно увеличивается в размерах и обретает планировку и структуру «типового советского города». Город постепенно продвигается на полуостров, к побережью озера Имандра, и начинает включать в себя ближайшие к своей черте рабочие поселки. На этом этапе они не упраздняются, а, наоборот, увеличиваются пространственно и численно в силу потребности

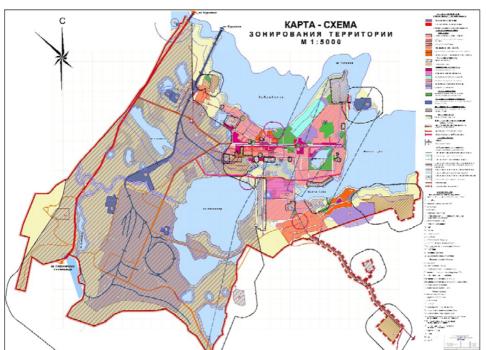


рис. 12. Карта функционального зонирования Мончегорска, 2012 источник: $\Phi \Gamma U C T \Pi$

Примечание. Косой штриховкой обозначены земли под промышленными объектами.

модернизированного «Североникеля» в трудовых ресурсах. Например, поселок Тростниковый в послевоенное время расширяется для обеспечения «передовиков комбината» более комфортным жильем «коттеджного типа». От фрагментированности и разрозненности город стремится к единству, что явно читается по его облику в 1970-е годы. Застройка 1970–1980-х годов, обладающая в случае Мончегорска наибольшей инерционностью, во многом определила и современный облик города.

Сравнивая изменение застройки в 1942, 1971 и 2020 годах, на карте удается выделить несколько крупных очагов городского сжатия. Большинство из них связаны с ликвидацией отдаленных рабочих поселков и переселением их жителей в центральный Мончегорск. Например, в период с 1971 по 2020 год был ликвидирован самый крупный рабочий поселок в окрестностях города — Тростниковый, построенный в 1937 году рядом с заводом «Североникель». Решение о ликвидации поселка было принято из-за расширения производства на комбинате, загрязнения территории промышленными отходами и значительного ухудшения жилищных условий [9]. Другие поселки предположительно упразднялись по схожим причинам, а также потому, что сам комбинат сократил объемы выпуска продукции. Вдобавок к исчезновению поселков с застройкой барачного типа, «провалы» в застройке появляются и в центральной, исторической части города. По составленной карте возраста застройки заметно, что дома сносятся в самых старых кварталах, до сих пор состоящих из зданий 1930-1950-х годов с очевидно низким качеством жилья. В некоторых соседних строениях раннего периода и одного типа количество жителей различается в 2, 3 и 4 раза. В этом аспекте сжатие в Мончегорске близко к американскому типу, для которого в классическом варианте характерно «выпадение» исторического центра. Судя по имеющимся данным статистики, современные здания в городе единичны: с начала 1990-х годов в городе возник лишь один небольшой жилой квартал, районы гаражных боксов и несколько нежилых строений.

Выводы. В советское время застройка Мончегорска в большей степени определялась заводом — постройка зданий в самом городе не распространялась далеко на полуостров, а концентрировалась вдоль главной дороги, ведущей на предприятие. Более удаленные территории застраивались во вторую очередь, и постепенно границы города продвигались на полуостров и к побережьям. Соответственно, восточная, северо-восточная и южная, к западу от озера Нюдъявр, части города возникли позднее всего и превосходят остальные районы и по качеству застройки, и по экологической обстановке (в советские годы этот фактор был второстепенным). Это позволяет предположить, что со временем центр города будет смещаться в восточные районы, тогда как в его нынешнем центре — «исторической» западной части — будет





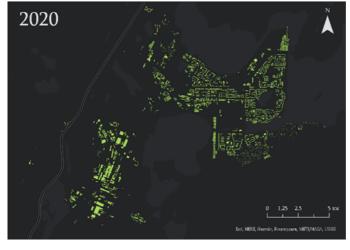


рис. 13–15.
Временные срезы застройки Мончегорска: 1942, 1971, 2020 источник:

составлено автором



рис. 16–18. **Поселок Тростниковый, Мончегорск, 1942–2020**

источник: USGS, Maxar



рис. 19. Универмаг в бывшем Тростниковом, ок. 1970

источник: pastvu.com



рис. 20. Изменение застройки Мончегорска, 1942–2020



1971 - 1991

рис. 21. Возраст застройки Мончегорска (для зданий, обеспеченных данными статистики)

1946 - 1960

источник: составлено автором

* по данным ресурса "Реформа ЖКХ"

и дальше наблюдаться очаговое сжатие вследствие обветшания жилого фонда. Ставший в 1970-е годы единым целым, город снова стремится к фрагментации и в центральной части, и на территориях некогда присоединенных к нему рабочих поселков.

НИКЕЛЬ

Расположенный в более чем 300 км от Мончегорска, поселок городского типа Никель имеет с ним тесные производственные связи. Никель также является промышленным моногородом, градообразующее предприятие которого, горно-металлургический комбинат «Печенганикель», вместе с мончегорским «Североникелем» до недавнего времени являлось промышленной площадкой Кольской ГМК — единого металлургического производства под управлением ПАО ГМК «Норникель». Городское сжатие в Никеле схоже с процессами, происходящими в Мончегорске, но имеет и свои особенности, обусловленные отличиями в масштабе, характеристиках жилого фонда и производственном цикле комбината.

На обоих архивных космических снимках Никеля (1966, 1972), сделанных спутниками KeyHole, в его плане читаются несколько зон дифференцированной застройки: вынесенный за черту плотного городского ядра на северо-запад крупный одноэтажный рабочий поселок Заречье, расположенный на северо-востоке завод с сопутствующими ему производственными постройками и малочисленными рабочими поселениями и, наконец, территория самого города, неоднородная по морфологии застройки. Многоэтажные панельные здания концентрируются по трем пересекающимся осям, отчего Никель имеет треугольную в плане форму: вдоль улиц Спортивная и Бредова по течению реки Колосйоки на западе, вдоль ведущей из Заречья на комбинат улицы Советской на севере и вдоль региональной автодороги, Гвардейского проспекта, на юго-востоке. Застройка внутри этого «треугольника» неоднородна: у северной, близкой к комбинату части города есть строгая планировка, ее основу составляют дома сталинского периода; южная часть состоит из расположенных в хаотичном порядке деревянных построек с отдельными вкраплениями многоквартирных зданий — например, сохранившимися «финскими» домами на ул. Победы, построенными в 1930-е годы канадской компанией.

В период с 1969 по 1972 год облик города не претерпел радикальных изменений. Население отдельных районов «уплотнялось»: например, часть одноэтажных построек барачного типа в южной части была снесена под строительство многоэтажных домов; незначительно сократилась застройка Заречья по окраинам поселка, его структура и планировка при этом нарушены не были. Общая площадь городской застройки увеличилась: появилось больше промышленных объектов в окрестностях комбината, южная часть города приросла барачными постройками.

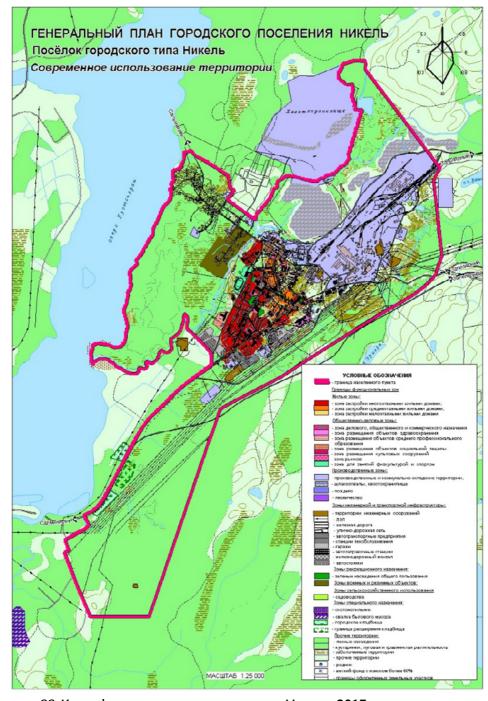


рис. 22. Карта функционального зонирования Никеля, 2013 ucmouhuk: ФГИС ТП



рис. 23–25.
Временные срезы застройки Никеля: 1966, 1972, 2021 источник: составлено автором



рис. 26-27. **Заречье, Никель, 1966-2021**

источник: USGS, Maxar

Сравнение Никеля 1970-х годов с современным поселком позволяет выделить крупные очаги городского сжатия. Самый крупный из них полностью ликвидированный рабочий поселок Заречье. Хотя на его бывшей территории сформировался небольшой стихийный частный сектор, первоначальная структура поселка распалась и ни одно из его типовых зданий не дошло до наших дней. Другой крупный очаг сжатия — заводские территории: были снесены как многие объекты промышленной инфраструктуры, так и все рабочие поселки в окрестностях предприятия. В 2020 году «Норникель» принял решение о закрытии производства в Никеле, устаревшего технологически и экологически. Если промышленная площадка со всеми сохранившимися зданиями не станет базой для нового предприятия, все заводские цеха в скором времени будут заброшены или снесены. В основной части города также наблюдается очаговое сжатие, в первую очередь в устаревшей застройке сталинского периода; завершается начатый в 1972 году процесс сноса барачных массивов на юге города под строительство многоэтажных домов. Последнее явление далеко не всегда можно отнести к феномену сжатия: логично предположить, что многие из жителей снесенных домов были переселены в рамках «улучшения жилищных условий». Статистикой в Никеле зафиксированы всего два жилых здания, построенных не при Советском Союзе: в 1992 и 1994 годах. Как и в Мончегорске, в современном Никеле появляется характерная для периода гаражная застройка. Также по результатам дешифрирования выделяются не только места сноса домов, но и заброшенные и частично разрушенные строения, практически отсутствовавшие в Мончегорске.

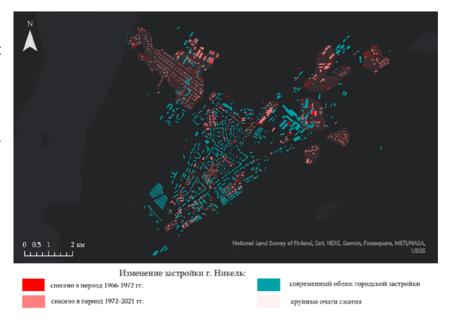


рис. 28. Изменение застройки Никеля, 1969–2021

источник: составлено автором

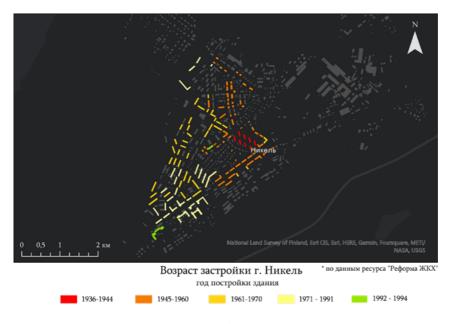


рис. 29. Возраст застройки Никеля (для зданий, обеспеченных данными статистики)

источник: составлено автором.

Выводы. Из-за небольшого временного промежутка между снимками Согопа выявленные изменения не так разительны, как в случае изменений в типологически схожем Мончегорске в советский период. В Никеле также наблюдается очаговое сжатие в центральной части города, исчезновение некогда многочисленных рабочих поселков и крупного массива заводских построек. Из-за того, что рабочие поселения и заводские территории расположены близко к городской черте, сжатие в Никеле можно определить как кольцеобразное и очаговое — с «выпадением» сталинской застройки в центре, как в Мончегорске, и кварталов, ближайших к шлаковым отвалам и предприятию. Центр города сместился к западу и юго-западу, где расположены самые современные многоэтажные здания. Наиболее подвержена сжатию северная часть города. Таким образом, городская ткань Никеля тоже находится на стадии фрагментации.

ИГАРКА

На протяжении почти всего советского периода освоения Крайнего Севера роль создаваемых с нуля молодых городов была однозначной: каждый из них должен был со временем стать многофункциональным, в первую очередь экономическим, центром — устойчивым форпостом закрепления на территории, который был бы привлекателен для постоянного населения [5]. Для города Игарка, на официальном уровне считавшегося «витриной советского освоения Севера», это было в особенности справедливо. Казалось бы, такая политика и возложенная на город задача должны были позволить ему избежать масштабного сжатия, жилищного кризиса и утраты основных городских функций. Однако именно это произошло с Игаркой, на сегодняшний день самой яркой иллюстрацией цены советского освоения Арктики.

Космические снимки KeyHole, сделанные в 1965 и 1969 годах, запечатлели Игарку в период ее подъема в промышленности и жилищном строительстве. По историческим источникам известно, что в 1962 году в Игарке случился большой пожар, от которого пострадала значительная часть жилого фонда крупного восточного района — так называемого Старого города. Тем не менее в 1965 году город уже восстановился от пожара и значительно увеличил свою площадь. Появилась новая часть Игарки — Новый город, состоящий, как и Старый, преимущественно из деревянных домов. В этот же период разрабатывается новый генплан города, предусматривающий строительство двух микрорайонов бетонно-кирпичных зданий, — эта задача будет осуществляться в течение двух последующих десятилетий.

На обоих снимках методом дешифрирования территории легко удается определить местоположение и Старого, и Нового города — практически автономных в пространстве частей, разделенных территорией градообра-

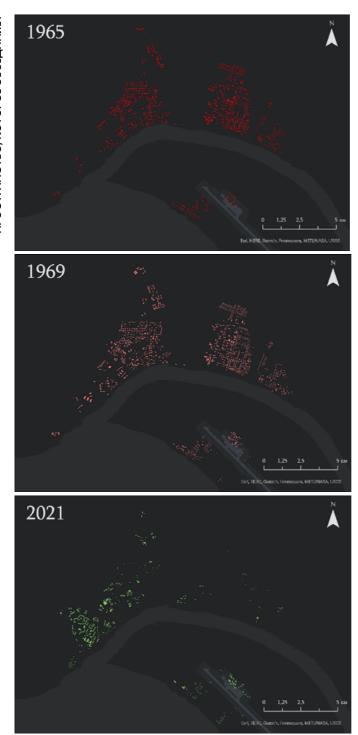


рис. 30–32. Временные срезы застройки Игарки: 1965, 1969, 2021 источник:

составлено автором

зующего предприятия, Лесопильно-перевалочного комбината (ЛПК). Помимо зоны жилой застройки, выделяется зона размещения складской портовой инфраструктуры на берегу в Новом городе, аэропорт, расположенный на острове, и соседствующая с ним ферма (Совхоз), некогда снабжавшая город мясо-молочной продукцией. В рассматриваемый четырехлетний период самые заметные изменения пространственной структуры наблюдаются в Новом городе, где происходит уплотнение застройки в пределах уже сложившихся к 1965 году очертаний района. Для Старого города в этот период характерна большая упорядоченность в застройке и более унифицированная планировка по сравнению с Новым, более неоднородным, состоящим из нескольких визуально различимых частей. Возможно, это наблюдение — один из примеров начавшегося в 1970-е годы в Игарке процесса «перехода от качества к количеству», который уже привлекал внимание исследователей и характеризовал городскую политику жилищного строительства [5]. Качественных изменений (в материале, архитектурном облике зданий) между снимками практически не заметно. Исключение составляют первые единичные бетонно-кирпичные дома, построенные к 1969 году в самой западной части города. Инфраструктура при аэропорте в этот период не меняется.

Если в рассмотренных ранее населенных пунктах городское сжатие проявлялось небольшими ареалами в отдельных районах, то в случае Игарки можно сказать, что самым крупным очагом сжатия стал сам город. От Игарки 1960–1970-х годов в современном городе сохранились те самые два микрорайона на западе города, в которых компактно размещено оставшееся население, и некоторые здания более ранних периодов постройки в западной части Нового города, в том числе складские помещения. Почти вся жилая застройка Нового города и абсолютно вся в бывшем Старом городе снесена, заброшена или сожжена пожарной охраной в качестве меры безопасности. Именно в Игарке наблюдается наибольшая по сравнению с остальными обсуждаемыми городами доля заброшенных, но не снесенных домов. Это явление — индикатор того, располагает ли городской бюджет средствами на ликвидацию зданий. Интересно отметить, что инфраструктура при аэропорте практически не подверглась разрушению. Это объясняется тем, что роль аэропорта — главная для сегодняшней Игарки. Реконструированный компанией «Роснефть» аэропорт является авиабазой для освоения Ванкорской группы месторождений — не в силу выгодного экономико-географического положения, а по причине освоенности, «обжитости» территории, наличия многолетних метеорологических наблюдений и кадров.

Данные статистики на Игарку можно считать удовлетворительными по объему, но не по актуальности: не менее трети зданий, о которых содержится информация в реестре, уже снесены, что снова ставит под вопрос

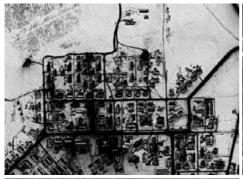






рис. 33–35. Улица Мира, Новый город, Игарка, 1965–2021 источник: USGS, Maxar



рис. 36. **Аэропорт Игарки, 1960–1970-е** источник: pastvu.com

достоверность статистических данных о точном количестве проживающих в домах (и городе) людей. По построенной на основе данных карте видно, что деревянные строения, сохранившиеся в городе с 1960–1970-х годов, единичны. Так как все они окружены заброшенными типовыми постройками разной степени разрушенности, можно предположить, что оставшиеся строения тоже являются нежилыми и только волей случая остались в большей видимой сохранности. В городе есть и несколько современных зданий, тоже затронутых сжатием: по данным статистики, некоторые из них пустуют как минимум наполовину, более крупные — на треть и на четверть по сравнению с максимальным заполнением в домах такого же типа. Показательно, что на генеральном плане границы города соответствуют скорее границам 1960–1970-х годов, нежели современным (рис. 37).

Вывод. В советское время главные функции Игарки были связаны с обслуживанием самого города, порта и градообразующего предприя-

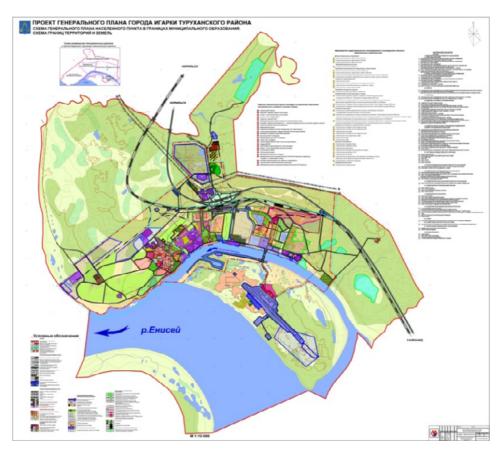


рис. 37. **Генеральный план Игарки, 2014** источник: ФГИС ТП



рис. 38. Изменение застройки Игарки, 1965–2021

источник: составлено автором

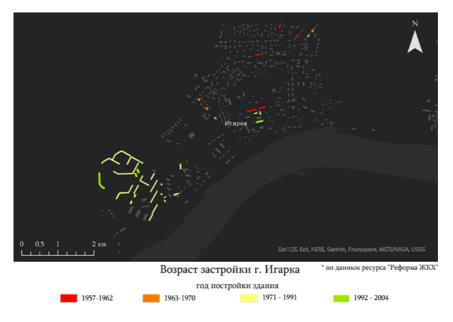


рис. 39. Возраст застройки Игарки (для зданий, обеспеченных данными статистики)

источник: составлено автором



рис. 40. **Заброшенные цеха Игарского ЛПК** источник: Slava Stepanov

тия. Банкротство ЛПК в 1990-е годы и потеря Игаркой уникальности экономико-географического положения как одновременно речного и морского порта Северного морского пути привели к огромной депопуляции и деградации инфраструктуры. Основу каркаса города составляют два оставшихся многоэтажных микрорайона и аэропорт, основная функция современной Игарки. По-видимому, городское сжатие будет постепенно захватывать не относящиеся к этим районам постройки на территории Нового города.

Яркий и впечатляющий жизненный путь Игарки нередко привлекает внимание исследователей, приходящих к убедительным выводам о том, какие ошибки в управлении привели город к исчезновению, когда и каким образом этого можно было избежать. Мне хотелось бы дополнить существующие ответы на эти вопросы своими наблюдениями за городской застройкой как исследовательским объектом. В 1986 году по центральному телевидению была показана документальная передача «Игарка живет навигацией». Уже в тот, казалось бы, благополучный для Игарки период горожане ясно осознавали проблемы и вызовы, впоследствии и приведшие к исчезновению города, в том числе кризис в жилищном строительстве. Руководители местных предприятий были обеспокоены низким качеством труда сезонных рабочих, проблему предлагалось решать их «превращением» в местных жителей с продлением сроков обучения. Однако желающих переехать в Игарку не могли обеспечить жильем, и не только их: стоять в очереди на квартиру (в хорошем, не деревянном доме) приходилось несколько лет даже местным жителям, почетным работникам предприятий.

Таким образом, доминирование ведомственных интересов, нежелание выделить достаточно средств на качественное обустройство городской жизни, необходимое для длительного закрепления на территории, стало одной из причин такого масштабного сжатия города.

ПЕВЕК

Единственный архивный снимок города Певек в распоряжении автора, обладающий достаточным разрешением и качеством цветопередачи для дешифрирования застройки, датируется 1969 годом. За два года до этого, в 1967 году, Певеку был присвоен статус города, его население продолжало увеличиваться до 1990-х годов. Таким образом, снимок фиксирует период интенсивного роста численности городского населения (не только постоянного, но и вахтового), к которому была вынуждена своевременно адаптироваться жилая и производственная застройка.

На снимке 1969 года город и порт Северного морского пути Певек компактно размещен на полуострове, окруженный входящими в его черту горнодобывающими поселками и производственными строениями (складами на востоке, нефтехранилищами на юго-западе). К этому времени, насколько позволяет судить облик домов на снимке, одноэтажные деревянные бараки перестают быть преобладающим типом застройки, уступая место панельным домам или соседствуя с ними. Гетерогенность застройки обуславливает ее высокую плотность и отсутствие строгой, единой для города планировки. Именно в этот период городу становится тесно на полуострове, и он начинает экспансию на материк, ближе к подножию сопок.

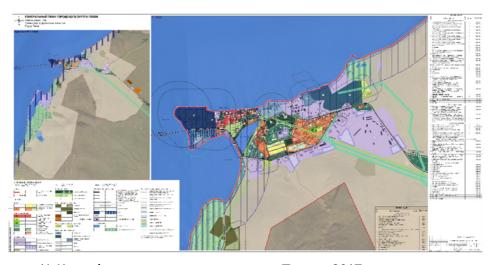


рис. 41. **Карта функционального зонирования Певека, 2017** источник: ФГИС ТП

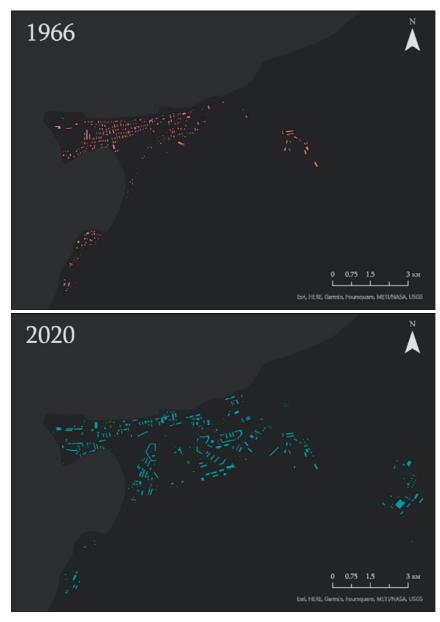


рис. 42–43. Временные срезы застройки Певека: 1966, 2020 источник: составлено автором

В настоящее время практически вся застройка на полуострове, формировавшая городское ядро в 1970-е годы, снесена или заброшена. Участь сжатия постигла не только деревянные бараки, но и многоквартирные многоэтажки — номинально в самом центре города, вокруг главного здания администрации стоят опустевшие и постепенно разрушающиеся дома микрорайона «Коса». Забрасывались не только жилые, но и технические здания и строения, в первую очередь относящиеся не к порту, а к горнодобывающим предприятиям. Например, исчез восточный район Певекснаб, где в советское время базировались склады для хранения стройматериалов и техники для горно-обогатительных комбинатов. То же относится ко всем ресурсо-ориентированным поселкам в городском округе Певека, закрытым из-за невыгодности добычи и транспортировки сырья. Сейчас на месте старого города осталась портовая складская инфраструктура и несколько жилых, но подлежащих расселению домов, а в южной, относительно мо-

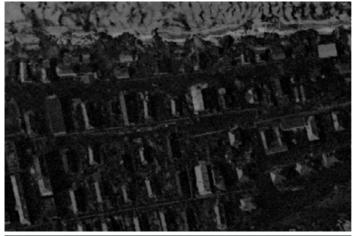




рис. 44–45. Улица Полярная, центр города, Певек, 1969–2020 источник: USGS, Maxar



рис. 46. **Заброшенные дома на полуострове Певек** источник: Slava Stepanov

лодой части города — два микрорайона многоэтажек 1980–1990-х годов («Геолог» и 5-й микрорайон), в которых размещено оставшееся население. Согласно статистике, в постсоветский период были построены три жилых здания, в том числе одно пятиэтажное в 2001 году. Статистические данные по жилому фонду Певека очень скудны, в них в принципе отсутствует информация о зданиях, построенных до 1969 года. Это может быть связано как с полной заброшенностью более старых строений, так и с избирательностью статистики по Певеку — много информации по нему в советские годы хранилось под грифом «секретно».

Вывод. Со временем расширив свои пространственные границы, город полностью изменил облик и фрагментировался на несколько функциональных зон. От ядра исторической застройки на полуострове в результате мощного городского сжатия осталась только разрозненная портовая инфраструктура, а жилые здания поздне- и постсоветского периодов сохранились лишь на юге города. Главный актив Певека сегодня — его экономико-географическое положение, роль порта Северного морского пути. Эта функция не позволяет ему исчезнуть полностью, но постепенно сводит его к рудиментарному состоянию поселения при порте (что сближает его с Игаркой), которое состоит из разрозненных и удаленных друг от друга частей — самого порта, двух жилых микрорайонов и формального административного центра в окружении заброшенных домов.

В $m\alpha\delta n$. 1 представлены данные о распределении этажности зданий в исследуемых населенных пунктах. Табличные данные дополняют гео-информационные и демонстрируют уникальную, отличную от остальных

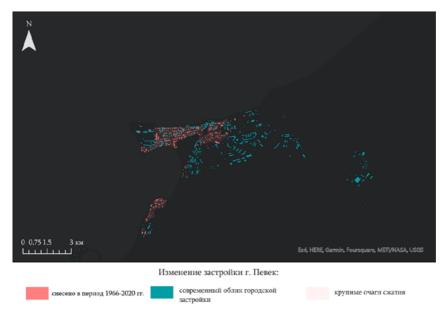


рис. 47. Изменение застройки Певека, 1966–2020

источник: составлено автором

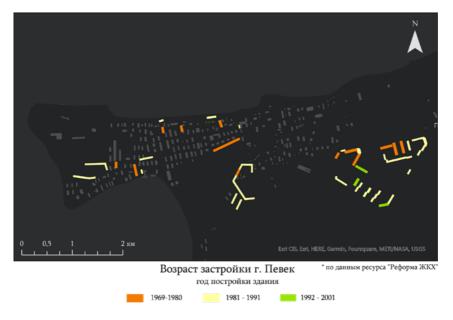


рис. 48. Возраст застройки Певека (для зданий, обеспеченных данными статистики)

источник: составлено автором

морфологию застройки в каждом городе. В Мончегорске заметно преобладание централизованной типовой позднесоветской многоэтажной застройки (5–9 этажей), остальные типы зданий представлены примерно поровну. В Никеле это распределение еще более сглажено между всеми типами, количество зафиксированных статистикой одно-и двухэтажных зданий не уступает аналогичному в Мончегорске, количество зданий остальных типов отличается в 2–3 раза. В Игарке полностью отсутствуют трех- и четырехэтажные дома сталинского периода. В Певеке, наоборот, не сохранилось одно- и двухэтажных строений, трех- и четырехэтажных тоже осталось мало. Во всех городах, даже в Мончегорске, отсутствуют здания с этажностью выше девяти. Представленные данные нельзя считать полными (как минимум доля одно- и двухэтажных зданий в Мончегорске и Никеле должна быть выше зафиксированной), но они позволяют лучше представить городскую структуру.

mаблица 1. Распределение этажности зданий в ключевых городах. Составлено автором по данным сайта «Реформа ЖКХ»

НАСЕЛЕННЫЙ ПУНКТ	1-2 ЭТАЖА	3–4 ЭТАЖА	5-9 ЭТАЖЕЙ	>9 ЭТАЖЕЙ
Мончегорск	39	54	186	0
Никель	38	32	61	0
Игарка	21	0	19	0
Певек	0	5	52	0

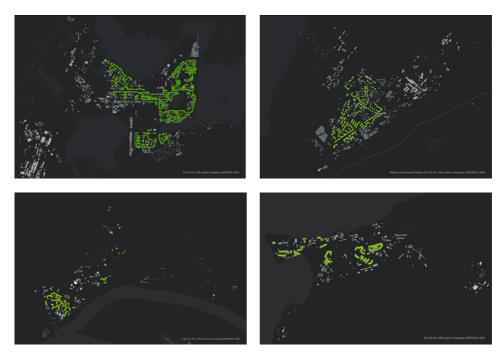
источник: составлено автором.

Заключение

Цель моей работы заключалась в проведении пространственно-временного анализа городского сжатия в Арктике с использованием доступных и релевантных методов: геоинформационного, метода статистического анализа и экспертного дешифрирования. В первой части заключения будут представлены выводы о преимуществах и ограничениях использованных методов и данных, рассмотрена возможность дальнейшего развития и дополнения темы на основе других источников. Во второй части заключения я изложу общие выводы о сжатии арктических городов в России, отмечу сходства и различия сжатия на ключевых территориях исследования, обобщу его причины и обозначу направления для дальнейшего углубления в тему.

Для изучения феномена городского сжатия в пространственно-временном аспекте данные дистанционного зондирования являются одним из наилучших источников. Архивные снимки ключевых территорий ис-

следования обладают высоким разрешением, позволяющим проводить дешифрирование на уровне отдельных зданий, уверенно делать предположения об их материале, типе, этажности; использование ретроспективной серии снимков показывает время появления и исчезновения отдельных строений и целых районов. В результате общая картина пространственного сжатия ключевых населенных пунктов соответствует относительной убыли населения в каждом из них, рассчитанной по данным Росстата, и полученные данные не вступают в противоречие друг с другом, что говорит о высокой степени корреляции депопуляции и городской застройки. Данные статистики ресурса «Реформа ЖКХ» в исследовании играли вспомогательную роль. С одной стороны, они снабдили автора ценной информацией о части городских зданий, в первую очередь о точном годе их постройки. С другой стороны, в процессе работы не раз возникали сомнения в их точности, особенно в том, что касалось количества жителей, проживающих в доме; стала явной их неполнота и неактуальность (рис. 31–35). Разумеется, данные дистанционного зондирования имеют свои ограничения при изучении городского сжатия, главное из них - невозможность сколько-либо точного учета проживающих в городе



 $puc.\ 49-52.\$ Карты обеспеченности ключевых городов данными статистики «Реформа ЖКХ»

источник: составлено автором

жителей. Особенно это касается городов вроде Мончегорска с большим количеством многоэтажных домов, где эксплуатация здания может продолжаться ради половины или трети оставшихся в нем жителей. Эта проблема может быть частично решена, например, использованием тепловых снимков на территорию города, однако полученная по ним информация тоже будет являться уточняющей по отношению к другим данным. Еще одним ограничением может стать затруднительность высокоточной оценки состояния строения по снимку с невысоким разрешением, однако эта проблема касается только отдельных зданий и не оказывает кардинального влияния на общую картину сжатия.

Общие выводы о сжатии на ключевых территориях

- 1. Все ключевые населенные пункты основаны в раннесоветский период освоения Крайнего Севера. Каждый из них располагал определенным природным ресурсом или их совокупностью, которая делала выгодным основание города именно на этом месте. Некоторые черты городского сжатия присущи всем рассмотренным населенным пунктам например, забрасывание самой старой по возрасту застройки. Однако в пространственно-временном аспекте сжатие в этих городах протекает по разным сценариям со своими особенностями в каждом городе.
- 2. Главные факторы, определяющие тип и темп сжатия в арктическом городе, можно свести к следующим: функция города в системе расселения и обслуживания окрестных территорий (а также количество этих функций — чем их больше, тем устойчивее город), преобладающий тип застройки, «качественность» проектирования города. Последняя включает в себя несколько факторов, в том числе материал строительства и учет экологической обстановки на застраиваемом участке. В условиях Арктики и Крайнего Севера, где амбициозность проектов сочеталась с экономией на трудовых ресурсах и качестве жизни людей, непродуманные решения — например, расположение рабочего поселка вплотную к комбинату или сплошное деревянное строительство впоследствии оборачивались мощным сжатием на этих территориях, и так не самых комфортных для проживания людей. В некоторых местах ключевая функция города, приложенная к месту, становится его ядром, новым центром (как аэропорт в Игарке и порт в Певеке), в других, напротив, крупным очагом сжатия, формирующим вокруг себя ареал заброшенности (заводы в Никеле и Мончегорске).
- 3. Как показано в работе, городское сжатие реализуется в пространстве через фрагментацию отдельных городских частей, смещение центра городской активности и забрасывание жилой инфраструктуры. Смеще-

- ние центра городской жизни в высокой степени определяется типом, возрастом и местоположением застройки, то есть качественностью жилья. Наибольшее количество визуально различимых заброшенных строений наблюдается на территориях с одно- или малоэтажной застройкой, а также в городах на поздних стадиях сжатия.
- 4. Исходя из наблюдения, что в рассматриваемых населенных пунктах тренды сжатия идут с разной интенсивностью, можно предположить, что Мончегорск и Никель находятся на начальной и промежуточной стадиях городского сжатия, а Певек и Игарка ближе к последней. Поэтому понимание пространственно-временного аспекта сжатия в Игарке и Певеке ценно для управления городами на начальной стадии сжатия, в том числе Никелем и Мончегорском.
- 5. Для составления полноценной типологии сжатия, как предполагалось сделать в начале работы, данных лишь о четырех населенных пунктах недостаточно. Однако эта цель может быть достигнута при дальнейшей работе над темой, учитывая, что уже на этом этапе работы заметны типологические различия в сжатии арктических городов.

Источники

- 1. Арктический регион: проблемы международного сотрудничества: Хрестоматия в 3 томах. Т. 3. / Под общ. ред. И.С. Иванова. М.: Аспект Пресс, 2013. С. 163.
- 2. Баранова Л.Р., Шохина А.А., Шубина Д.О. Апатиты и депопуляция: рассуждение о (не)актуальности документов стратегического и территориального планирования и необходимых мерах // Городские исследования и практики. 2020. Т. 5. № 1. С. 102–116.
- 3. Гончаров Р.В. и др. Соборы в пустыне или опорные базы? Типология населенных пунктов Российской Арктики по характеру взаимосвязи с окружающей территорией // Городские исследования и практики. 2020. Т. 5. № 1. С. 33–56.
- 4. Гунько М.С., Еременко Ю.А., Батунова Е.Ю. Стратегии планирования в условиях городского сжатия в России: исследование малых и средних городов // Мир России. 2020. \mathbb{N}^{0} 3. С. 121–141.
- 5. Замятина Н.Ю. Развилки судьбы фронтирного города: уроки Игарки // ЭКО. 2021. № 1. С. 67–92.
- 6. Замятина Н.Ю. Сага о трубах большого диаметра: Госплан, освоение Севера и проблема импортозамещения. М.: Издательские решения, 2022.
- 7. Замятина Н.Ю., Гончаров Р.В. Арктическая урбанизация: феномен и сравнительный анализ // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2020. № 4. С. 69–82.
- 8. Землянский Д.Ю., Ламанов С.В. Сценарии развития монопрофильных городов России // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2014. № 4. С. 69–74.
- 9. Мы жили по соседству: история рабочих поселков Мончегорска. Мончегорск: ЦГБ; Мурманск: Милори, 2015.
- 10. Указ Президента РФ от 02.05.2014 №296 (ред. от 05.03.2020) «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации».
- 11. AHDR (Arctic Human Development Report). Akureyri: Stefansson Arctic Institute, 2004.
- 12. Banzhaf E., Kindler A., Haase D. Monitoring, Mapping and Modelling Urban Decline: A Multi-Scale Approach for Leipzig, Germany // EARSeL eProceedings. 2007. Vol. 6. No. 2. P. 101.

- 13. Bernt M. The Limits of Shrinkage: Conceptual Pitfalls and Alternatives in the Discussion of Urban Population Loss // International Journal of Urban and Regional Research. 2016. Vol. 40. № 2. P. 441–450.
- 14. *Bruno A.* The Nature of Soviet Power. Cambridge: Cambridge University Press, 2016.
- 15. Camarda D., Rotondo F., Selicato F. Strategies for Dealing with Urban Shrinkage: Issues and Scenarios in Taranto // European Planning Studies. 2015. No. 23 (1). P. 126–146.
- 16. *Collier S.J.* Post-Soviet social: neoliberalism, social modernity, biopolitics. Princeton and Oxford: Princeton University Press, 2011.
- 17. *DiNapoli B., Jull M.* Urban Planning Sustainability Metrics for Arctic Cities // Environmental Research Letters. 2020. Vol. 15. No. 12. P. 124023.
- Döringer S., Uchiyama Yu., Penker M., Kohsaka R. A Meta-analysis of Shrinking Cities in Europe and Japan. Towards an Integrative Research Agenda // European Planning Studies. 2020. Vol. 9. No. 28. P. 1693– 1712.
- 19. *Groβmann K. et al.* Shrinking Cities: Notes for the Further Research Agenda // Cities. 2013. Vol. 35. P. 221–225.
- 20. Gunko M., Batunova E., Medvedev A. Rethinking Urban Form in a Shrinking Arctic City // Espace Populations Sociétés. 2020/3–2021/1.
- 21. Haase A., Steinführer A., Kabisch S. et al. Residential Change and Demographic Challenge: The Inner City of East Central Europe in the 21st Century. Farnham, Burlington, VT: Ashgate, 2011.
- 22. Haase A. et al. Conceptualizing Urban Shrinkage //Environment and Planning A. 2014. Vol. 46. No. 7. P. 1519–1534.
- 23. Haase A., Bernt M., Großmann K., Mykhnenko V., Rink D. Varieties of Shrinkage in European Cities // European Urban and Regional Studies. 2016. Vol. 86. No. 23 (1). P. 102.
- 24. Haase A., Nelle A., Mallach A. Representing Urban Shrinkage The Importance of Discourse as a Frame for Understanding Conditions and Policy // Cities. 2017. Vol. 69. P. 95–101.
- 25. Hill F., Gaddy C.G. The Siberian Curse: How Communist Planners Left Russia out in the Cold. Washington, DC: Brookings Institution Press, 2003.
- 26. Hollander J., Nemeth J. The Bounds of Smart Decline: A Foundational Theory for Planning Shrinking Cities // Housing Policy Debate. 2011. Vol. 21. No. 3. P. 349–367.

- 27. Hollander J. B. et al. Planning Shrinking Cities // Progress in planning. 2009. Vol. 72. No. 4. P. 223–232.
- 28. Krzysztofik R., Runge J., Kantor-Pietraga I. The Governance of Shrinkage in Bytom and Sosnowiec // Research Report. EU 7 FP Project Shrink Smart, 2011.
- 29. Lang T. Shrinkage, Metropolization and Peripheralization in East Germany // European Planning Studies. 2012. No. 20. P. 1747–1754.
- 30. Martinez Fernandez C. et al. Shrinking Cities: Urban Challenges of Globalization // International Journal of Urban And Regional Research. 2012. Vol. 36. No. 2. P. 213–225.
- 31. *Mykhnenko V., Turok I.* East European Cities Patterns of Growth and Decline, 1960–2005 // International Planning Studies. 2008. No. 13 (4). P. 311–342.
- 32. Oswalt P., Renniets T. Atlas of Shrinking Cities. Ostfildern: Hatje Cantz Publishers, 2006.
- 33. Pallagst K. et al. PlanShrinking2 Trajectories of Planning Cultures in Shrinking Cities: The Cases Cleveland/USA, Bochum/Germany, and Nagasaki/Japan. IPS Working Paper, 2018.
- 34. *Rhodes J., Russo J.* Shrinking 'Smart'? Urban Redevelopment and Shrinkage in Youngstown, Ohio // Urban Geography. 2013. Vol. 34. No. 3. P. 305–326.
- 35. Schilling J., Logan J. Greening the Rust Belt: A Green Infrastructure Model for Right Sizing America's Shrinking Cities // Journal of the American Planning Association. 2008. No. 74. Vol. 4. P. 451–466.
- 36. Turok I., Mykhnenko V. The Trajectories of European Cities, 1960–2005 // Cities: The International Journal of Urban Policy and Planning. 2007. No. 24. P. 165–182.

Формирование пригородных функциональных центров в крупных городах развивающихся стран. Опыт Рио-Де-Жанейро

ТРУСОВ Кирилл Сергеевич, магистрант

Высшая школа урбанистики имени А.А. Высоковского ФГРР НИУ ВШЭ kstrusov@edu.hse.ru

Формирование полицентричных структур — одна из ключевых тенденций на современном этапе развития городских систем, которая проявляется в образовании сети пригородных центров вокруг исторического ядра города или агломерации. В рамках данной работы будут подробно рассмотрены основные теоретические подходы к концепту полицентричности и ряд исследовательских методик ее выявления. В основной части статьи с помощью методов пространственного анализа и набора статистических данных о занятости и фактическом землепользовании будет рассмотрена организация планировочной структуры города Рио-де-Жанейро в Бразилии в контексте предпосылок морфологического

полицентризма и развития вторичных центров различной функциональной специализации. Будет продемонстрировано, что многие латиноамериканские города вполне укладываются в общемировую динамику, а пример Рио-де-Жанейро не является здесь исключением.

Ключевые слова:

полицентризм; город; функциональная специализация

Цитирование:

Трусов К.С. Формирование пригородных функциональных центров в крупных городах развивающихся стран. Опыт Рио-де-Жанейро // Пространство, которое объединяет. Сборник работ студентов по теме городского, регионального и транспортного планирования. Москва: НИУ ВШЭ, 2023. С. 148-175.

Введение

Современное развитие городских систем развивающихся стран отличается ускоренным ростом крупнейших городов, сопровождающимся как территориальной экспансией, так и усложнением внутригородской (внутриагломерационной) пространственной структуры центров активности. Противоречивый характер этих процессов обусловливает множественность подходов для описания и идентификации пространственных структур и их функциональных центров.

Во второй половине XX века в работах Д. Джиббса [22] была показана связь разных стадий урбанизации с преобладанием центростремительных или центробежных сил. Эта модель основана на анализе опыта американских городов, развитие которых к началу 1960-х годов протекало в рамках классической субурбанизации. Ключевое отличие современных городов состоит в том, что централизация и децентрализация могут происходить синхронно, а значит, стадиальность развития может практически не проявляться [30]. Это обусловливает необходимость дифференцированной политики по стимулированию роста или, наоборот, его ограничения для конкретной территории города, поэтому более детальное изучение трансформации пространственной структуры способно повысить качество управленческих решений в планировочной практике.

За последние три десятилетия благодаря развитию геоинформационных систем и больших данных был достигнут значительный прогресс в изучении пространственных структур городов, а ключевой в их анализе

стала концепция полицентризма [35]. Большинство исследований велось на материале США, Европы и Китая. При этом страны Азии, Латинской Америки и Африки, где на фоне острых социально-экономических проблем внедрение принципов полицентричности даже более актуально по сравнению с развитыми странами, в основном остаются практически не охваченными исследованиями в этой области [9; 32].

Бразилия относится к числу ключевых развивающихся государств, обладая большим и растущим населением¹ и демонстрируя устойчивую положительную динамику прироста ВВП в течение последних пяти десятилетий (в среднем 5-6% ежегодно). Под влиянием бурного, но неравномерного экономического развития во второй половине XX века произошла массовая бесконтрольная миграция из сельской местности и мелких провинциальных городов в крупнейшие города страны, в которых в результате сформировалась плотно заселенная, но бедная пригородная зона. Фавелизация в Сан-Паулу, Рио-де-Жанейро и других мегаполисах запускает процесс маргинализации центральных районов, откуда наиболее обеспеченные слои населения выталкиваются на окраину. Упадок городских центров в Латинской Америке [31] развивается по американской модели, где столь же высок уровень социального неравенства (по сравнению, скажем, с Европой). Так складывается имущественная гетерогенность периферии большинства бразильских городов. Компактное сочетание бедных и богатых районов, источников предложения рабочей силы и платежеспособного спроса, на ограниченной территории обладает потенциалом для развития субцентров по мере роста благосостояния населения.

Моя гипотеза заключается в том, что в крупных бразильских городах будет наблюдаться постепенная эволюция моноцентрических структур, возникших еще в доиндустриальную эпоху, в полицентрические структуры через перераспределение баланса центральности в пользу формирующихся на периферии субцентров. Показательным примером здесь может быть второй по численности населения и объему валового продукта город Бразилии — Рио-де-Жанейро, расположенный в условиях сложного рельефа, который способствует полицентричности. Историческое ядро было заложено в XVI веке португальскими колонизаторами, после чего город активно рос на протяжении всех стадий урбанизации [7]. Моя цель состоит в том, чтобы классифицировать пригородные функциональные центры Рио-де-Жанейро.

Сначала я сделаю обзор основных подходов к изучению городского полицентризма, затем опишу методику исследования и используемые

¹ Согласно переписи 2010 года, численность населения Бразилии — 190,7 млн человек, прирост в том же году составил 9,5 промилле.

данные, представлю эмпирические результаты, а в заключение сделаю выводы и сформулирую некоторые рекомендации по поводу возможных направлений дальнейших исследований.

Теории городского полицентризма

^{1.1} Полицентризм и стадиальная концепция развития городских систем

Централизованные поселения, характерные для первой половины XX века, сегодня приобретают качественно иные формы, для анализа которых создавалась концепция полицентризма. Полицентризм описывает развитие в пределах города двух и более центров [35]. При этом центры в зависимости от подхода могут пониматься по-разному. Большинство исследований полицентризма относятся к одной из четырех основных школ: теоретический (экономический) полицентризм, морфологический полицентризм, функциональный (релекционный) полицентризм, нормативный (политический) полицентризм [63]. Некоторые авторы выделяют ментальный (вернакулярный) полицентризм [35], рассмотрение которого выходит за рамки данной работы из-за совершенно иной методологии в его основании.

Концепция полицентризма придает большое значение мультимасштабности, то есть возможности выделения городских центров на разных масштабных уровнях: внутригородском, межгородском (региональном), межрегиональном [50]. Внутригородская полицентричность близка к понятию многоядерного города []. Межгородской полицентризм описывает функционирование городских агломераций, межрегиональный — надагломерационных структур (мегалополисов (mega-city region), национальных и трансграничных систем расселения).

Большинство городов модерна сложились как моноцентричные, чему способствовали эффекты агломерационной экономии. При относительно дисперсном расселении они выступали центрами торговли и производства. Территориальная близость, предполагающая общие источники сырья и рынки сбыта товаров, позволяла сильно сократить временные и денежные затраты. В случае Латинской Америки усиливающим моноцентричность фактором выступала сначала колониальная система, а затем — сильная зависимость экономики от экспорта сельскохозяйственной продукции или минеральных ресурсов [4]. Однако по мере концентрации населения и занятости в центральных частях городов резко возросли издержки,

связанные с ухудшением экологической ситуации, резким удорожанием земли и обострением проблемы транспортных заторов. На этом этапе центробежные силы начинают преобладать над центростремительными [20], следствием чего становится масштабный процесс субурбанизации. Временные датировки этого этапа для каждого региона различны: в США и Канаде массовый отток населения в пригороды начинается в 1950-х годах [51], в южноамериканских странах — в последней четверти XX века [28]. Со временем рассредоточение населения стало сопровождаться и децентрализацией занятости, поэтому именно места приложения труда используются большинством исследователей [9] как индикатор активности при выявлении полицентричности городской системы. Изменение пространственной структуры происходило путем возникновения сети второстепенных центров (субцентров) на некотором расстоянии от центрального делового района: прежде исключительно жилые пригородные территории постепенно приобретали общественно-деловые функции.

Впервые этот процесс был выявлен в США [21] и Канаде [2], где его драйверами стали локальные политические режимы и распространение практики «закрытых сообществ» [56]. Для обозначения динамично развивающихся пригородных центров занятости Дж. Гарро ввел понятие «окраинного города» [21], Р. Лангом и Дж. Лефарджи была предложена схожая концепция boomurbs [37]. Эти труды стали началом исследований современных формаций пригородов — постсубурбий [25]. Постпригород — естественный ответ на стоящие перед современными городами экологические и транспортные вызовы. В отличие от традиционной субурбанизации для постсубурбанизации характерна множественность возможных векторов дальнейшего развития в зависимости от локального контекста [54]. Серьезным ограничением при ее исследовании выступает отсутствие единого терминологического аппарата: разными авторами вводятся понятия синкурбанизации [30] и мультиполяризации [27]. Синкурбанизация — последняя стадия урбанизации, когда наблюдается синхронный рост как пригорода, так и городского центра. При этом морфология постпригорода предполагает наличие собственных небольших ядер, поэтому одна территория может обслуживаться сразу несколькими подобными ядрами, что получило название мультиполяризации (синоним — полихинтерланды). Для целей моего исследования будет достаточно общей идеи, согласно которой на современном этапе наблюдается структурная трансформация прежде однородных пригородов [62], выражающаяся или даже обусловливаемая возникающими там новыми центрами.

1.2 Подходы к выделению городских центров

Сложность эмпирического применения концепции полицентризма состоит в том, что получаемые результаты сильно зависят от выбранной методологии и масштабного уровня исследования городской системы [63]. К примеру, морфологическая полицентричность на внутригородском уровне может способствовать функциональной моноцентричности в масштабе всей агломерации [29]. Далее я рассмотрю четыре подхода к исследованию полицентризма.

В теоретическом полицентризме авторы фокусируются на описании распределения гипотетической экономической активности в абстрактном пространстве на основе определенного набора параметров. Это направление исследований основано на стремлении применить микроэкономическую теорию рационального выбора к городской жизни. М. Фуджита и Х. Огава предлагают модель, описывающую выбор домохозяйством и фирмой оптимального расположения на основе получаемой полезности [19]. Учеными учитывались доход, рента, цена продукта, агломерационный эффект (экстерналии) и расстояния между агентами. В исследовании А. Анаса и И. Кима эта модель была дополнена транзакционными издержками, влияющими на решение о наиболее выгодном размещении [1]. В дальнейшем в базовой модели усложнялись целевые функции агентов и функции распределения земельной ренты, последние исследования обеспечивают достаточно высокое приближение для некоторых территорий [38].

В морфологическом понимании полицентризма центр — это место концентрации определенных социально-экономических или географических характеристик городского пространства: населения, занятости [67], плотности застройки [63], налоговых поступлений от фирм [15], точек интереса (points of interest, POI) [5; 40] и интенсивности ночного освещения [66]. Городские центры подразделяются на центральный деловой район (ЦДР) и дискретные субцентры, выявляемые на основе статистически значимой концентрации изучаемого параметра за пределами ЦДР. Это подразумевает некоторую иерархичность системы (центр/субцентр).

Функциональный полицентризм рассматривает центры как узлы потокового взаимодействия, а городскую структуру — как сеть. Для моделирования строится граф, а далее находятся подмножества (сообщества) ребер, иллюстрирующие функциональные связи (потоки) одного узла (то есть функционального центра) с другими. Поток — упорядоченная последовательность событий за определенный временной интервал. В качестве индикатора динамической связи (событий) обычно используются данные о поездках людей на работу [39; 34; 64], но могут быть и другие варианты. К примеру, для анализа функциональной связи между городами мегалополиса в районе дельты Жемчужной реки использовалась информация

о количестве филиалов компаний [8], а структуру мегалополиса в районе дельты Янзцы исследовали с помощью данных о залоговых займах предприятий [33].

Для функционального полицентризма фундаментален концепт полицентричного городского региона (polycentric urban region, PUR), определяемый как модель полицентричной организации мегалополиса. PUR предполагает отсутствие иерархии между центрами, но наличие функциональной специализации каждого из них. Классическими примерами являются агломерации Рандстад в Нидерландах [14] и Рейн-Рур в Германии. Составными единицами PUR являются функциональные городские регионы (functional urban region, FUR), состоящие из ядра и окружающего его кольца [30]. Кольцо — зона влияния ядра, отражающая радиус притяжения маятниковых мигрантов.

Нормативный полицентризм рассматривает создание субцентров как инструмент региональной и городской политики, позволяющий обеспечить более инклюзивное, равномерное и устойчивое развитие территории. К примеру, в ЕС полицентризм декларируется в качестве одной из стратегических задач, позволяющей обеспечить конкурентность и социальную сплоченность [18]. В Китае вокруг Шанхая властями была создана сеть мини-ЦДР для разгрузки центра города [49]. Несмотря на достоинства, полицентризм сопряжен и с рисками, связанными с застройкой сельскохозяйственных земель и сложностью налаживания межмуниципального сотрудничества для координации управления [57].

Таким образом, каждый подход при выявлении полицентричности отталкивается от своей концепции субцентра, поэтому современные исследования пространственной структуры городов часто основаны на гибридных вариантах, анализирующих как морфологическую, так и функциональную полицентричность, а затем сравнивающие полученные результаты. Хорошие примеры — работа П. Венери по Милану и Риму [65] или Ч. Жонга и его коллег по эволюции Сингапура [69], в которых определяются интегральные индексы центральности и привлекательности территории. Первая работа построена на анализе статистики о поездках, агрегированных по муниципалитетам, вторая использует неагрегированные данные опроса о ежедневной мобильности.

Сложным моментом может быть выбор релевантной единицы анализа: статистика по муниципалитетам не может отобразить фактические размеры субцентров из-за их несовпадения с административными границами, а данные с возможностью привязки к достаточно мелкой сетке редко бывают доступными в силу конфиденциальности.

1.3 Специфика городских систем Латинской Америки

Ключевые работы по полицентризму посвящены городам Европы и США, а примерно с 2005 года — и Китая. Однако в последнее десятилетие растет количество исследований по развивающимся странам Азии, Африки и Латинской Америки [36; 12], в этой главе мы приведем лишь некоторые из них, актуальные для цели исследования.

Основной проблемой, с которой сталкиваются исследователи пространственной структуры городов Латинской Америки, является высокая доля неформальной занятости [16]. В работе по Мехико эта проблема была решена домножением официальной статистики с учетом примерных оценок «серого» сектора. Результаты свидетельствуют о преимущественно моноцентричной структуре города, хотя постепенное формирование новых субцентров происходит вблизи от ЦДР вдоль ключевых транспортных коридоров [61]. Авторы другой работы, в которой изучается столица Мексики, опираются только на официальные данные и приходят к схожим выводам, но подчеркивают, что процесс децентрализации занятости связан с выносом промышленных предприятий за черту города [16].

Другой часто изучаемый город региона — Сантьяго. Для него характерна фаза активного территориального разрастания благодаря субурбанизации и метрополизации, которые способствуют формированию крайне фрагментированной и сегрегированной городской ткани на периферии, сочетающей богатые закрытые сообщества и бедные трущобы [13]. Автор называет его эталонным для Латинской Америки. По результатам сравнительного исследования Мехико, Сантьяго, Сан-Паулу и Рио-де-Жанейро [59] высокий уровень социально-экономической сегрегации фиксируется и в остальных трех городах. В отношении субурбанизации развитие Лимы, Мехико и Форталезы близко к классической американской модели, но изза низкого уровня автомобилизации формируемые пространственные структуры гибридны, новые субцентры возникают вдоль транспортных магистралей, но достаточно близко к ЦДР [17]. Стремительная экспансия пригорода наблюдается также в Белу-Оризонти, что привело к упадку городского центра [52].

Динамичная субурбанизация связана с экономическим ростом, проводником которого выступают именно крупнейшие города. Кроме того, промышленные предприятия перемещаются в пригороды, запуская процесс децентрализации занятости. Наиболее ярко этот процесс проявляется в Сан-Паулу, где вторичные по сравнению с ЦДР центры активности возникают вдоль крупных транспортных магистралей [60]. Эти территории обладают высоким уровнем транспортной доступности и достаточным

предложением рабочей силы, что стимулирует развитие центров и позволяет некоторым авторам делать вывод о сложившейся полицентричной структуре этого бразильского города [3]. Помимо производства в субцентры уходят и сервисные обслуживающие функции, оставляя в историческом ядре лишь самые инновационные отрасли. По мнению местных авторов, в крупнейших городах Бразилии именно реструктуризация пригородов задает общий вектор движения городских систем к полицентричности [45].

Таким образом, пространственные структуры очень разных городов Латинской Америки эволюционируют в одном направлении, что обусловлено процессами бурного территориального разрастания и формирования новых центров на небольшом расстоянии от исторического ядра вдоль ключевых автомагистралей либо на основе производственной, либо сервисной специализации. Согласно моей гипотезе, примерно те же тенденции будут наблюдаться в Рио-де-Жанейро.

Городские системы в Бразилии принято разделять по экономическому критерию на агломерации средних городов, столичные агломерации и мегалополисы [53]. Они не имеют прямой связи со статистическим делением страны на микро-, мезо- и макрорегионы, где тоже используется термин «агломерация». К примеру, Рио-де-Жанейро образует одноименный статистический микрорегион (15 соседних муниципалитетов), мезорегион агломерация Рио-де-Жанейро (5 смежных микрорегионов) и макрорегион Юго-Востока Бразилии (5 штатов). Реализация на территории нескольких муниципалитетов совместных проектов достигается благодаря развитым институтам межмуниципального сотрудничества — отдельного уровня управления ни первые, ни вторые не образуют [46].

Муниципалитет Рио-де-Жанейро — второй по численности населения и размеру экономики город Бразилии. В административном плане состоит из семи субпрефектур, которые делятся на 33 административных района, которые, в свою очередь, образуют 162 исторических района (порт. barrios). В качестве единиц анализа взяты низовые образования — исторические районы или общины-баррио. В колониальную эпоху Рио сформировался как централизованный город, жизнь которого выстраивалась вокруг морского порта. В XX — начале XXI века благодаря процессу ложной урбанизации наблюдается масштабный рост численности населения города — с 0,8 млн человек в 1900 году до 6,3 млн в 2010-м. В результате бесконтрольной территориальной экспансии сформировались современные контуры сплошной городской застройки, ограниченные рельефом и близкие к административным границам муниципалитета. Установление структуры возникшей урбанизированной территории — ключ к проверке гипотезы.

² Методология исследования

^{2.1} Способы идентификации морфологических субцентров

На начальном этапе полицентричность формируется за счет трансформации физического пространства новыми функциональными связями, поэтому с учетом контекста города полицентризм здесь будет рассматриваться в морфологическом понимании на внутригородском масштабе (в границах муниципалитета). Уровень изучения отчасти связан с выбранной мной концептуализацией: чем меньше масштаб, тем более обоснован функциональный метод, и наоборот. Для выявления пригородных субцентров было принято решение использовать индикатор морфологической центральности — концентрацию рабочих мест.

Предыдущие исследования морфологического полицентризма можно разделить на пять основных групп в зависимости от используемой методологии: пороговые значения, соотношение проживающего и работающего населения, параметрические и непараметрические модели, кластеризация через локальные индексы пространственной ассоциации (local indexes spatial association, LISA).

Базовый способ найти субцентры — определить некоторые пороговые значения. Так, для выявления субцентров в Лос-Анжелесе использовали критерий суммарной численности рабочих мест выше 10 тыс. и минимальной плотности 10 мест/акр [24]. В исследовании Барселоны вместо абсолютных значений автор предложил использовать относительные: суммарную численность — 1% рабочих мест и плотность выше средней по городу [20]. Основной проблемой является произвольность выбранного значения. К примеру, при исследовании Мехико ученые корректируют порог, основываясь на высоком уровне неформальной занятости в регионе [61], во многих других работах предлагаются совсем иные значения, даже если речь идет об исследованиях в одной стране — скажем, США.

Второй метод состоит в расчете соотношения работающего и проживающего населения. Он применялся для выявления субцентров (показатель должен быть больше 1) в Монреале [10] и Чикаго [41]. Распределение коэффициента достаточно точно отражает тенденции пространственного расширения центральной части городов. Тем не менее основным недостатком обеих методик является низкая вероятность обнаружения субцентров, не прилегающих к историческому ядру города. Переменная расстояния до ЦДР полностью игнорируется, поэтому локальные пики могут не проявляться.

Третий способ — определение пиков плотности через построение параметрической модели. Основной переменной выступает расстояние до ЦДР. Строится некоторая функция (линейная, логарифмическая, экспоненциальная, гравитационная и др.), описывающая гипотетическое распределение занятости, а затем по территориальным единицам анализа находятся положительные и отрицательные остатки в сравнении с фактической ситуацией. Статистически значимые положительные остатки могут означать возможный субцентр. Эта методология апробирована при изучении Чикаго [44].

Четвертый метод — построение непараметрической модели. Основное отличие от предыдущего способа — отсутствие зависимой переменной или параметра, что позволяет избежать предпосылки об однородности городской структуры в разных частях города на одном и том же расстоянии от ЦДР. Пики плотности определяются с помощью локально-взвешенной регрессии (LWR). Классическими работами в этом направлении стали исследования городов Милуоки в штате Висконсин [42] и Хьюстона в Техасе [11].

Пятый способ — использование локальных индексов пространственной ассоциации (LISA), благодаря которым единицы анализа с высокими показателями плотности рабочих мест объединяются в кластеры — потенциальные субцентры. Инструмент стал достаточно популярным после публикации работы по Большому Парижу [26]. К этой категории относится целая группа специфичных статистических методов, из которых наиболее часто используемым является расчет локального индекса Морана.

Для целей моего исследования будут наиболее уместны инструменты пространственной статистики, основанные на вычислении локальных индексов пространственной ассоциации (LISA). Они позволяет весьма дифференцированно проанализировать планировочную структуру города с помощью данных о занятости, распределенных по внутригородским статистическим единицам. Необходимые вычислительные операции и картографические визуализации были выполнены в программе QGIS с помощью внешнего плагина HotSpot Anylisis. Метод обеспечивает максимальную независимость получаемых результатов от субъективно выбранных параметров или предпосылок. В отличие от метода построения непараметрических моделей, LISA позволяет на фиксированном уровне статистической значимости выделить как отдаленные районы, отличающиеся экстремально высокими значениями на фоне всей территории, так и кластеры из нескольких общин, обычно расположенные ближе к ЦДР.

Верификация и классификация выделенных таким образом субцентров опирается на данные о фактическом использовании территории на 2019 год. Для этого будут рассчитаны индексы концентрации про-

мышленных территорий и общественно-деловых пространств. Индекс концентрации промышленности будет полезен для выявления субцентров на базе производственных предприятий, индекс концентрации общественно-деловых пространств — на базе сферы услуг. Математически эти индексы представляют собой процентное отношение обеспеченности района территориями определенного типа использования к среднему значению по всему муниципалитету.

Таким образом, методика данной работы предполагает два последовательных этапа: 1) выделение потенциальных субцентров, которые понимаются как районы с повышенной концентрацией занятости, определяемой с помощью локального индекса Морана; 2) расчет индексов концентрации промышленности и общественно-деловых пространств с целью их классификации по функциональным категориям: офисные, производственные, рекреационные и торгово-развлекательные.

2.2 Источник данных

В Бразилии развиты сервисы электронного правительства, откуда и были взяты данные для этого исследования. Статистика распределения официальной занятости по районам и интерактивная карта с информацией о фактическом землепользовании за 2019 и 2020 годы взяты на государственном портале открытых данных префектуры Рио-де-Жанейро [70]. База данных содержит информацию о 2,1 млн рабочих местах, агрегированных по историческим районам и отраслям экономики.

2.3 Ограничения выбранного метода

Выбор административных границ исторического района как единицы анализа накладывает ряд ограничений, связанных с потенциальным укрупнением определяемых субцентров, фактически имеющих произвольные границы. Более дробные расчетные ячейки позволили бы существенно повысить порог чувствительности при выявлении субцентров. Значительный уровень неофициальной занятости в Рио-де-Жанейро [48] тоже будет несколько ограничивать интерпретацию результатов. Возможным решением могла бы стать корректировка официальной занятости с учетом приблизительных оценок размера «серого» сектора, однако без районной привязки подобный шаг вряд ли смог бы улучшить точность расчетов. Дело в том, что официальная статистика игнорирует рабочие места низкой квалификации, которые из-за специфики этой ниши рынка труда распределены крайне неравномерно по городу и преимущественно сконцентрированы на его периферии. Тем не менее моя двухэтапная методика позволяет частично минимизировать влияние этих факторов на результаты.

Результаты исследования

^{3.1} Динамика плотности рабочих мест

Картосхема на рис. 1 иллюстрирует распределение плотности занятости в 2020 году, на рис. 2 — относительное изменение показателя по сравнению с 2005 годом. За рассматриваемый период общее количество рабочих мест в городе выросло на 10%, при этом доля занятости, локализованной в пределах центральной субпрефектуры, сократилась с 39 до 34%. Таким образом, наблюдается постепенная децентрализация занятости, выраженная в перераспределении рабочих мест из центра в сторону периферийных районов.

Тем не менее подавляющее количество мест концентрации занятости сосредоточено в центральных и восточных прибрежных районах города, где средние абсолютные показатели плотности существенно выше по сравнению с западной частью. Западные районы освоены и застроены относительно слабо и в значительной части сохраняют природные лесные ландшафты. Общая тенденция связана с постепенным перемещением мест приложения труда на запад и увеличением их плотности в периферийных и пригородных районах вокруг ЦДР. Как видно на рис. 2, пода-

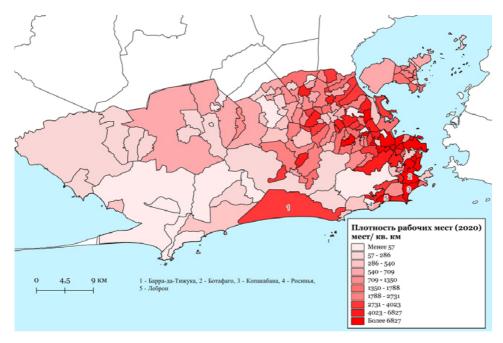


рис. 1. Распределение плотности занятости в 2020 году источник: данные Data Rio [70], картосхема составлена автором.

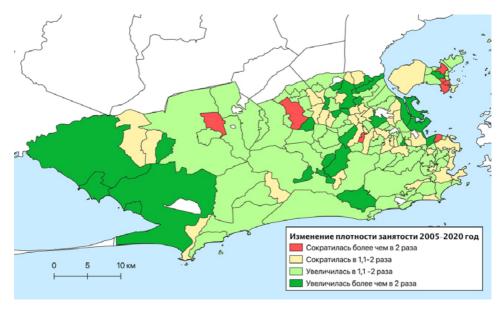


рис. 2. **Изменение плотности занятости, 2005–2020** источник: данные Data Rio [70], картосхема составлена автором.

вляющее число районов этой категории имеют существенный прирост, правда необходимо делать поправку на увеличение объема формального рынка труда примерно на 10%.

Наиболее интересными представляются холмистые районы к югу и к северу от центра, где исторически была расположена основная часть трущоб города, которые приобрели репутацию рассадника преступности и источника неформальной занятости. К чемпионату мира по футболу, прошедшему в стране в 2014 году, и Олимпийским играм 2016 года на уровне штата была запущена региональная программа UPP, направленная на перезапуск территории фавел и усиления здесь мер полицейского контроля. Результатом стало формирование «пасифицированных» фавел, ставших одной из туристических достопримечательностей города. Поток туристов стимулировал развитие коммерции, активной ночной жизни и уличного искусства, увеличив плотность рабочих мест и центральность этих территорий. Примеров в южной части города много: Санта-Марта в Ботафаго, Контагало на Копакабане, Росинья, Леброн и многие другие. В то же время севера города этот процесс коснулся лишь частично.

Основные «белые» зоны в восточной части Рио объясняются гористым рельефом местности, который обусловливает невозможность сплошной застройки и, как следствие, рассредоточенной и неоднородной планировочной структуры города. В остальном заметен генеральный тренд: плотность мест приложения труда снижается с прибрежного вос-

тока на запад. Основные субцентры, о которых пойдет речь в следующей главе, расположены именно в освоенной восточной части, в ее пределах можно заметить отдельные ареалы с высокой плотностью, которые пространственно не всегда связаны друг с другом.

^{3.2} Автокорреляционный анализ кластеризации

Вычисление индекса Морана позволил выявить «горячие точки», кластеры территориальных единиц со статистически значимыми высокими и низкими значениями анализируемого показателя. По итогам анализа части районов присваивалось одно из четырех значений матрицы НН, НL, LH и LL. НН имеют единицы анализа с высоким значением при соседстве с ячейками, также обладающими высокими значениями плотности занятости. НL — для районов с высокой плотностью рабочих мест, окруженных, наоборот, районами с низкой. Первые складываются в кластеры, вторые могут быть интерпретированы как изолированные дискретные центры. По аналогии выполнялась типологизация районов с экстремально низкой плотностью (LH, LL). Белыми остались территориальные единицы, которые при установленном уровне статической значимости не проходили тест и их значения могли быть объяснены случайным распределением.

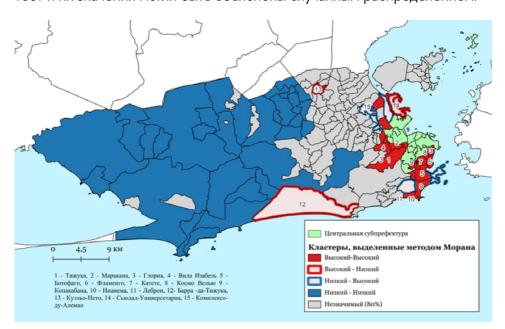


рис. 3. **Кластеризация плотности занятости через индекс Морана, 2020** источник: данные Data Rio [70], картосхема составлена автором

Результаты теста Морана для распределения рабочих мест за 2020 год представлены на рис. 3. Центральная субпрефектура была заранее исключена из анализа, так как для целей исследования необходимо было найти размещение центров второго порядка, которые априори сильно уступали бы центральному деловому району в абсолютных значениях.

К кластеру высоких значений НН относятся районы, примыкающие к историческому центру преимущественно с запада (Тижука, Маракана, Вила Изабель, Андараи) и юго-востока (Батофаго, Фламенго, Глориа, Ларанджейрас, Катече, Космо Велью, Копакабана, Ипанема) и образующие полифункциональную центральную зону Рио. Через них проходят основные транспортные магистрали города: Линия Вермельо на севере и Линия Амарело на юге. Прибрежные южные районы (Леброн, Ипанема, Фламенго, Санта-Тереза) — место проживания наиболее обеспеченных слоев населения с развитой транспортной и социальной инфраструктурой, являющееся также центром протяжения людей творческой сферы (художники, музыканты, литераторы). В южной зоне наблюдается огромное разнообразие всевозможных объектов из сферы обслуживания (кафе, гостиницы, рестораны, бутики, салоны красоты, ночные клубы и многое другое), практически нет проблем с безопасностью. Большинство районов выходит на основные пляжи города (Копакабана и Ипанема), где регулярно проходят бразильские карнавалы. Для северо-западных районов (Маракана, Тижука) и некоторых южных (Батофаго) характерно описанное ранее явление пасифицированных фавел, они преимущественно сохраняют свой уникальный колорит андеграунда, что привлекает не только туристов, но и инвесторов. Сегодня эти районы относительно безопасны днем, но интенсивность ночной жизни по сравнению с остальными районами этой категории низка. Для всех районов этой категории характерно постепенное развитие центральности, что проявляется в увеличении размера формального рынка труда. Однако из-за близости к историческому ядру к пригородным функциональным центрам они не относятся: развитие городской структуры через территориальное разрастание центра свойственно как полицентричным, так и моноцентричным системам.

К категории HL относятся районы Барра-да-Тижука, Куэльо Нето и Сьюдад-Университариа. Каждый из этих районов специфичен. Барра-да-Тижука — жилой пригород, спроектированный Луисом Костой в 1960-е годы. Большинство его жителей — представители местного высшего класса: политики, бизнесмены, артисты, спортсмены. Район отдален от центра города, сохраняет живописные природные ландшафты и имеет собственный пляж, вытянувшийся вдоль всего побережья. Жилая застройка представлена как современными высотными зданиями, так и индивидуальными частными домами с огражденными участками. Инфраструктура района предполагает использование автомобиля, на котором можно

доехать до многочисленных торговых центров, спортивных комплексов, киностудий, модных ресторанов и магазинов, поэтому Барра-да-Тижуку можно назвать самым американизированным районом Рио. Куэльо Нето - небольшой промышленный район, где сосредоточены фармацевтические предприятия. Здесь проживают преимущественно рабочие этих и других производств, сосредоточенных на севере города. Подробнее о промышленности Рио речь пойдет в следующей главе. Сьюдад-Университариа — район, занимающий отдельный остров к северу от основного города. Его территория была полностью передана муниципалитетом под кампусы и общежития федерального университета Рио-де-Жанейро. Здесь сформировался один из крупнейших научных и образовательных центров страны. Из категории НН необходимо добавить сюда район Копакабаны-Ипанемы, который достаточно отдален от исторического ядра и образует отдельный всемирно известный туристко-рекреационный кластер. Основная инфраструктура представлена гостиницами, пляжами, малыми и средними магазинами и кафе средней ценовой категории, здесь много достопримечательностей (к примеру, статуя Христа-Искупителя), регулярно проводятся всевозможные развлекательные мероприятия, ориентированные на иностранных туристов. Остальные районы из первой группы более-менее интегрированы в непрерывную центральную полифункциональную зону города.

Большинство районов на западе города образовали единый кластер с низкими значениями плотности занятости (LL), что вписывается в общие закономерности интенсивности использования территории муниципалитета и расположения основных природных резерватов. В свою очередь, районы категории LH сгруппированы вокруг центра, отображая его фактическую границу, которая на севере не выходит далеко за пределы официальной субпрефектуры. Последнее объясняется сохранением здесь непасифицированных фавел, в которых центральные функции не развиваются и субцентры не формируются. В качестве примера можно назвать район Комплексо-ду-Алемао.

3.3 Распределение промышленных и общественно-деловых территорий

Рио-де-Жанейро — один из крупнейших индустриальных центров Бразилии, специализирующийся как на легких (пищевая, текстильная, мебельная), так и на тяжелых (химическая, машиностроительная, металлургическая, а также электроника) отраслях промышленности. Исторически основной старый промышленный пояс проходил в центре города и на севере. В последней четверти XX века региональные и муниципальные вла-

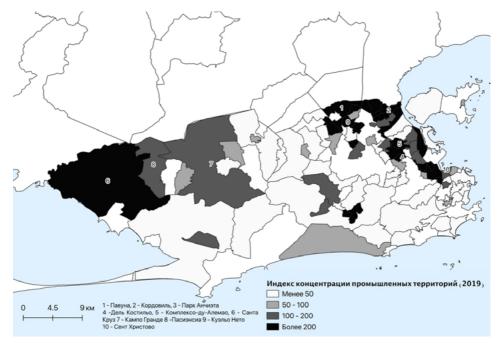


рис. 4. **Индекс концентрации промышленных территорий, 2019** источник: данные Data Rio [70], картосхема составлена автором

сти активно проводили политику выноса промышленных предприятий в соседние муниципалитеты и штаты, что объяснялось загрязнением природы и необходимостью интенсивного развития внутренних территорий города. Однако к 1990 году заводы и фабрики официально обеспечивали занятость 150 тыс. человек, поэтому эти меры вызвали острую критику со стороны левых сил. В начале 2000-х была принята новая программа, которая продолжала вектор на постепенную ревитализацию центра и срединной зоны, но она подразумевала поощрение формирования производственных зон на периферии муниципалитета при помощи налоговых льгот [71]. Ее результатом стало образование нового индустриального пояса в приграничных западных и северных районах, специализирующегося на инновационных и высокотехнологичных отраслях (производство электроники, медицинского и промышленного оборудования).

Распределение индекса концентрации промышленных территорий представлено на рис. 4. Высокими показателями индекса считаются значения более 200 (обеспеченность промышленными зонами района более чем в два раза выше среднего значения по муниципалитету), низкими — менее 50 (наоборот, территорий этого типа использования на единицу площади более чем в два раза меньше). Интервал от 50 до 200 (около среднего) отнесен к среднему рангу.

Можно заметить, что территории промышленного использования сосредоточены в кластере районов на севере муниципалитета: Павуна, Кордоволь, парк Анчиета, Дель Кастильо, Комплексо-ду-Алемао и другие. В более срединных районах сосредоточены преимущественно старые машиностроительные и металлургические предприятия, которых политика деиндустриализации еще не коснулась. Они образуют большой традиционный промышленный пояс севера Рио. На окраинных территориях (Павуна, парк Анчиета) есть и новые химические производства. Также выделяется группа районов на западе (Санта-Круз, Кампо-Гранде, Пасиенсиа), где расположены новые огромные по площади индустриальные парки, построенные после 2000 года. В пределах центра высокие значения индекса наблюдаются в основном в районах (к примеру, Сент Христово), где расположен торговый порт.

Таким образом, на предыдущем этапе нам практически не удалось обнаружить ключевые промышленные центры. Район Куэльо Нето хотя и входит в состав старого промышленного пояса, не является ключевым в нем, несколько мелких и средних фармацевтических предприятий не составляют специализацию города. Новый промышленный высокотехнологический пояс на западе и вовсе не был выявлен. Причина таких результатов — использование показателя плотности рабочих мест, который зависит от площади расчетной ячейки. Периферийные северные и западные районы в силу низкой застроенности и большой территории получили относительно низкий показатель, исключением стал только некрупный Куэльо Нето. Для идентификации центров на базе промышленности выбранный метод не будет репрезентативным, для преодоления возникшей проблемы необходимы более дробные единицы анализа.

Распределение индекса концентрации общественно-деловых территорий представлено на рис. 5. Высокими показателями индекса также считаются значения более 200 (обеспеченность общественно-деловыми пространствами района более чем в два раза выше среднего значения по муниципалитету), низкими — менее 50. К общественно-деловым пространствам отнесены территории торгово-офисного, образовательного, здравоохранительного использования. Это те функции, развитие которых предполагается в рамках сервисного обслуживающего центра.

Общественно-деловые территории распределены по районам более равномерно. Высокими значениями обладает центральная зона города, где велика плотность различных коммерческих объектов и сосредоточены основные офисные помещения города. Более интересными для моей цели будут некоторые отдаленные районы в северной части, также получившие максимальный ранг: Павуна, Вила-Милитар, Гуадалупе. Павуна — это старый северный район, где относительно много торговых объектов: круглогодичная ярмарка, несколько рынков, небольшие магазины бытовой

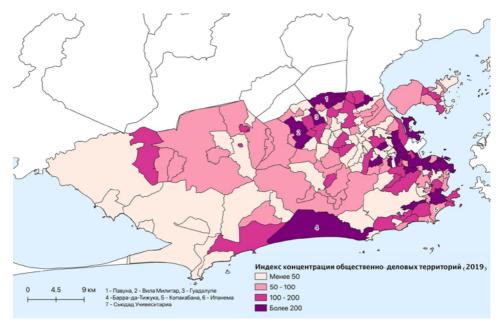


рис. 5. Индекс концентрации общественно-деловых территорий, 2019 источник: данные Data Rio [70], картосхема составлена автором

техники и обуви, закусочные. Его отличают доступные для местного населения цены. Вила-Милитар и Гуадалупе — немного другая история, это богатые и безопасные (рядом военная база) «зеленые» пригороды с развитым ритейлом и коммерцией (торговые, спортивные центры), покрывающими спрос со стороны местного сообщества. Еще более престижная Барра-да-Тижука на южном побережье и район-остров Сьюдад-Университариа тоже демонстрируют максимальный индекс, но они уже обсуждались выше. Удивительно, но Копакабана-Ипанема на рис. 5 отнесена к территориям со средним значением индекса, что может быть связано с крайне плотной жилой застройкой, занимающей подавляющую площадь административного района, начиная с 3-4-й линии от туристического побережья, а основную занятость обеспечивает сама прибрежная полоса. Опираясь на личное впечатление от посещения города, могу предположить, что здесь возможен также недоучет фактических гостиничных помещений, потому что многие юридически жилые здания даже при некотором отдалении от океана на практике оказываются мини-отелями, хостелами и небольшими лавками.

Таким образом, расчет индекса Морана по плотности занятости позволил частично определить несколько общественно-деловых пригородных субцентров, которые подтверждаются данными о фактическом использовании территории. Однако при более детальном рассмотрении обнаруживается еще несколько таких районов, которые на прошлом этапе не прошли статический тест. Скорее всего, дело в той же проблеме слишком крупных единиц анализа.

4 Обсуждение и заключение

На основе эмпирических данных гипотеза о перераспределении баланса центральности в сторону периферии и развивающейся на этом фоне полицентричности в целом подтверждается. Вокруг исторического ядра Рио-де-Жанейро при сохранении его доминирующего положения складывается сеть функциональных пригородных центров (рис. 6): сервисных (Барра-да-Тижука, Вила-Милитар, Гуадалупе), образовательных (Сьюдад-Университариа), туристско-рекреационных (Копакабана-Ипанема) и производственных (парк Анчиета, Санта-Круз, Кампо-Гранде, Павуна). Эти центры служат источником экономического развития всего города и штата.

На последней стадии урбанизации синхронно происходит и другой процесс: разрастание самой центральной зоны в южном и северном направлениях через пасификацию фавел (Ботафаго, Маракана, Глориа) и ревитализацию старых промышленных зон (Фламенго, Катете, Космо Велью). Тезис других авторов [17] о возникшей на фоне стихийной метрополизации гибридной пространственной структуры латиноамериканских

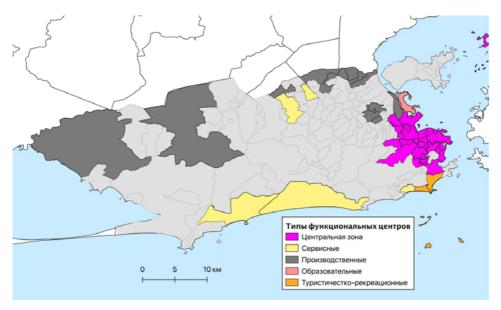


рис. б. Пригородные функциональные центры Рио-де-Жанейро источник: картосхема составлена автором

городов справедливо и для Рио-де-Жанейро: наблюдается тот же механизм возникновения центров второго порядка вдоль основных автомагистралей или в местах реорганизации промышленности.

Наиболее интересным представляется возникновение постиндустриальных обслуживающих центров на базе жилой пригородной застройки. В этом контексте было бы некоторым преувеличением говорить о полноценных в американском понимании постпригородах, хотя часть авторов применяет этот термин к относительно похожим территориям в Сантьяго [56]. Однако в любом случае процессы в отдельных традиционно жилых районах идут примерно в этом направлении, формируя схожие с поправкой на локальный контекст морфотипы застройки. Актуален вопрос о том, насколько такая полицентричность города в условиях высокого уровня социального неравенства поддерживает или нивелирует существующие контрасты, но он выходит за рамки темы этой работы.

Основной недостаток примененной методики состоит в том, что укрупненные и неоднородные по площади единицы анализа сильно влияют на чувствительность метода к обнаружению центров. Использование разных наборов данных о занятости и фактическом использовании территории частично снизило влияние этого ограничения. Применение более дробной и равномерной сетки позволит повысить точность результатов и установить реальные границы каждого центра. В будущих исследованиях Рио-де-Жанейро может быть изучен уже через призму функционального полицентризма на уровне одноименного статистического микрорегиона, мезорегиона агломерации Рио-де-Жанейро или даже макрорегиона Юго-Востока Бразилии для проверки гипотезы о возможном формировании мегалополиса Сан-Рио.

Крупнейшие города — ключевые полюсы экономического роста в Латинской Америке. Динамичные изменения в экономической и политической сферах приводят к активной трансформации пространственной структуры города. Рио-де-Жанейро — яркий пример процессов развития полицентричности в мегаполисах развивающейся части мира. При этом локальные исторические факторы определяют специфику и специализацию формирующихся здесь функциональных центров. Со временем текущая динамика рынка занятости приведет к усилению роли субцентров в планировочной структуре и города, и агломерации.

Источники

- 1. Anas A., Kim I. General Equilibrium Models of Polycentric Urban Land Use with Endogenous Congestion and Job Agglomeration // Journal of Urban Economics. 1996. Vol. 40. No. 2. P. 232–256.
- Barbonne R., Villeneuve P., Theriault M. Spatial Dynamics of Local Labour Markets in the Quebec City Metropolitan Field, 1981-2001. La Dynamique Spatiale Des Marches Locaux De L'emploi Au Sein Du Champ Metropolitain de Quebec, 1981–2001 // The Canadian Geographer. 2007. Vol. 51. No. 3. P. 303–323.
- Barros Antunes Campos R. et al. Employment Sub-Centers in a Megacity from a Developing Country: The Case of the Municipality of São Paulo, Brazil // Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo (NEREUS). 2019. No. 5–2019.
- 4. Blanco L., Grier R. Natural Resource Dependence and the Accumulation of Physical and Human Capital in Latin America // Resources Policy. 2012. Vol. 37. No. 3. P. 281–295.
- Cai J., Huang B., Song Y. Using Multi-source Geospatial Big Data to Identify the Structure of Polycentric Cities // Remote Sensing of Environment, 2017. Vol. 202. P. 210–221.
- 6. Carreau J. Edge City: Life on the New Frontier. New York: Anchor Books, 1991.
- 7. Carvalho B. Porous City: A Cultural History of Rio de Janeiro (from the 1810s Onward). Oxford University Press, 2013. T. 9.
- Chong Z., Pan S. Understanding the Structure and Determinants of City Network through Intra-Firm Service Relationships: The Case of Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area // Cities. 2020. Vol. 103. P. 102738.
- 9. Roca Cladera J., Marmolejo Duarte C. R., Moix M. Urban structure and polycentrism: Towards a redefinition of the sub-centre concept // Urban Studies. 2009. T. 46. №. 13. C. 2841–2868.
- 10. Coffey W.J., Shearmur R.G. Agglomeration and Dispersion of High-Order Service Employment in the Montreal Metropolitan Region, 1981-96 // Urban studies. 2002. Vol. 39. No. 3. P. 359–378.
- 11. Craig S.G., Ng P.T. Using Quantile Smoothing Splines to Identify Employment Subcenters in a Multicentric Urban Area // Journal of Urban Economics. 2001. Vol. 49. No. 1. P. 100–120.

- 12. Dadashpoor H., Afaghpoor A., Allan A. A Methodology to Assess the Spatial Configuration of Urban Systems in Iran from an Interaction Perspective // GeoJournal. 2017. Vol. 82. No. 1. P. 109–129.
- 13. David L., Halbert L. Finance Capital, Actor-Network Theory and the Struggle over Calculative Agencies in the Business Property Markets of Mexico City Metropolitan Region // Regional Studies. 2014. Vol. 48. No. 3. P. 516–529.
- 14. Derudder B. et αl. Polycentric Urban Regions: Conceptualization, Identification and Implications // Regional Studies. 2022. Vol. 56. No. 1. P. 1–6.
- 15. Dökmeci V., Berköz L. Transformation of Istanbul from a Monocentric to a Polycentric City // European Planning Studies. 1994. Vol. 2. No. 2. P. 193–205.
- 16. Escamilla J.M., Cos C.C., Cárdenas J.S. Contesting Mexico City's Alleged Polycentric Condition through a Centrality-Mixed Land-Use Composite Index // Urban Studies. 2016. Vol. 53. No. 11. P. 2380–2396.
- 17. Fernández-Maldonado A.M. et al. Polycentric Structures in Latin American Metropolitan Areas: Identifying Employment Sub-Centres // Regional Studies. 2014. Vol. 48. No. 12. P. 1954–1971.
- 18. Finka M., Kluvánková T. Managing Complexity of Urban Systems: A Polycentric Approach // Land Use Policy. 2015. Vol. 42. P. 602–608.
- 19. Fujita M., Ogawa H. Multiple Equilibria and Structural Transition of Non-Monocentric Urban Configurations // Regional Science and Urban Economics. 1982. Vol. 12. No. 2. P. 161–196.
- Garcia-López M.À. Population Suburbanization in Barcelona, 1991–2005: Is its Spatial Structure Changing? // Journal of Housing Economics. 2010. Vol. 19. No. 2. P. 119–132.
- 21. Garreau J. Edge City: Life on the New Frontier. 1992.
- 22. Gibbs J. P. The Evolution of Population Concentration // Economic Geography. 1963. Vol. 39. No. 2. P. 119–129.
- 23. Giuliano G., Small K.A. Subcenters in the Los Angeles Region // Regional Science and Urban Economics. 1991. Vol. 21. No. 2. P. 163–182.
- 24. *Giuliano G., Small K.A.* The Determinants of Growth of Employment Subcenters // Journal of Transport Geography. 1999. Vol. 7. No. 3. P. 189–201.
- 25. *Gotham K.F.* International Perspectives on Suburbanization: A Post-Suburban World? New York, NY: Palgrave Macmillan, 2013.

- 26. Guillain R., Gallo J. L., Boiteux-Orain C. The Evolution of the Spatial and Sectoral Patterns in Ile-De-France over 1978–1997 // 44th Congress of the European Regional Science Association: "Regions and Fiscal Federalism", 25th — 29th August 2004, Porto, Portugal, 2004.
- 27. Halleux J.M., Treffer M., Maldague H. Polycentricity and Multipolarisation of Urban Outskirts: From Polycentric Urban Region to Megapolitan Region // Cities. 2021. Vol. 119. P. 103390.
- 28. Hanlon B. Book Review: Suburbanization in Global Society, Suburban Governance: A Global View, and Global Suburbs: Urban Sprawl from the Rio Grande to Rio de Janeiro // Journal of Planning Education and Research. 2017. Vol. 37. № 1. P. 118–121.
- Hoyler M., Kloosterman R.C., Sokol M. Polycentric Puzzles Emerging Mega-city Regions Seen through the Lens of Advanced Producer Services // Regional studies. 2008. Vol. 42. No. 8. P. 1055–1064.
- 30. Humer A., Cardoso R., Meijers E. Breaking with the Spatial-Cycle Model: The Shift towards 'Syncurbanization' in Polycentric Urban Regions // Regional Studies. 2022. Vol. 56. No. 1. P. 21–35.
- 31. Jauregui-Fung F. et al. Anatomy of an informal transit city: Mobility analysis of the metropolitan area of Lima //Urban Science. 2019. T. 3. No. 3. C. 67.
- 32. *Jenks M., Kozak D., Takkanon P.* World Cities and Urban Form: Fragmented, polycentric, Sustainable? London: Routledge, 2013.
- 33. *Jin X. et al.* Evolution of Spatial Structure Patterns of City Networks in the Yangtze River Economic Belt from the Perspective of Corporate Pledge Linkage // Growth and Change. 2020. Vol. 51. No. 2. P. 833–851.
- 34. Kim H., Lee N.Y., Kim S.N. Suburbia in Evolution: Exploring Polycentricity and Suburban Typologies in the Seoul Metropolitan Area, South Korea // Land use policy. 2018. Vol. 75. P. 92–101.
- 35. Kloosterman R.C., Musterd S. The Polycentric Urban Region: towards a Research Agenda // Urban studies. 2001. Vol. 38. No. 4. P. 623–633.
- 36. Kumar S., Ghosh S., Singh S. Polycentric Urban Growth and Identification of Urban Hot Spots in Faridabad, the Million-Plus Metropolitan City Of Haryana, India: A Zonal Assessment Using Spatial Metrics and GIS // Environment, Development and Sustainability. 2021. No. 24. P. 1–41.
- 37. Lang R.E., LeFurgy J.B. Boomburbs: The Rise of America's Accidental Cities. Washington, DC: Brookings Institution Press, 2007.

- 38. Lemoy R., Raux C., Jensen P. Exploring the Polycentric City with Multi-Worker Households: An Agent-Based Microeconomic Model // Computers, Environment and Urban Systems. 2017. Vol. 62. P. 64–73.
- 39. Liu K., Murayama Y., Ichinose T. Using a New Approach for Revealing the Spatiotemporal Patterns of Functional Urban Polycentricity: A Case Study in the Tokyo Metropolitan Area // Sustainable Cities and Society. 2020. Vol. 59. P. 102176.
- 40. Lv Y. et al. Detecting the True Urban Polycentric Pattern of Chinese Cities in Morphological Dimensions: A Multiscale Analysis Based on Geospatial Big Data // Cities. 2021. Vol. 116. P. 103298.
- 41. McDonald J.F. The Identification of Urban Employment Subcenters // Journal of Urban Economics. 1987. Vol. 21. No. 2. P. 242–258.
- 42. McMillen D.P. et al. Polycentric Urban Structure: The Case of Milwaukee // Economic Perspectives-Federal Reserve Bank of Chicago. 2001. Vol. 25. No. 2. P. 15–27.
- 43. McMillen D.P. Nonparametric Employment Subcenter Identification // Journal of Urban Economics. 2001. Vol. 50. No. 3. P. 448–473.
- 44. McMillen D.P., McDonald J.F. Suburban Subcenters and Employment Density in Metropolitan Chicago // Journal of Urban Economics. 1998. Vol. 43. No. 2. P. 157–180.
- 45. Mesquita L. P. Do Policentrismo as Areas Funcionais Urbanas (FUAs): Uma Proposicao Inicial Metologica // VIII Semana Acadêmica do Curso de Geografia da UFFS-Campus Erechim. 2019. Vol. 1. No. 1.
- 46. Mezα O. D. et αl. Intermunicipal Cooperation in Metropolitan Regions in Brazil and Mexico: Does Federalism Matter? // Urban Affairs Review. 2019. Vol. 55. No. 3. P. 887–922.
- 47. Motte B. et αl. Commuting Patterns in the Metropolitan Region of Rio de Janeiro. What Differences between Formal and Informal Jobs? // Journal of Transport Geography. 2016. Vol. 51. P. 59–69.
- 48. Motte B. et al. Commuting Patterns in the Metropolitan Region of Rio de Janeiro. What Differences between Formal and Informal Jobs? // Journal of Transport Geography. 2016. Vol. 51. P. 59–69.
- 49. Murakami J., Chang Z. Polycentric Development under Public Leasehold: A Spatial Analysis of Commercial Land Use Rights // Regional Science and Urban Economics. 2018. Vol. 71. P. 25–36.
- 50. *Natalia V.V., Heinrichs D.* Identifying Polycentricism: A Review of Concepts and Research Challenges // European Planning Studies. 2020. Vol. 28. No. 4. P. 713–731.

- 51. *Nicolaides B., Wiese A.* Suburbanization in the United States after 1945 // Oxford Research Encyclopedia of American History, 2017.
- 52. Pereira Costa S.A., Perna S.A. The Continuous Expansion of Brazilian Cities: The Case of The City of Belo Horizonte // Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability. 2015. Vol. 8. No. 1. P. 57–81.
- 53. Pessoα R. P. P. Em Busca de uma Definição de Policentrismo Urbano para as Metrópoles Brasileiras // Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD. 2012. No. 120. P. 297–318.
- 54. *Phelps N.A.* Sequel to Suburbia: Glimpses of America's Suburban Future. Cambridge, MA: The MIT Press, 2015.
- 55. *Phelps N.A., Wood A.M.* The New Post-Suburban Politics? // Urban Studies. 2011. Vol. 48. No. 12. P. 2591–2610.
- 56. Phelps N.A., Wu F. Introduction: International perspectives on Suburbanization: A Post-suburban World? // International Perspectives on Suburbanization. London: Palgrave Macmillan, 2011. P. 1–11.
- 57. Rauhut D. Polycentricity One Concept or Many? // European Planning Studies. 2017. Vol. 25. No. 2. P. 332–348.
- 58. Roca Cladera J., Marmolejo Duarte C. R., Moix M. Urban Structure and Polycentrism: Towards a Redefinition of the Sub-Centre Concept // Urban Studies. 2009. Vol. 46. No. 13. P. 2841–2868.
- 59. Rodríguez Vignoli J. Movilidad Cotidiana, Desigualdad Social y Segregación Residencial en Cuatro Metrópolis de América Latina // EURE (Santiago). 2008. Vol. 34. No. 103. P. 49–71.
- 60. Silva G., Fonseca M.L. São Paulo, City-Region: Constitution and Development Dynamics of the São Paulo Macrometropolis // International Journal of Urban Sustainable Development. 2013. Vol. 5. No. 1. P. 65–76.
- 61. Suárez M., Delgado J. Is Mexico City Polycentric? A Trip Attraction Capacity Approach // Urban Studies. 2009. Vol. 46. No. 10. P. 2187–2211.
- 62. Sweeney G., Hanlon B. From Old Suburb to Post-suburb: The Politics of Retrofit in the Inner Suburb of Upper Arlington, Ohio // Journal of urban affairs. 2016. Vol. 39. Iss. 2. P. 241–259.
- 63. Taubenböck H. et al. Measuring Morphological Polycentricity: A Comparative Analysis of Urban Mass Concentrations Using Remote Sensing Data // Computers, Environment and Urban Systems. 2017. Vol. 64. P. 42–56.

- 64. Tsiotαs D., Axelis N., Polyzos S. A Methodological Framework for Defining City Dipoles in Urban Systems Based on a Functional Attribute // Cities. 2021. Vol. 119. P. 103387.
- 65. Veneri P. The Identification of Sub-Centres in Two Italian Metropolitan Areas: A Functional Approach // Cities. 2013. Vol. 31. P. 177–185.
- 66. Yang Z. et al. Using Nighttime Light Data to Identify the Structure of Polycentric Cities and Evaluate Urban Centers // Science of the Total Environment. 2021. Vol. 780. P. 146586.
- 67. Zhang T. et al. Polycentricity or Dispersal? The Spatial Transformation of Metropolitan Shanghai // Cities. 2019. Vol. 95. P. 102352.
- 68. Zhao M., Chen C. Polycentric Network Organization of Mega-City Regions in Yangtze River Delta // Procedia Earth and Planetary Science. 2011. Vol. 2. P. 309–314.
- 69. Zhong C. et al. Identifying Spatial Structure of Urban Functional Centers Using Travel Survey Data: A Case Study of Singapore // COMP '13: Proceedings of The First ACM SIGSPATIAL International Workshop on Computational Models of Place, 2013. P. 28–33.
- 70. Data Rio. Режим доступа: https://www.data.rio (дата обращения 01.05.22).
- 71. Gênese e desenvolvimento no bojo do espaço industrial carioca // Universidade Federal Fluminense Departamento de Geografia Programa de Pós-Graduação em Geografia Distritos Industriais da Cidade do Rio de Janeiro, 2008. Режим доступа: https://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-103553/distritos-industriais-da-cidade-do-rio-de-janeiro-genese-e-desenvolvimento-no-bojo-do-espaco-industrial-carioca (дата обращения 01.05.22).

Вопросы городского и регионального развития все чаще возникают на авансцене как глобальной повестки, так и национальных задач в настройке пространства, в котором мы обитаем, к условиям современного уклада жизни.

В собрании исследовательских работ студентов Высшей школы экономики представлен набор аналитических текстов, фокус которых сводится к выявлению широкого спектра актуальных проблем современного города и региона в России и предложениям по их разрешению. Во многом идеи из данного сборника могут лечь в основу принципиально новых подходов к развитию, управлению и содержанию территорий отечественных городов.