

И. А. Логвинов<sup>1</sup>, С. С. Лачининский<sup>2</sup>, Т. Р. Нуреев<sup>3</sup>

## СОЗДАНИЕ НАБОРА ДАННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ГИС.ЖКХ И ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ: ПРИНЦИПЫ, ИНСТРУМЕНТЫ, РЕЗУЛЬТАТЫ

### АННОТАЦИЯ

Исследование проведено в целях описания методики создания набора данных о жилых домах на основе данных ГИС.ЖКХ и анализа полученного набора данных. В данном исследовании представлена методика создания набора данных о жилых домах на основе информации из Государственной информационной системы жилищно-коммунального хозяйства (ГИС.ЖКХ). Основными исходными данными стали реестр объектов жилого фонда ГИС.ЖКХ и данные о городской застройке (built-up) от лаборатории кафедры географических наук университета Мэриленда, проекта Global Land Analysis and Discovery (GLAD). Для получения данных использованы методы автоматизированного сбора информации Интернет-сайтов (web scrapping). Полученный набор данных является более точным и имеет больше сведений о зданиях по сравнению с аналогами. Проведена классификация жилой застройки многоквартирных домов и индивидуальной жилой застройки, в результате чего получены кластеры уплотнения жилой застройки и кластеры нового освоения территории. Несмотря на свою эффективность, разработанная методика имеет ограничения, такие как неточности исходных данных и возможные ограничения доступа к информации из ГИС.ЖКХ в будущем. Однако она представляет собой важный шаг к улучшению методов анализа жилой застройки городов и может служить основой для дальнейших исследований в этой области. Разработанная методика позволяет создать воспроизводимые результаты и применима не только для Санкт-Петербургской агломерации, но и для других территорий России. Освещаемые в работе алгоритмы получения и обработки данных городской застройки могут быть использованы исследователями городской среды, местными органами власти, организациями в сфере территориального планирования и градостроительства.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** городская агломерация, жилищное строительство, ГИС, данные ГИС.ЖКХ, данные Global Land Analysis and Discovery

---

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, Университетская набережная, д. 7/9, Санкт-Петербург, Россия, 199034, *e-mail: ilia.logwinov@yandex.ru*

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, Университетская набережная, д. 7/9, Санкт-Петербург, Россия, 199034, *e-mail: lachininsky@gmail.com*

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, Университетская набережная, д. 7/9, Санкт-Петербург, Россия, 199034, *e-mail: t.r.nureev@yandex.ru*

Ilia A. Logvinov<sup>1</sup>, Stanislav S. Lachininskii<sup>2</sup>, Timur R. Nureev<sup>3</sup>

**CREATION OF A DATASET FOR THE STUDY OF SPATIAL AND TEMPORAL DYNAMICS OF HOUSING CONSTRUCTION BASED ON STATE INFORMATION SYSTEM OF HOUSING AND COMMUNAL SERVICES DATA AND REMOTE SENSING DATA: PRINCIPLES, TOOLS, RESULTS**

**ABSTRACT**

The study was conducted in order to describe the methodology for creating a dataset on residential buildings based on GIS data, housing and communal services and analysis of the resulting dataset. This study presents a methodology for creating a dataset on residential buildings based on information from the State Information System of Housing and Communal Services (GIS.Housing and communal services). The main initial data were the register of housing stock GIS.housing and communal services, and data on urban development (built-up) from the laboratory of the Department of Geographical Sciences of the University of Maryland, the Global Land Analysis and Discovery (GLAD) project. To obtain the data, methods of automated collection of information from Internet sites (web scraping) were used. The resulting dataset is more accurate and has more information about buildings compared to the analogues. The classification of residential buildings, including apartment buildings and individual residential buildings was carried out, as a result clusters of the residential buildings compaction and clusters of new territory development were obtained. Despite its effectiveness, the developed methodology has limitations, such as inaccuracies in the source data and possible restrictions on access to information from GIS.housing and communal services in the future. However, it represents an important step towards improving the methods of analyzing urban residential development and can serve as a basis for further research in this area. The developed methodology allows creating reproducible results and is applicable not only for the St. Petersburg agglomeration, but also for other territories of Russia. The algorithms of obtaining and processing urban development data covered in the work can be used by the urban environment researchers, local authorities, organizations engaged in territorial planning and urban planning.

**KEYWORDS:** metropolitan area, housing construction, GIS, State information system of housing and communal services data, Global Land Analysis and Discovery data

**ВВЕДЕНИЕ**

Возможности применения геоинформационного анализа в различных сферах жизни общества активно растут в последние десятилетия. Это позволяет исследователям и практикам получать необходимые пространственные данные, сбор, обработка и анализ которых становятся существенно более доступными в наши дни [Маркова, Тикунов, 2022].

Городские исследования являются одной из сфер, где увеличивается использование пространственных данных и применение геоинформационного анализа [Панин и др., 2021]. Это обусловлено сложностью и особенностями объекта городских исследований — городского пространства. Городское пространство крайне неоднородно в плане своей пространственной структуры, а также динамично изменяется. Функциональные (варианты

<sup>1</sup> St. Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, 7/9, Universitetskaia emb., St. Petersburg, 199034, Russia, e-mail: [ilia.logvinov@yandex.ru](mailto:ilia.logvinov@yandex.ru)

<sup>2</sup> St. Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, 7/9, Universitetskaia emb., St. Petersburg, 199034, Russia, e-mail: [lachininsky@gmail.com](mailto:lachininsky@gmail.com)

<sup>3</sup> St. Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, 7/9, Universitetskaia emb., St. Petersburg, 199034, Russia, e-mail: [t.r.nureev@yandex.ru](mailto:t.r.nureev@yandex.ru)

землепользования) и морфологические (этажность застройки, взаиморасположение домов и др.) свойства пространства города влияют на удобство и комфортность городской среды, эффективность организации и управляемость пространства, что в конечном счете влияет на социально-экономическое развитие города как системы [Conzen, 2004]. Одним из важных элементов городского пространства является жилая застройка. Она влияет на систему расселения, размещение рабочих мест, маятниковые миграции и транспортные потоки в целом в городах [Куричева, 2017].

В современных городских исследованиях используются данные о жилых домах, распространяемые во многих странах в формате реестров с информацией о каждом доме и его адресе [Логвинов, Лачининский, 2023]. Это позволяет исследовать морфотипы жилой застройки [Лымарь и др., 2021], систему расселения городов [Головин и др., 2021; Pirowski, Bartoř, 2018], особенности жилого фонда городов [Барышкин, Алексеенко, 2022], моделировать энергетическую систему городов [Chen et al., 2019], создавать карты возраста зданий<sup>1</sup> анализировать пространственно-временную динамику жилой застройки [Логвинов, Лачининский, 2023]. В большинстве исследований российских городов используются открытые данные Фонда Развития Территорий (ФРТ), ранее открытые данные *реформы жилищного коммунального хозяйства* (ЖКХ)<sup>2</sup>. Однако эти данные обладают рядом недостатков, снижающими возможности их использования и объективность исследований на их основе: отсутствуют данные о домах, введенных после 2019 г., отсутствуют сведения об объектах индивидуального жилищного строительства (ИЖС). Данная проблема решается через использование данных OSM [Головин и др., 2021] или дистанционного зондирования Земли [Лачининский и др., 2023]. Отсутствует часть данных по домам (порядка 10–15 % [Лачининский и др., 2023]) и важная атрибутивная информация (например, сведения об износе жилого фонда и даты инвентаризации жилого фонда). Устранить данные недостатки, а также расширить возможности и объективность исследования, позволяют данные реестра объектов жилищного фонда (ОЖФ) государственной информационной системы жилищно-коммунального хозяйства (ГИС.ЖКХ)<sup>3</sup>. Выбранный тип данных практически не используется в городских исследованиях и обладает рядом специфических особенностей, препятствующих их активному использованию. Соответственно, целью данной работы является описание методики создания набора данных о жилых домах на основе данных ГИС.ЖКХ и анализ полученного набора данных. На основе описанной далее методики (которая по мнению авторов не является оптимальной с точки зрения скорости извлечения данных и доступности для всех городских исследователей) возможно внедрение полученного вида данных в городские исследования жилой застройки городов в целом.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Учитывая недостатки данных ФРТ, целесообразно использовать другой источник данных. Таким источником данных является реестр объектов жилищного фонда (ОЖФ) из государственной информационной системы ЖКХ (ГИС.ЖКХ). Преимуществ у данного источника данных несколько. Во-первых, реестр объектов жилищного фонда содержит в себе сведения не только о многоквартирных домах (МКД), но и об ИЖС, общежитиях. Это позволяет рассмотреть большую часть жилого фонда городских агломераций.

<sup>1</sup> Карты возраста зданий. Электронный ресурс: <https://archi.ru/russia/68366/karty-vozrasta-zdaniy> (дата обращения 31.03.2023)

<sup>2</sup> Открытые данные: Фонд Развития Территорий. Электронный ресурс: <https://xn--80aq1a.xn--p1aee.xn--p1ai/opendata?gid=2276347&page=1&pageSize=60> (дата обращения 20.04.2024)

<sup>3</sup> Реестр объектов жилищного фонда: ГИС.ЖКХ. Электронный ресурс: <https://dom.gosuslugi.ru/#!/houses> (дата обращения 20.04.2024)

Исключением являются сведения о домах в составе некоммерческих товариществ населения (СНТ, ДНТ и др.), для которых в целом не присвоен адрес. Во-вторых, набор атрибутивной информации об объектах МКД в системе ГИС.ЖКХ шире. Имеются сведения о физическом износе зданий, принадлежности к региональному или муниципальному жилому фонду, что существенно увеличивает возможности для анализа жилой застройки. В-третьих, сведения реестра ГИС.ЖКХ продолжают обновляться, в отличие от данных ФРТ. Сведения о новых жилых домах в открытые данные фонда перестали вносить с 2020 г. В-четвертых, в данных реестра объектов жилищного фонда есть сведения о снесенных домах. Это позволяет рассматривать процессы реновации жилой застройки в городах в последнее десятилетие. В-пятых, помимо адреса в соответствии с федеральной информационно адресной системой (ФИАС) имеется кадастровый номер объекта капитального строительства. Соответственно, при наличии координат объекта капитального строительства возможно получить его координаты на основе парсеров публичной кадастровой карты, например, модуля для QGIS “rosreestr-search-qgis-plugin”.

Реестр объектов жилищного фонда не используется, скорее всего, из-за формата предоставления данных. По сути, в рамках системы не предоставляется 1 файл .csv для территории. Вместо этого есть возможность выгрузить весь реестр ОЖФ одним архивом, состоящим из порядка 203 файлов типа .csv, хранящих по 250 тыс. записей (ограничения размера). Каждая запись соответствует жилому помещению, т. е. это квартиры в МКД и жилые дома (ИЖС)<sup>1</sup>. Соответственно, при извлечении данных и выделении именно целых МКД и отдельных объектов ИЖС появляется дополнительная проблема, связанная с тем, что представлены не все сведения об объектах жилищного фонда. Из основных необходимых для исследования данных имеются только сведения об адресе, площади (жилой, не жилой, всего), типе дома (многоквартирный, ИЖС, дом блокированной застройки), состоянии (аварийный, ветхий, исправный или прочерк). Этого недостаточно для анализа пространственно-временной динамики жилой застройки.

Решить данную проблему возможно при помощи сбора данных из ГИС.ЖКХ. Это было реализовано с помощью извлечения данных из кода HTML. HTML (HyperText Markup Language) — это основной язык разметки Интернет-страниц. Код HTML, передаваемый от сервера по протоколам, интерпретируется в интерфейс, отображаемый на экране монитора. Данные о доме в системе ГИС.ЖКХ формируются в паспорт, имеющий стандартный табличный вид, и, соответственно, однообразный HTML код. Например, код для отображения сведений о количестве подъездов в доме имеет следующий вид (рис. 1).

Извлечение данных из кода HTML в общем виде именуется “web scraping” и, более конкретно, HTML parsing [Dogucu, Çetinkaya-Rundel, 2021]. Для web scraping зачастую используют либо библиотеку “Beautiful Soup” для языка программирования Python, позволяющую извлекать информацию из языков разметки (html, xml) [Hadi et al., 2020], либо готовое программное обеспечение (парсер), как, например, расширение Data.Miner для браузера Google.Chrome [Hadi et al., 2020]. С помощью web scraping зачастую извлекаются пространственные данные из социальных сетей [Zdonek, 2022], агрегаторов недвижимости [Souza et al., 2021], сведения о точках интереса (POI) и данные о домах [Chen et al., 2023].

Для извлечения данных было использовано готовое решение в виде расширения для браузера Google Chrome iDatica. iDatica — это бесплатное расширение браузеров для парсинга сайтов, которое позволяет собирать данные с сайтов в автоматизированном

---

<sup>1</sup> Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 188-ФЗ (ред. от 06.04.2024). Электронный ресурс: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51057/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51057/) (дата обращения 20.04.2024)

режиме и сохранять в файл, например, формата .csv<sup>1</sup>. В iDatica данные извлекаются при помощи считывания сведений, находящихся в конкретной части документа HTML, т. е. с помощью XPath<sup>2</sup>. Соответственно, парсер позволяет выгрузить все сведения, которые представлены в данном пути (XPath). Для выгрузки данных об МКД был использован сервис ГИС.ЖКХ «Электронный паспорт дома», в котором представлены все сведения из ГИС.ЖКХ о доме.

```

▼<label class="form-base__control-label ng-binding">
  " 2.10. Количество подъездов в многоквартирном доме "
  <!-- ngIf: item.valueFromRR -->
  </label>
</td>
▶<td colspan="1" class="attr-body-td-param-value" ng-class="{
  'attr-body-td-first': $first,
  'attr-body-td-last': $last
}">
▼<td colspan="1" class="attr-body-td-param-value" ng-class="{
  'attr-body-td-first': $first,
  'attr-body-td-last': $last
}">
  <!-- ngIf: !isFileParam(item) -->
  ▼<div ng-if="!isFileParam(item)" class="col-xs-12 ng-scope" style="padding-top: 10px; padding-bottom: 10px;" ng-switch="type"> == $0
    <label class="form-base__control-label ng-binding" ng-class="{ 'wordBreak': wordBreakText(item)}"> 3 </label>
  </div>
  <!-- end ngIf: !isFileParam(item) -->
  <!-- ngIf: isFileParam(item) -->
  </td>
</tr>
<!-- end ngRepeat: item in itemList -->

```

*Рис. 1. HTML код, соответствующий сведениям о количестве подъездов в многоквартирном доме в системе ГИС.ЖКХ (электронный паспорт дома)*  
*Fig. 1. HTML code corresponding to information about the number of entrances in an apartment building in the GIS.HCS (electronic passport of the house)*

Для выгрузки данных в качестве XPath была выбрана вся таблица об объекте жилищного фонда, что позволило выгружать все сведения об объекте разом. Переход между электронными паспортами домов (по факту, интернет-страницами) происходил автоматизировано через режим перехода «Список URL». Список URL был сформирован на основе поля «Глобальный уникальный идентификатор дома» (т. е. GUID для домов) исходных данных реестра ОЖФ (рис. 2). Список URL формировался путем замены части строки, содержащей GUID, на соответствующий дому идентификатор, при сохранении постоянной части (<https://dom.gosuslugi.ru/#!/passport/show?houseGuid=>), для чего опробовано программное обеспечение SQLite Studio и MS Excel, при рассматриваемом объеме данных разница в скорости обработки данных незначительна.

Эмпирически было определено, что в системе ГИС.ЖКХ в целях защиты сервера от информационных атак используется задержка загрузки страницы порядка 3–5 сек. Поэтому для выгрузки использовался интервал между запросами в 10 сек. Например, для выгрузки сведений о 1257 домах Васильевского острова было потрачено 12570 сек. или 3,5 ч.

<sup>1</sup> Расширение браузера для парсинга -iDatica Электронный ресурс: <https://idatica.com/browser-extension/> (дата обращения 20.04.2024)

<sup>2</sup> Как использовать XPATH и CSS для бесплатного парсинга данных Электронный ресурс: <https://idatica-com.turbopages.org/idatica.com/s/blog/xpath-css-dlaya-parsinga/> (дата обращения 20.04.2024)

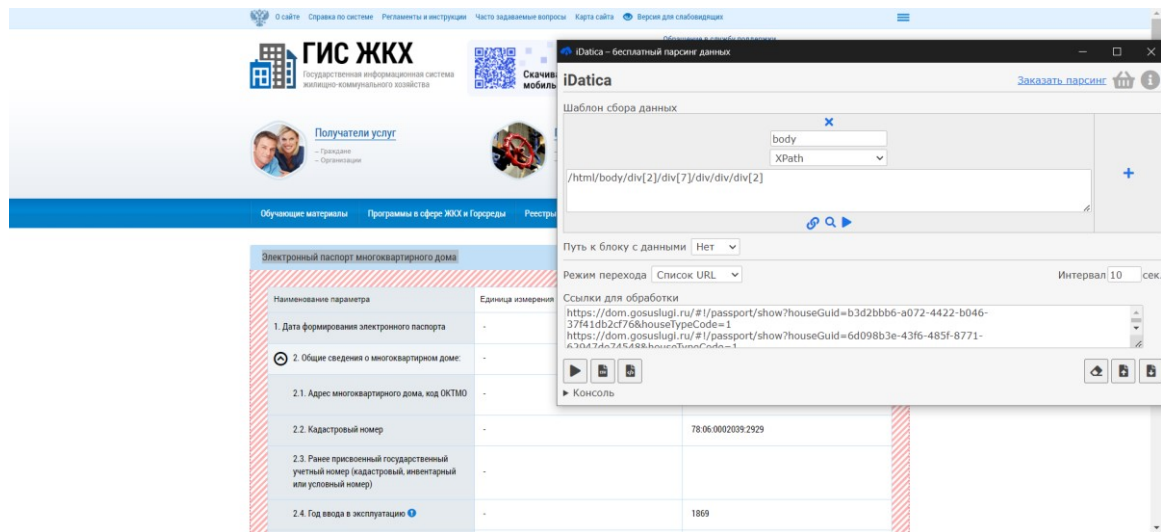


Рис. 2. Параметры в парсере iDatica для выгрузки данных об объектах жилищного фонда из ГИС.ЖКХ по перечню подготовленных URL-ссылок

Fig. 2. Parameters in the iDatica parser for downloading data on housing stock objects from GIS.ZKH according to the list of prepared URL links

По итогу был получен .csv файл, где каждой ссылке соответствовали сведения из ГИС.ЖКХ. Для извлечения сведений по конкретным полям использовались программные средства MS Excel. Извлечение данных позволило дополнить сведения о жилых домах. В данных реестра в поле «Адрес ОЖФ» содержится адрес в соответствии с ФИАС (и уникальный идентификатор, поле «Идентификационный код адреса дома в ГИС ЖКХ»). Это позволило применить апробированный способ адресного геокодирования: данные загружались в общедоступный макрос для MS Excel (VBA)<sup>1</sup>, где через геокодер Яндекса, который как раз и работает с системой ФИАС, извлекались координаты домов [Логвинов, Лачининский, 2023]. Геокодер возвращает угловые координаты центра дома в десятичном виде, с точностью до 6 знаков. Соответственно, через геокодер были получены угловые координаты домов. В среднем на 1 000 адресов (количество бесплатных запросов на один ключ к геокодеру) уходит порядка 3–4 мин. Соответственно, при использовании нескольких ключей возможно выгружать порядка 15–20 тыс. адресов за час или около 40–50 % многоквартирных домов Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Важным элементом в городском анализе является определение типа прироста жилого фонда: уплотнение застройки или, наоборот, строительство на условно свободных землях. Для получения сведений о том, что было на месте МКД или ИЖС в базовый год, были использованы данные о городской застройке (built-up) от лаборатории кафедры географических наук университета Мэриленда, проекта Global Land Analysis and Discovery (GLAD)<sup>2</sup> [Potapov et al, 2022]. Преимуществом данного типа данных является частая периодичность их обновления. Имеются данные на 2000, 2005, 2010, 2015 и 2020 гг., причем не в формате интерполяции или экстраполяции. В аналогичных наборах данных WorldPop или GHSL базовых периодов меньше. Отличительной особенностью является относительно

<sup>1</sup> Получение адреса и координат из Yandex и Google. Электронный ресурс: <https://excelstore.pro/examples-of-work/internet/get-the-address-and-coordinates-of-yandex-and-google.html> (дата обращения 31.03.2024)

<sup>2</sup> Global Land Cover and Land Use Change, 2000-2020 | GLAD Электронный ресурс: <https://storage.googleapis.com/earthenginepartners-hansen/GLCLU2000-2020/v2/2010.txt> (дата обращения 20.04.2024)

высокое пространственное разрешение в 30 м. Соответственно, эти данные позволяют выделить тело городской застройки на базовый год (например, 2010 г.) и на последний доступный, 2020 г. Преимуществом этих данных является общедоступность, что позволяет исследователям не тратить усилия на самостоятельную классификацию данных дистанционного зондирования. В то же время единая методика обеспечивает сравнимость результатов исследований.

На основе растровых данных проекта GLAD был создан векторный слой застройки (built-up) на базисный 2010 г. Для этого в исходном растре были удалены лишние шумы через инструмент “Morphological filter” из SAGA GIS. Далее бинарный растр переведен в вектор и в нем удалены кольца площадью менее 25 тыс. м<sup>2</sup>.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

После получения сведений об объектах жилого фонда и данных о теле городской застройки возможно проведение классификации прироста жилой застройки на территории. В качестве модельной территории использована Санкт-Петербургская городская агломерация.

Для возможности проведения последующего пространственного анализа [Логвинов, Лачининский, 2023] и, в целом, визуализации результатов [Головин и др., 2021], была использована сетка гексагонов на Санкт-Петербургскую городскую агломерацию. В сетке гексагонов было создано поле BU2010\_DN, в котором гексагоны принимали два значения: 1 — гексагон является частью городской застройки 2010 г., т. е. большая часть гексагона пересекает территорию застройки в базисный год, 2 — гексагон не является частью городской застройки 2010 г., т. е. большая часть гексагона пересекает территорию, где отсутствует застройка в базисный год.

На основе полученных данных об МКД и ИЖС, а также классифицированной сетки гексагонов (часть городской ткани в начальный год или нет), можно проводить классификацию прироста жилой застройки по двум типам: уплотнение застройки и новое освоение. Алгоритмы классификации для МКД и ИЖС различны. В МКД есть возможность отсеять дома по году ввода в эксплуатацию, т. е. до базисного года или после. Далее дома делятся на два вида: дома, связанные с новым освоением, центроиды которых находятся внутри гексагонов нового освоения (BU2010\_DN=0), и дома, связанные с уплотнением застройки, центроиды которых находятся внутри гексагонов уплотнения застройки (BU2010\_DN=1). Далее площадь новых многоквартирных домов подсчитывается по гексагонам. Далее эти гексагоны классифицируются методом естественных интервалов на три уровня интенсивности (для удобства восприятия) и два вида прироста жилого фонда (за счет нового освоения и за счет уплотнения застройки) (см. рис. 3).

Наличие сведений об объектах ИЖС в реестре и набора растровых данных built-up от GLAD дает возможность извлечь сведения о периоде появления объектов ИЖС. Для этого также была использована сетка гексагонов, где есть поле BU2010\_DN, в котором гексагоны принимали два значения: 1 — гексагон является частью городской застройки 2010 г., 2 — гексагон не является частью городской застройки 2010 г. Факт же принадлежности ИЖС к застройке 2010 г. устанавливался на основе пространственной выборки: пересекает ли объект ИЖС слой тела городской застройки 2010 г. или нет. Далее по каждому гексагону было подсчитано, сколько в нем новых домов (появившихся после 2010 г.) и старых домов (появившихся до 2010 г.). В итоге были выделены гексагоны уплотнения застройки, где поле BU2010\_DN=1, имелись и старые и новые дома. Гексагоны нового освоения имели следующие характеристики: имелись новые дома, но отсутствовали старые. Для примера проверки работы алгоритма были рассмотрены территории Веревского и Пудомягского сельских поселений на юге агломерации, где активно развивается коттеджное строительство (рис. 4).

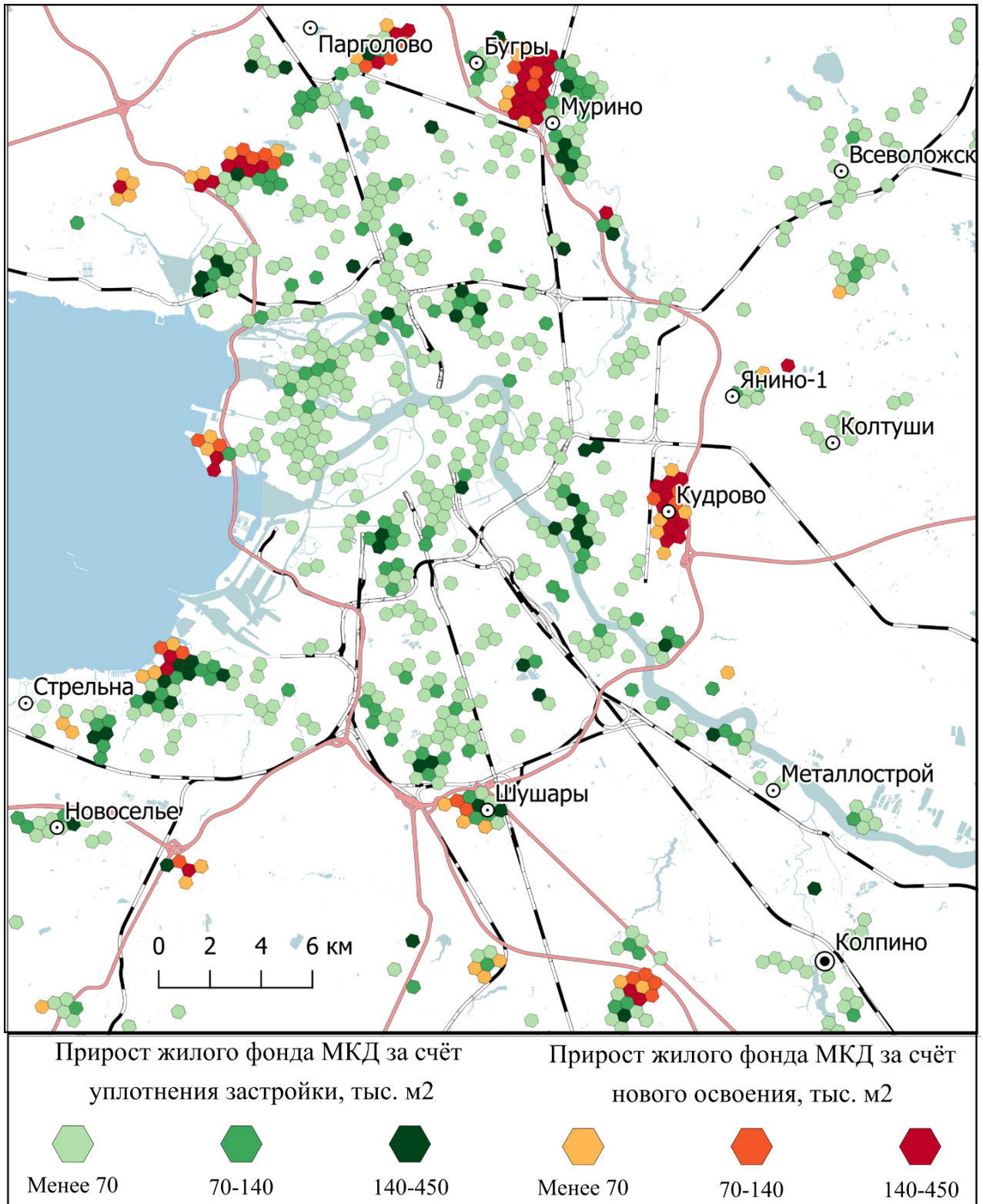


Рис. 3. Классификация прироста жилой многоквартирной застройки Санкт-Петербургской агломерации, за 2010–2020 гг., на основе данных ГИС.ЖКХ и GLAD  
 Fig. 3. Classification of the increase in residential multi-apartment buildings in the St. Petersburg agglomeration, for 2010–2020, based on data from GIS.HCS and GLAD

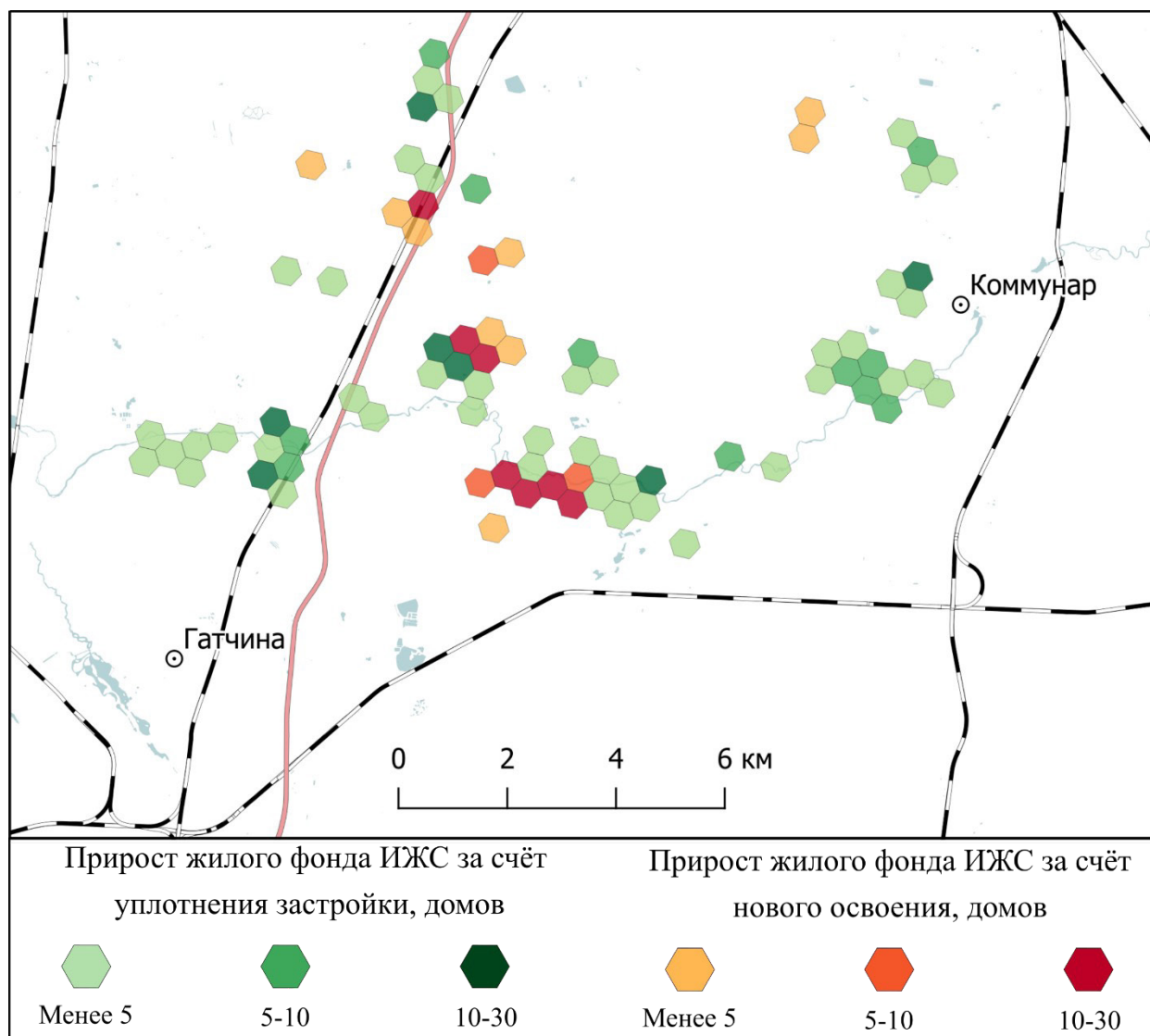


Рис. 4. Классификация прироста жилой индивидуальной застройки на примере территории Веревского и Пудомягского сельских поселений Ленинградской области, за 2010–2020 гг., на основе данных ГИС.ЖКХ и GLAD

Fig. 4. Classification of the increase in individual residential development on the example of the territory of the Verevsky and Pudomyag rural settlements of the Leningrad Region, for 2010–2020, based on data from GIS.HCS and GLAD

Классификацию гексагонов по виду уплотнения можно представить в виде единого алгоритма и осуществлять для многоквартирных домов (рис. 6) и ИЖС (рис. 7).

При разработке оптимального вида условных обозначений, позволяющих отобразить суммарно 4 типа прироста жилой застройки — 1) прирост жилого фонда ИЖС за счет уплотнения застройки, 2) прирост жилого фонда МКД за счет уплотнения застройки, 3) прирост жилого фонда ИЖС за счет нового освоения, 4) прирост жилого фонда МКД за счет нового освоения — возможно отображение одновременно прироста индивидуальной жилой застройки и многоквартирной застройки.

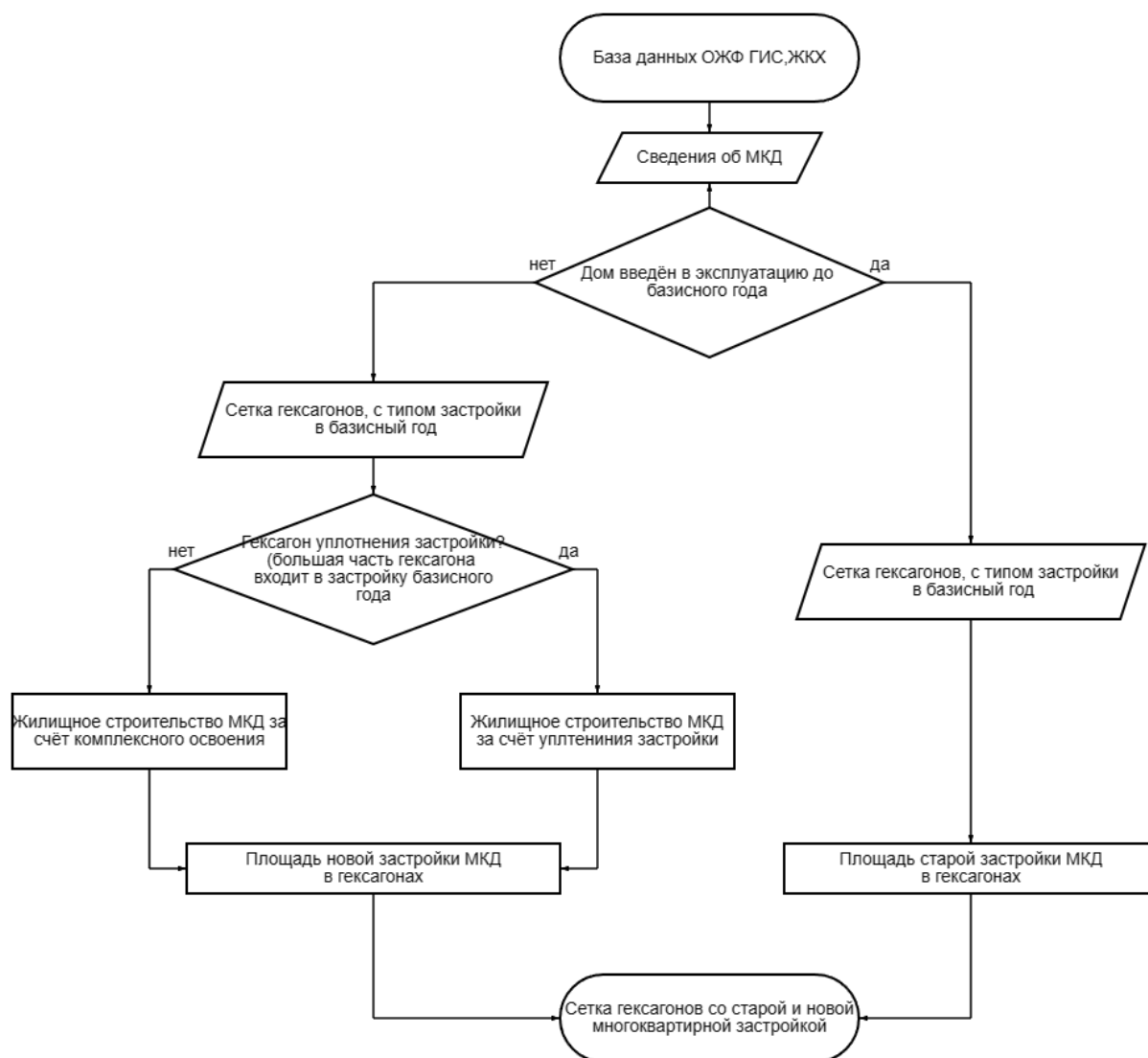


Рис. 6. Алгоритм классификации прироста жилой многоквартирной застройки на основе данных ГИС.ЖКХ и GLAD

Fig. 6. The algorithm for classifying the growth of multi-apartment buildings based on data from GIS.HCS and GLAD

Полученные таким образом данные имеют ряд преимуществ в сравнении с огромным количеством исследований, основанных на использовании данных только ДЗЗ для исследования разрастания городов [Лачининский и др., 2023; Li et al., 2010]. Во-первых, это возможность разделения прироста за счет ИЖС и за счет МКД, причем не просто на уровне дешифровочных признаков (которые могут быть ошибочными), а именно на уровне юридическом. Во-вторых — возможность использования количественных сведений о площади застройки. В большинстве исследований разрастания городов игнорируется аспект этажности застройки, хотя высокоэтажная застройка банально вмещает больше населения, чем ИЖС на одной и той же площади. Исключением являются недавние разработки в рамках проекта GHSL, где учитываются данные цифровой модели рельефа [Schiavina et al., 2022], что незначительно, но повышает объективность сведений о приросте жилой застройки [Логвинов, 2024].

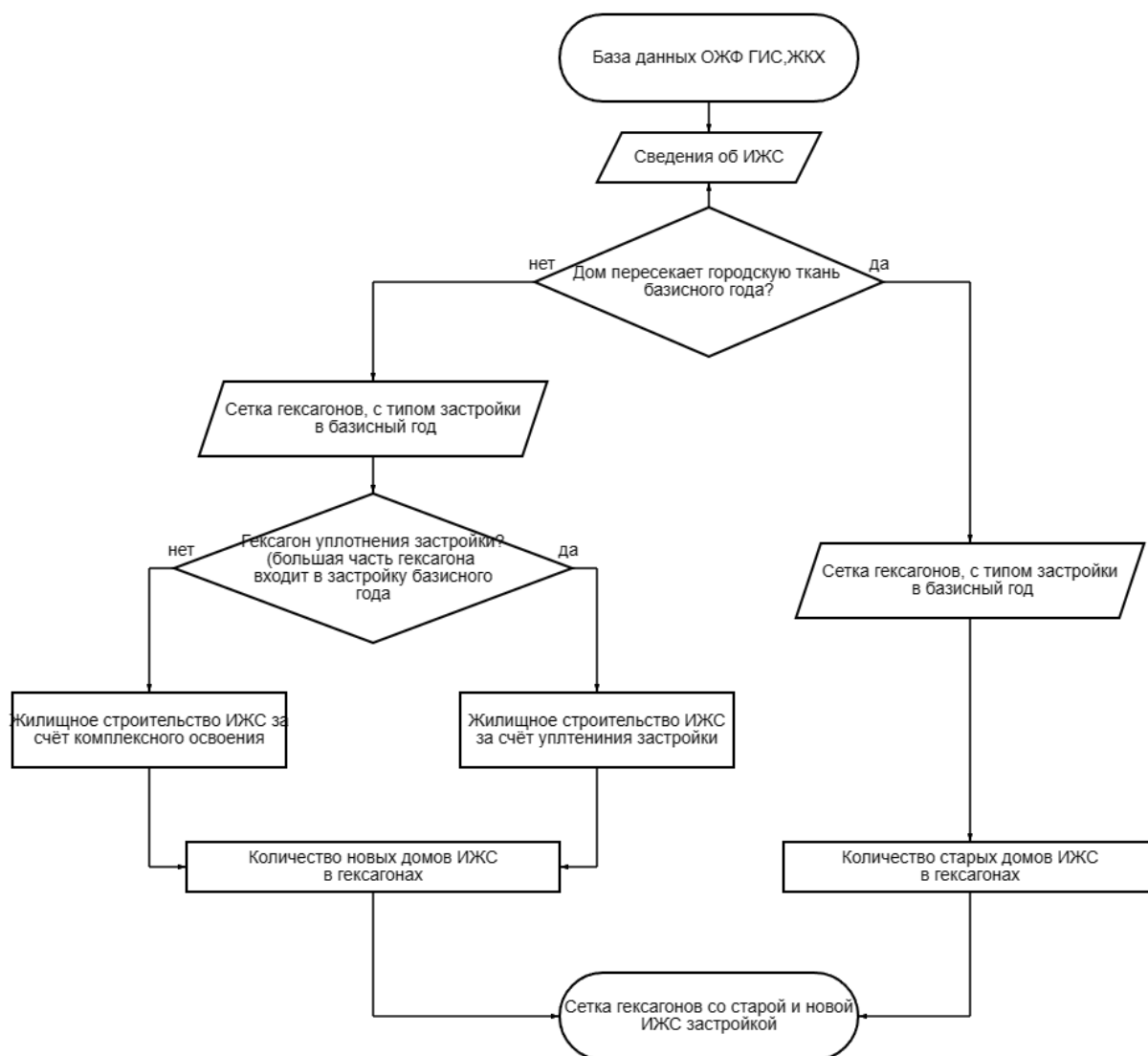


Рис. 7. Алгоритм классификации прироста индивидуальной жилой застройки на основе данных ГИС.ЖКХ и GLAD

Fig. 7. The algorithm for classifying the growth of individual residential development based on data from GIS.HCS and GLAD

В описанной методике достигается два значимых принципа. Первым и важным в общенаучном контексте является *принцип воспроизводимости исследования*. Данный принцип заключается в том, что результаты, полученные в ходе эксперимента, наблюдения или статистического анализа данных, должны быть повторены с высокой степенью достоверности при повторном проведении исследования. Принцип воспроизводимости обеспечивается за счет того, что данные реестра ОЖФ ГИС.ЖКХ общедоступны, а вариант их извлечения и обработки представлен в исследовании. Вторым и важным с точки зрения городских исследований принципом является *возможность использования первичных данных об объектах*. Большинство статистических данных вызывает искажения, связанные с особенностями проведения границ административно-территориальных единиц. Соответственно, в современных городских исследованиях стремятся использовать сведения о каждом конкретном объекте и явлении, которые в рамках статистического

наблюдения агрегируются по административно-территориальным единицам. Данные искажения проявляются во многих городах России и обусловлены проведением границ в результате сталинского джерримендеринга [Страхов, 2022; Страхов, Невский, 2023]. Выполнение данного принципа обеспечивается использованием данных реестра объектов жилищного фонда ГИС.ЖКХ, в котором содержатся сведения о каждом доме.

Методика не лишена слабых мест. Потенциально значительным источником ошибок является определение года появления объекта ИЖС. Средний жилой дом по площади уступает размеру ячейки снимка Landsat 8-9 с пространственным разрешением 30 x 30 м. В теории дом может оказаться в ячейке, классифицированной как негородская застройка, хотя по факту он существовал в ней ранее. Кроме этого, возможна ситуация, когда дом разделен между 2–3 ячейками, одна из которых будет классифицирована как городская застройка, а другая, где находится центроид дома, наоборот, как негородская застройка. В теории данные проблемы можно решить, если использовать данные из единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН), где хранятся сведения о годе появления объекта капитального строительства. В частности, такой подход реализован при создании карт возраста зданий российских городов<sup>1</sup>.

Значимым источником ошибок является вопрос классификации строящихся зданий. Появление следа здания (building footprint) и ввод в эксплуатацию объекта являются принципиально разными явлениями, которые в полученном наборе данных условно приравниваются. Потенциально можно перейти к другому формату анализа, когда деление гексагонов на гексагоны уплотнения и гексагоны сжатия происходит по признаку доли нового жилого фонда в нем. Например, при доле нового жилого фонда в 75 % в гексагоне, считать его гексагоном уплотнения. Однако определение порога данного значения является затруднительным. Еще одним слабым местом является отсутствие сведений о домах в некоммерческих товариществах (дачах), не имеющих адреса. Такие данные отсутствуют, хотя в России в дачах проживает (сезонно в большей степени, постоянно в меньшей степени) порядка 42–47 млн чел.<sup>2</sup>

Вопросами для дальнейшего исследования еще остаются оценка качества обработки данных, прежде всего точность адресного геокодирования [Обухов, Паниди, 2021], полнота атрибутивных сведений о домах и, конечно же, сравнение с данными ФРТ по многоквартирным домам.

Перспективы доступности данных с ГИС.ЖКХ туманны. Предоставление данных реестра ОЖФ, впрочем, как и данных ФРТ, связано не с информационным обеспечением городских исследований. Основной функцией ГИС.ЖКХ по факту является создание правовых и организационных основ для обеспечения граждан, органов государственной власти, органов местного самоуправления и организаций информацией о жилищно-коммунальном хозяйстве<sup>3</sup>. Принцип функционирования данной системы, а именно «открытость, прозрачность и общедоступность информации, содержащейся в системе ...», позволяет извлекать данные за счет использования web scraping и парсеров данных, в частности. Принцип открытости может быть трансформирован, о чем свидетельствует история изменений в доступе к данным Реформы ЖКХ (ныне Фонд Развития Территорий)<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> kachkaev/tooling-for-how-old-is-this-house. Электронный ресурс: <https://github.com/kachkaev/tooling-for-how-old-is-this-house> (дата обращения 20.04.2024)

<sup>2</sup> Big dacha, Полтриллиона рублей можно собрать с российских дачников. Электронный ресурс: <https://www.kommersant.ru/doc/3065183> (дата обращения 20.04.2024)

<sup>3</sup> Федеральный закон «О государственной информационной системе жилищно-коммунального хозяйства от 21.07.2014 N 209-ФЗ (последняя редакция)». Электронный ресурс: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_165810/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165810/) (дата обращения 20.04.2024).

<sup>4</sup> Открытые данные: Фонд Развития Территорий. Электронный ресурс: <https://xn--80aqla.xn--p1aee.xn--p1ai/opendata?gid=2276347&page=1&pageSize=60> (дата обращения 20.04.2024)

Ранее в системе, если ориентироваться на архивные версии, предоставлялись сведения о физическом износе зданий. Они обновлялись до 2020 г. С другой стороны, есть вероятность, что исследователи в будущем получат в распоряжение более информативные данные, в частности, данные Бюро технической инвентаризации (БТИ). В какую сторону будет эволюционировать доступ к данным — открытый вопрос.

Теоретическим недостатком использования ГИС.ЖКХ является то, что в будущем наборы данных системы, возможно, будут предоставляться через платный API, что не позволит исследователям извлекать данные о жилом фонде. Кроме того, усиливаются меры, в целом, по предотвращению парсинга данных. В системе ГИС.ЖКХ используется задержка 3–5 сек. при загрузке страницы о доме. В электронных справочных системах, таких как «2ГИС» или «Яндекс.Карты», используются ограничения вывода данных по областям, а не городам в целом. К тому же, в системе «Яндекс.Карты» используется специальный формат адресной строки, где каждому объекту на карте не соответствует своя адресная строка (в отличие от системы «2ГИС»), налажена система приобретения данных физическими и юридическими лицами. Не стоит сбрасывать со счетов и возможность изменения принципа «открытость, прозрачность и общедоступность информации, содержащейся в системе...». Вместо доступности данных о всех домах для всех пользователей возможен переход к предоставлению данных только о тех домах, к которым граждане, организации, муниципальные органы власти имеют непосредственное отношение.

Монетизация данных является своего рода двигателем прогресса в сфере научных исследований, приводя к конкуренции за данные. Доступ к базам данных может быть куплен университетской организацией, как, например, доступ к базе данных СПАРК-Интерфакс в СПбГУ [Лачининский, Сорокин, 2021], или получен на основе договоренностей исследователей с организациями (например, предоставление данных департамента информационных технологий города Москвы (ДИТ) исследователям географического факультета МГУ [Бабкин, 2020]). Из-за этого принцип воспроизводимости исследований нарушается, что не позволяет проверить результаты или повторить их для другой территории.

Альтернативным форматом получения данных для исследований являются данные, создаваемые международными исследовательскими группами. В контексте данного исследования это растровые данные, содержащие сведения о распределении built-up территорий, т. е. застроенных [Schiavina et al., 2022]. Эти данные размещаются в открытом доступе, зачастую вместе с исходными данными и инструментами для их создания (алгоритмы или даже программное обеспечение) [Schiavina et al., 2022]. Они позволяют обеспечить исследователей данными по единой методике на любой участок Земли и способствуют развитию исследований в целом. К сожалению, качество этих данных зачастую ниже, чем данных, созданных для конкретной территории: например, коэффициент корреляции численности населения (по кварталам), определенный через реестр ОЖФ с данными на основе плотности застройки не для одного типа данных колебался от 0,56 (Global Human Settlement Layer, 2022) до 0,25 (Land Scan) [Логвинов, 2024]. Из-за этого эти данные следует воспринимать как альтернативу при отсутствии временных ресурсов (т. к. предоставляются готовые данные через удобный для пользователей интерфейс веб-ресурса<sup>1</sup>) или данных в целом, например, по странам глобального юга [Melchiorri et al., 2018].

При использовании данных реестра следует ожидать, что в будущем данные из ГИС.ЖКХ могут стать менее доступными для исследователей, но останутся более репрезентативными, чем общедоступные данные научно-исследовательских групп.

<sup>1</sup> Global Human Settlement, Download, European Commission. Электронный ресурс: <https://human-settlement.emergency.copernicus.eu/download.php> (дата обращения 20.04.2024)

## ВЫВОДЫ

В работе была описана методика создания набора данных о жилых домах на основе данных ГИС.ЖКХ и проведен анализ полученного набора данных. Из исследования следуют следующие выводы.

Данные ГИС.ЖКХ имеют сведения не только о многоквартирных домах, но и об индивидуальной жилой застройке, а также предоставляют больше сведений о зданиях, чем данные Фонда Развития Территорий.

Для получения исчерпывающих данных ГИС.ЖКХ необходимо использовать инструменты извлечения данных из кода HTML — Web scraping. В исследовании было использовано расширение iDatica, которое позволяет автоматизированно извлекать данные Интернет-страниц по заданным URL. Однако выбранный метод получения данных имеет принципиальную слабость из-за ограничений сервера ГИС.ЖКХ.

С помощью данных GLAD была проведена классификация жилой застройки Санкт-Петербургской агломерации по многоквартирным домам и по индивидуальной жилой застройке. Территория прироста жилого фонда разделена на гексагоны уплотнения застройки и гексагоны нового освоения. На основе проведенного исследования составлены общие алгоритмы сбора, обработки и классификации данных.

Полученные данные на основе разработанной методики позволяют: разделить прирост жилой застройки на прирост за счет индивидуальной жилой застройки и за счет многоквартирных домов; использовать наиболее точные сведения о площади домов; определить динамику и темпы роста объемов жилого фонда той или иной территории. Результаты исследования при использовании разработанной методики являются воспроизводимыми, а применение алгоритмов не ограничено территорией Санкт-Петербургской агломерации, что позволяет провести исследование по любой другой территории России.

Основными слабыми местами разработанной методики являются: неточности исходного набора данных GLAD, неточности определения территории застройки из-за гексагональной сетки, неточности определения жилой застройки из-за несоответствия появления сведений о застройке в данных GLAD и сведений о вводе в эксплуатацию зданий в ГИС.ЖКХ. Глобальный тренд закрытия данных и монетизации доступа к ним в дальнейшем может значительно ограничить свободное получение сведений из сервиса ГИС.ЖКХ.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ (проект № 23-27-00084 «Пространственная и функциональная структура крупнейших городских агломераций России в условиях возросших геоэкономических рисков: новые подходы, инструментарий и рекомендации по совершенствованию»)

## ACKNOWLEDGEMENTS

The study was funded by the Russian Science Foundation (grant No. 23-27-00084 «Spatial and functional structure of the largest urban agglomerations of Russia in the context of increased geo-economic risks: new approaches, tools and recommendations for improvement»)

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Бабкин Р. А.* Оценка численности населения муниципальных образований Московского столичного региона по данным операторов сотовой связи. Вестник Московского университета. Серия 5. География, 2020. №. 4. С. 116–121.

*Барышкин П. А., Алексеенко Н. А.* Изучение структуры жилищного фонда шахтерских моногородов с помощью картографического метода (на примере городов Кимовск и Кировск). ББК 26.1 Н34, 2022. С. 3–12. DOI: 10.31453/kdu.ru.978-5-7913-1262-4-2022-148.

*Головин А. В., Гудзь Т. В., Витков Г. В., Карасельникова И. В., Косолапов Н. А.* Планирование разрастания. Пространственная политика городов России. М.: Издательский дом ВШЭ, 2021. 248 с. DOI: 10.17323/978-5-7598-2578-4.

*Куричева Е. К.* Жилищное строительство в Московской агломерации: пространственные последствия. Вестник Московского университета. Серия 5. География, 2017. № 3. С. 87–90.

*Лачининский С. С., Логвинов И. А., Васильева В. А.* Оценка спрота городских территорий Санкт-Петербурга на основе спутниковых изображений Landsat. Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле, 2023 Т. 68. № 3. С. 471–489. DOI: 10.21638/spbu07.2023.303.

*Лачининский С. С., Сорокин И. С.* Пространственная структура и особенности развития поселений Санкт-Петербургской агломерации. Балтийский регион, 2021. Т. 13. № 1. С. 48–69. DOI: 10.5922/2079-8555-2021-1-3.

*Логвинов И. А.* Крупномасштабное моделирование расселения населения Комсомольска-на-Амуре по данным реестра объектов жилищного фонда. Вторая международная научно-практическая конференция Студенческого научного общества Санкт-Петербургского государственного университета: сборник статей. СПб: Издательство Скифия, СПбГУ, 2024. С. 184–191.

*Логвинов И. А., Лачининский С. С.* Возможность применения данных по многоквартирным домам фонда развития территорий при исследовании городских агломераций. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Материалы Междунар. конф., 2023. Т. 29. Ч. 2. С. 407–422 DOI: 10.35595/2414-9179-2023-2-29-407-422.

*Лымарь В. В., Карпов А. С., Краснова О. А.* Применение параметрических методов для картирования морфологии городской застройки на примере Василеостровского района Санкт-Петербурга. Урбанистика, 2021. № 1. С. 34–55. DOI: 10.7256/2310-8673.2021.1.35029.

*Маркова О. И., Тикунов В. С.* Новые технологии для современной геоинформатики. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Материалы Междунар. конф., 2022. Т. 28. Ч. 1. С. 5–34. DOI: 10.35595/2414-9179-2022-1-28-5-34.

*Обухов Л. А., Паниди Е. А.* О контроле корректности при геокодировании почтовых адресов. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Материалы Междунар. конф., 2021. Т. 27. Ч. 2. С. 114–127. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-2-27-114-127.

*Панин А. Н., Эшироков В. М., Махмудов Р. К., Верозуб Н. В.* Геоинформационный анализ пространственной структуры Ставропольской агломерации. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Материалы Междунар. конф., 2021. Т. 27. Ч. 4. С. 373–387. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-373-387.

*Страхов К. А., Невский Г. П.* Оценка обособленности и целостности внутригородских районов (на примере Санкт-Петербурга). Известия Российской академии наук. Серия географическая, 2023. Т. 87. № 2. С. 219–233. DOI: 10.31857/S2587556623020097.

*Страхов К. А.* Сталинский джерримендеринг: как Ленинград разделили на районы в 1936 году. Городские исследования и практики, 2022. Т. 7. № 2. С. 35–60.

- Chen W., Zhou Y., Stokes E. C., Zhang X.* Large-scale urban building function mapping by integrating multi-source web-based geospatial data. *Geo-spatial Information Science*, 2023. P. 1–15. DOI: 10.1080/10095020.2023.2264342.
- Chen Y., Ma R., Fang D., Li X.* Development of city buildings dataset for urban building energy modelling. *Energy and Buildings*. 2019. V. 183. P. 252–265. DOI: 10.1016/j.enbuild.2018.11.008.
- Conzen M. R. G.* Thinking about urban form: papers on urban morphology, 1932–1998. Peter Lang, 2004. P. 29–32.
- Dogucu M., Çetinkaya-Rundel M.* Web scraping in the statistics and data science curriculum: Challenges and opportunities. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 2021. V. 29. P. 112–122. DOI: 10.1080/10691898.2020.1787116.
- Hadi M. A., Fard F. H., Vrbik I.* Geo-spatial data visualization and critical metrics predictions for Canadian elections. *IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering*, 2020. P. 1–7. DOI: 10.48550/arXiv.2009.05936.
- Li X., Zhang L., Liang C. A.* GIS-based buffer gradient analysis on spatiotemporal dynamics of urban expansion in Shanghai and its major satellite cities. *Procedia Environmental Sciences*, 2010. V. 2. P. 1139–1156. DOI: 10.1016/j.proenv.2010.10.123.
- Melchiorri M., Florczyk A. J., Freire S., Schiavina M., Pesaresi M., Kemper T.* Unveiling 25 years of planetary urbanization with remote sensing: Perspectives from the global human settlement layer. *Remote Sensing*, 2018. V. 10. No. 5. DOI: 10.3390/rs10050768.
- Pirowski T., Bartoš K.* Detailed mapping of the distribution of a city population based on information from the national database on buildings. *Geodetski Vestnik*, 2018. V. 62. No. 3. P. 458–471. DOI: 10.15292/GEODETSKI-VESTNIK.2018.03.458-471.
- Potapov P., Hansen M. C., Pickens A., Hernandez-Serna A., Tyukavina A., Turubanova S., Zalles V., Li X., Khan A., Stolle F., Harris N., Song X., Baggett A., Kommareddy I., Kommareddy A.* The global 2000-2020 land cover and land use change dataset derived from the Landsat archive: first results. *Frontiers in Remote Sensing*, 2022. V. 3. DOI: 10.3389/frsen.2022.856903.
- Schiavina M., Melchiorri M., Pesaresi M., Politis P., Freire S., Maffenini L., Florio P., Ehrlich D., Goch K., Tommasi P., Kemper T.* GHSL Data Package 2022, Publications Office of the European Union, 2022. DOI: 10.2760/19817.
- Souza T. G. D., Fonseca F. D., Fernandes V. D. O., Pedrassoli J.C.* Exploratory spatial analysis of housing prices obtained from web scraping technique. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2021. V. 43. P. 135–140. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2021-135-2021.
- Zdonek D.* Web data scraping for digital public relations analysis based on the example of companies installing photovoltaic systems. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie. Politechnika Śląska*. 2022. DOI: 10.29119/1641-3466.2022.161.24.

## REFERENCES

- Babkin R. A.* Estimation of the population of municipalities of the Moscow metropolitan region according to data from mobile operators. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 5. Geografiya (Lomonosov Geography Journal. Series 5. Geography)*, 2020. No. 4. P. 116–121 (in Russian).
- Baryshkin P. A., Alekseenko N. A.* Studying the structure of the housing stock of mining single-industry towns using the cartographic method (using the example of the cities of Kimovsk and

Kirovsk). BBK 26.1 No. 34, 2022. P. 3–12 (in Russian). DOI: 10.31453/kdu.ru.978-5-7913-1262-4-2022-148.

*Chen W., Zhou Y., Stokes E. C., Zhang X.* Large-scale urban building function mapping by integrating multi-source web-based geospatial data. *Geo-spatial Information Science*, 2023. P. 1–15. DOI: 10.1080/10095020.2023.2264342.

*Chen Y., Ma R., Fang D., Li X.* Development of city buildings dataset for urban building energy modelling. *Energy and Buildings*. 2019. V. 183. P. 252–265. DOI: 10.1016/j.enbuild.2018.11.008.

*Conzen M. R. G.* Thinking about urban form: papers on urban morphology, 1932–1998. Peter Lang, 2004. P. 29–32.

*Dogucu M., Çetinkaya-Rundel M.* Web scraping in the statistics and data science curriculum: Challenges and opportunities. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 2021. V. 29. P. 112–122. DOI: 10.1080/10691898.2020.1787116.

*Golovin A. V., Gudz T. V., Vitkov G. V., Karaselnikova I. V., Kosolapov N. A.* Planning of sprawl. Spatial policy of Russian cities. Moscow: Publishing House of the HSE, 2021. 248 p. (in Russian). DOI: 10.17323/978-5-7598-2578-4.

*Hadi M. A., Fard F. H., Vrbik I.* Geo-spatial data visualization and critical metrics predictions for Canadian elections. *IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering*, 2020. P. 1–7. DOI: 10.48550/arXiv.2009.05936.

*Kuricheva E. K.* Housing construction in the Moscow metropolitan region: spatial consequences. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 5. Geografiya (Lomonosov Geography Journal. Series 5. Geography)*, 2017. No. 3. P. 87–90 (in Russian).

*Lachininsky S. S., Logvinov I. A., Vasilyeva V. A.* Assessment of the urban areas of St. Petersburg based on Landsat satellite images. *Vestnik of Saint-Petersburg University. Earth Sciences*, 2023. V. 68. No. 3. P. 471–489 (in Russian). DOI: 10.21638/spbu07.2023.303.

*Lachininsky S. S., Sorokin I. S.* Spatial structure and features of settlement development of the St. Petersburg metropolitan area. *Baltic Region*, 2021. V. 13. No. 1. P. 48–69 (in Russian). DOI: 10.5922/2079-8555-2021-1-3.

*Li X., Zhang L., Liang C. A.* GIS-based buffer gradient analysis on spatiotemporal dynamics of urban expansion in Shanghai and its major satellite cities. *Procedia Environmental Sciences*, 2010. Vol. 2. P. 1139–1156. DOI: 10.1016/j.proenv.2010.10.123.

*Logvinov I. A.* Large-scale modeling of the settlement of the population of Komsomolsk-on-Amur according to the register of housing stock objects. The second international scientific and practical conference of the Student Scientific Society of St. Petersburg State University: Collection of articles. St. Petersburg: Scythia Publishing House; St. Petersburg State University, 2023. P. 184–191 (in Russian).

*Logvinov I. A., Lachininsky S. S.* The possibility of using data on apartment buildings of the Territorial Development Fund in the study of urban agglomerations. *InterCarto. InterGIS. Proceedings of the International Conference*, 2023. V. 29. Part 2. P. 407–422 (in Russian). DOI: 10.35595/2414-9179-2023-2-29-407-422.

*Lymar V. V., Karpov A. S., Krasnova O. A.* Application of parametric methods for mapping the morphology of urban development on the example of the Vasileostrovsky district of St. Petersburg. *Urbanistics*, 2021. No. 1. P. 34–55 (in Russian). DOI: 10.7256/2310-8673.2021.1.35029.

- Markova O. I., Tikunov V. S.* New technologies for modern geoinformatics. InterCarto. InterGIS. Proceedings of the International Conference, 2022. V. 28. Part 1. P. 5–34 (in Russian). DOI: 10.35595/2414-9179-2022-1-28-5-34.
- Melchiorri M., Florczyk A. J., Freire S., Schiavina M., Pesaresi M., Kemper T.* Unveiling 25 years of planetary urbanization with remote sensing: Perspectives from the global human settlement layer. *Remote Sensing*, 2018. V. 10. No. 5. DOI: 10.3390/rs10050768.
- Obukhov L. A., Panidi E.A.* On correctness control when geocoding mail addresses. InterCarto. InterGIS. Proceedings of the International Conference, 2021. V. 27. Part 2. P. 114–127 (in Russian). DOI: 10.35595/2414-9179-2021-2-27-114-127.
- Panin A. N., Eshrokov V. M., Makhmudov R. K., Verozub N. V.* Geoinformation analysis of the spatial structure of the Stavropol metropolitan area. InterCarto. InterGIS. Proceedings of the International Conference, 2021. V. 27. Part 4. P. 373–387 (in Russian). DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-373-387.
- Pirowski T., Bartoš K.* Detailed mapping of the distribution of a city population based on information from the national database on buildings. *Geodetski Vestnik*, 2018. V. 62. No. 3. P. 458–471. DOI: 10.15292/GEODETSKI-VESTNIK.2018.03.458-471.
- Potapov P., Hansen M. C., Pickens A., Hernandez-Serna A., Tyukavina A., Turubanova S., Zalles V., Li X., Khan A., Stolle F., Harris N., Song X., Baggett A., Kommareddy I., Kommareddy A.* The global 2000-2020 land cover and land use change dataset derived from the Landsat archive: first results. *Frontiers in Remote Sensing*, 2022. V. 3. DOI: 10.3389/frsen.2022.856903.
- Schiavina M., Melchiorri M., Pesaresi M., Politis P., Freire S., Maffenini L., Florio P., Ehrlich D., Goch K., Tommasi P., Kemper T.* GHSL Data Package 2022, Publications Office of the European Union, 2022. DOI: 10.2760/19817.
- Souza T. G. D., Fonseca F. D., Fernandes V. D. O., Pedrassoli J.C.* Exploratory spatial analysis of housing prices obtained from web scraping technique. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2021. V. 43. P. 135–140. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2021-135-2021.
- Strakhov K. A., Nevsky G. P.* Assessment of the isolation and integrity of inner-city areas (on the example of St. Petersburg). *Izvestia RAS. Seriya Geograficheskaya (News of the Academy of Sciences of Russia. Geographical series)*, 2023. V. 87. No. 2. P. 219–233 (in Russian). DOI: 10.31857/S2587556623020097.
- Strakhov K. A.* Stalin's Jerrymandering: How Leningrad was divided into districts in 1936. *Urban Studies and Practices*, 2022. V. 7. No. 2. P. 35–60 (in Russian).
- Zdonek D.* Web data scraping for digital public relations analysis based on the example of companies installing photovoltaic systems. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie. Politechnika Śląska*. 2022. DOI: 10.29119/1641-3466.2022.161.24.
-