

# Изменение пространственной уязвимости населения крупных городов к природным и техногенным опасностям под воздействием жилищного строительства\*

С. В. Бадина<sup>1,2,3</sup>, Р. А. Бабкин<sup>1</sup>, Н. М. Скобеев<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Российская Федерация, 117997, Москва, Стремянный пер., 36

<sup>2</sup> Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Российская Федерация, 119991, Москва, Ленинские горы, 1

<sup>3</sup> Университет Бернардо О'Хиггинса, Чили, 8320000, Сантьяго, Авенида Вьель, 1497

<sup>4</sup> Seven Suns Development, Российская Федерация, 129110, Москва, Олимпийский пр., 16

**Для цитирования:** Бадина, С. В., Бабкин, Р. А., Скобеев, Н. М. (2023). Изменение пространственной уязвимости населения крупных городов к природным и техногенным опасностям под воздействием жилищного строительства. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле*, 68 (2), 357–377. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2023.208>

Целью авторов данного исследования является оценка степени влияния ввода новых крупных жилищных комплексов на основной параметр пространственной уязвимости населения г. Москвы к природным и техногенным опасностям — его плотность. Представленное исследование является первой в отечественной практике попыткой в области географии природно-техногенного риска увязать между собой три вида данных: о жилищном строительстве, о потенциальных природно-техногенных угрозах и о динамике фактической людности внутригородского пространства. В ходе работы были проанализированы ключевые показатели ввода жилья в Москве за 2011–2021 гг. Применение Больших данных (данных сотовых операторов) позволило определить фактическое изменение плотности населения за 2018–2019 гг. в максимально крупном масштабе — по ячейкам 500 на 500 м. Были сопоставлены показатели плотности наличного населения по данным сотовых операторов будних зимних ночей 2018 и 2019 гг. с показателями прироста жилищного фонда за промежуточный период. Установленная зависимость этих показателей в дальнейшем может быть использована в целях прогнозирования внутригородской динамики населения в исследованиях природных и техногенных рисков, когда для Москвы станут доступны более длинные временные ряды данных сотовых операторов. В исследовании были также рассмотрены факторы повышения природной и техногенной опасности районов Москвы, связанные с жилищным строительством. Было установлено, что ввиду ограниченности свободных земельных ресурсов для нового строительства на территории Старой Москвы большинство жилищных комплексов локализованы в ареалах повышенной инженерно-геологической и техногенной опасности. Дополнительными факторами повышения риска являются

---

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Москвы в рамках научного проекта № 21-35-70004.

© Санкт-Петербургский государственный университет, 2023

увеличение этажности и плотности застройки. Для них характерен устойчивый положительный тренд за рассматриваемый период.

*Ключевые слова:* уязвимость населения, природные и техногенные риски, данные сотовых операторов, муниципальные образования Москвы, динамика плотности населения, наличное население, жилищное строительство.

## 1. Введение и постановка проблемы

Новые вызовы современности обуславливают необходимость применения более совершенных методов их решения, которые невозможны без привлечения новых видов данных. Широкие возможности открывает использование в географических исследованиях Больших данных (Петросян и др., 2020), в частности данных операторов сотовой связи, позволяющих получать наиболее достоверную информацию о местонахождении определенного количества людей в заданных локациях и промежутках времени, что особенно актуально в исследованиях природного и техногенного риска (Babkin et al., 2022a). Трагические последствия катастрофического землетрясения, произошедшего в Турции в феврале 2023 г., в очередной раз подтверждают факт необходимости строжайшего соблюдения специфических строительных норм и правил, установленных в зонах распространения опасных природных процессов и явлений, а также повышения информированности о количестве наличного населения в зонах жилой застройки в целях осуществления эффективных превентивных и ликвидационных мероприятий.

Как показывает мировой опыт, именно крупнейшие города являются наиболее уязвимым элементом системы расселения (Mitchell, 1999; Borden et al., 2007; Gencer, 2013) в определяющей степени за счет высокой пространственной концентрации и интенсивной динамики населения в их границах. Рост численности населения, дефицит свободных земельных ресурсов, высокая стоимость земельных участков, необходимость сокращения внутригородских экономических и физических расстояний и многие другие факторы делают предпочтительным высокоэтажное и высокоплотное строительство в крупных городах. Все это, с одной стороны, приводит к повышению концентрации и, соответственно, восприимчивости населения к природным и техногенным опасностям, а с другой — усложняет проведение спасательных мероприятий.

Ряд исследований, например (Харин и др., 2021; Al-Kodmany, 2018), демонстрируют тот факт, что население домов повышенной этажности является более уязвимым в случае возникновения чрезвычайной ситуации. При этом в России в целом и в Москве в частности тренд на увеличение этажности весьма устойчив (Gunko et al., 2018).

Высокоэтажная и высокоплотная застройка в крупных российских городах также зачастую сопровождается нарушениями градостроительных регламентов, влияющих на повышение уровня техногенной опасности (например, сокращением бытовых разрывов, уменьшением ширины пешеходной части тротуаров в зонах жилой застройки, превышением максимального коэффициента застройки участков, нерегламентированным использованием придомовых территорий в качестве автостоянок, что может затруднять проезд спецтехники, и пр.) (Бадина и др., 2022). Особой проблемой, характерной именно для Москвы, является то, что новое жи-

лищное строительство осуществляется на территории бывших промышленных зон (Попов и др., 2016), где наряду с ликвидацией ряда производств некоторые предприятия, в том числе потенциально опасные, продолжают свою работу (Бадина и Бабкин, 2021). Также стоит отметить, что прирост жилья ведется за счет существенного уплотнения жилой застройки (Куричев и Куричева, 2020). Программа реновации, принятая в 2017 г., предполагает дополнительное повышение концентрации населения за счет замещения существующей малоэтажной застройки многоэтажной и высвобождения значительной территории под дополнительное многоэтажное строительство.

На начальных этапах исследования были подробно рассмотрены факторы, влияющие на пространственную уязвимость населения Москвы к природным и техногенным опасностям (Badina et al., 2022). В данной статье ключевое внимание будет уделено фактору жилищного строительства. Исследовательская гипотеза заключается в том, что ввод в эксплуатацию с последующим заселением крупных жилищных комплексов оказывает значимое влияние на изменение численности и плотности населения внутри городских районов. Места компактной многоэтажной застройки становятся ареалами повышенной концентрации и, соответственно, потенциальной уязвимости населения. При этом в количественном выражении приращение людности не вполне очевидно исходя только лишь из параметров вводимого объекта. Существует множество специфических для Москвы факторов, влияющих на это: сдача в аренду основного жилья и фактическое проживание пенсионеров на дачах за пределами Москвы с целью сохранения московских социальных преимуществ, покупка второго жилья москвичами для инвестирования и сдачи в аренду (Куричева и Куричев, 2018), повышенный спрос на жилье со стороны незарегистрированных мигрантов в районах нового освоения за МКАДом ввиду пониженной арендной ставки, несоответствие темпов жилищного строительства и строительства новых мест приложения труда в спальных районах (Куричева, 2014) и пр.

Как показали предыдущие работы авторов, например (Babkin et al., 2022b), в разные временные срезы количество наличного населения в разных частях города существенным образом варьируется. Несоответствие данных официальной статистики и фактического наличия людей в определенные периоды времени может стать причиной недостоверного представления о том, сколько именно человек находится в зоне действия чрезвычайной ситуации природного или техногенного характера, и существенным образом затруднить работу спецслужб, а также способствовать увеличению пострадавших в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Указанную проблема в значительной степени возможно преодолеть посредством использования данных сотовых операторов. Их применение позволит в сопоставимых масштабах осуществить сравнение параметров ввода жилищных комплексов и изменения плотности населения в районах Москвы. В дальнейшем выявленные закономерности могут быть использованы при прогнозировании изменения людности различных территорий города.

## 2. Методика исследования и фактический материал

В качестве информационной базы исследования было задействовано три блока информации.

1. Набор обезличенных данных операторов сотовой связи («Билайн», «МТС», «Мегафон», «Теле2») о местах локализации абонентов, предоставленный Департаментом информационных технологий города Москвы. Временной срез данных за период с января 2018 по январь 2020 г., такт регистрации данных — 30 мин, пространственная привязка — ячейки 500 на 500 м, количество ячеек — 190.2 тыс. Структура данных: метка даты/времени, код ячейки пребывания абонента, код ячейки отбытия абонента, численность абонентов по соответствующим ячейкам за такт. Набор ключей — привязка ячеек к соответствующим территориям Москвы и Московской области. В рамках первичной обработки генеральной совокупности (непрерывного ряда данных за весь рассматриваемый период) осуществлены следующие операции: суммирование численности абонентов ячеек прибытия с группировкой по совпадающим кодам рассматриваемых ячеек (с временным интервалом 30 мин); сортировка в хронологическом порядке; привязка ячеек к соответствующим территориям (районам).

2. База данных объектов жилой недвижимости с включенными в нее жилищными комплексами, введенными/запланированными к вводу в эксплуатацию на территории Москвы и Московской области в период с 2006 по 2027 г. База составлена авторами на основании многолетнего сбора, систематизации и анализа проектных деклараций по проектам застройщиков. В базу данных включены следующие значимые показатели для каждого корпуса рассматриваемых жилищных комплексов: адрес, планируемый квартал сдачи и дата фактического ввода в эксплуатацию для уже построенных объектов, этажность, тип жилых объектов (квартиры, апартаменты), площадь жилых объектов, их количество, класс объекта (бизнес, комфорт, эконом и др.), количество машиномест, координаты для пространственной привязки и некоторые другие. Всего в базу данных вошло 630 жилищных комплексов с общим количеством корпусов 4796.

3. ГИС ГАУ «Институт Генплана Москвы», содержащая информацию о распространении неблагоприятных инженерно-геологических явлений на территории Москвы в виде картографических слоев.

Методический подход в данном исследовании основан на выявлении степени влияния фактора ввода крупного объекта жилой недвижимости на изменение наличной численности населения внутри городского района, а также на ключевой параметр его пространственной уязвимости — плотность. Для сопоставления были взяты показатели средней плотности населения по ячейкам районов Москвы в буднюю зимнюю ночь в 2018 и 2020 гг. Как показал первичный анализ данных в предыдущих работах авторов, например (Badina et al., 2022), именно этот временной срез характеризует наиболее типичное состояние системы расселения Москвы (время, когда большинство постоянно проживающих в столице людей находятся у себя дома).

Здесь следует обратить внимание на существенное ограничение данного подхода, поскольку для снижения погрешностей и получения наиболее достоверных результатов, безусловно, требуется более длительный временной ряд ввиду того, что период между моментом ввода жилой недвижимости в эксплуатацию и факти-

ческим заселением может быть сильно пролонгирован. С другой стороны, за два рассматриваемых года в Москве было введено всего 60 жилищных комплексов — это достаточно малая выборка для исчерпывающего анализа. Наконец, существуют погрешности в калибровке данных непосредственно при их регистрации, что может повлиять на результаты в крупном масштабе (на уровне ячеек). Однако новизна данных сотовых операторов, отсутствие в России более длительных временных рядов, необходимость проработки новых возможностей их использования в научных и практических целях, заставляет действовать в рамках указанных ограничений.

Методика данного исследования во многом опирается на исследовательский инструментарий оценки уязвимости населения с использованием данных сотовых операторов, заложенный в предшествующих работах авторов (Бадина и др., 2022; Бадина и Бабкин, 2021; Babkin et al., 2022a; Babkin et al., 2022b, Vadina et al., 2022). Ввиду вышеизложенных ограничений в качестве ключевых в данной работе применялись картографический и графоаналитический методы исследования, а также визуальный анализ географических данных. Во-первых, с использованием статистических методов была проанализирована база данных объектов жилой недвижимости, введенных в эксплуатацию на территории Москвы за 2011–2021 гг., далее более детально — в период с 2018 по 2019 г. Во-вторых, данные о вводе жилой недвижимости были сопоставлены с показателями динамики прироста плотности наличного населения в соответствующих локациях. Для этого рассчитывалось приращение медианной плотности наличного населения в январе 2020 г. по сравнению с январем 2018 г.<sup>1</sup> В-третьих, в дополнение было осуществлено наложение объектов нового жилищного строительства на карту опасных инженерно-геологических явлений с целью определения тренда повышения данного вида опасности.

### 3. Результаты исследования

#### 3.1. Развитие жилищного строительства в г. Москве в 2011–2021 гг.

Для понимания ключевых закономерностей трансформации жилищного фонда Москвы и связанных с ними изменений внутригородского распределения населения в первую очередь необходим краткий ретроспективный анализ развития жилищного строительства в столице за годы, предшествующие исследованию. Строительство и сделки с недвижимым имуществом являются одним из наиболее значимых секторов экономики Москвы. В совокупности в 2019 г. они обеспечивали формирование порядка 16 % от общего объема ВРП города (4 и 12 % соответственно), причем их вклад за рассматриваемый период существенно менялся (рис. 1). Если доля строительного сектора оставалась относительно стабильной и варьировалась в диапазоне от 3 до 5 %, то для операций с недвижимостью был характерен значительный спад — более чем в два раза в 2015–2016 гг., что в первую очередь было связано с девальвацией курса рубля в конце 2014 г., повлекшей за собой падение цен на недвижимость в Москве в последующие несколько лет и закономерное замедление развития этого рынка.

---

<sup>1</sup> Более длинный временной ряд выстроить на данный момент не представляется возможным, поскольку систематический сбор информации о численности наличного населения по данным сотовых операторов в Москве по сопоставимым методикам начался только в 2018 г.



Рис. 1. Изменение вклада строительного сектора и операций с недвижимостью в ВРП г. Москвы в 2011–2019 гг. Рис. 1 и 2 составлены авторами по данным Росстата

На протяжении рассматриваемого периода совокупный объем жилищного фонда Москвы увеличился на 43.6 млн м<sup>2</sup> (с 226.3 млн м<sup>2</sup> в 2011 г. до 270.1 млн м<sup>2</sup> в 2021 г.) или на 16.2 %. Согласно действующему Генплану Москвы, до 2025 г. объем жилищного фонда возрастет до 285 млн м<sup>2</sup>, за счет чего уровень жилищной обеспеченности должен составить не менее 24 м<sup>2</sup> на человека. Можно утверждать, что рынок жилой недвижимости развивался опережающими темпами по сравнению с динамикой роста численности населения города: в 2011–2021 гг. численность населения Москвы увеличилась более чем на 1.1 млн человек или 9.7 % (с 11.5 млн человек в 2011 г. до 12.7 млн человек в 2021 г.).

Расширение территории Москвы в 2012 г. также оказало влияние на интенсификацию жилищного строительства в присоединенных районах. Именно на территории муниципальных образований Новой Москвы за рассматриваемый период наблюдался максимальный удельный прирост численности постоянно зарегистрированного населения: численность населения Троицкого административного округа в 2011–2021 гг. увеличилась на 32 % с 98.8 тыс. человек до 130.3 тыс. человек; население Новомосковского административного округа увеличилось более чем в 1.7 раза с 157.5 тыс. человек в 2011 г. до 275.5 тыс. человек в 2021 г. Именно для этих округов также было характерно наибольшее удельное приращение площади жилищного фонда, а среди «старых» округов Москвы лидерами прироста являются Центральный (вследствие наиболее высоких цен за 1 м<sup>2</sup> и платежеспособного спроса) и Юго-Восточный (за счет массового реновирования промзон) округа (табл. 1). Центральный округ опережал остальные округа по темпам роста цен на территории старой Москвы: если в конце 2011 г. отношение средней цены за 1 м<sup>2</sup> к средней по городу составляло 144 %, то в конце 2021 г. — уже 155 %, наиболее существенный относительный рост также отмечается в Северо-Западном округе<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> По данным портала «Индикаторы рынка недвижимости». Доступно на: <https://www.irn.ru/> [Дата доступа 04.12.2022].

Таблица 1. Изменение численности населения и площади жилищного фонда административных округов Москвы в 2011–2021 гг.

Административный округ	Численность населения					Жилищный фонд					Обеспеченность			
	2011, тыс. чел.	2021, тыс. чел.	Прирост, тыс. чел.	Прирост, %	2011, тыс. м <sup>2</sup>	2021, тыс. м <sup>2</sup>	Прирост, тыс. м <sup>2</sup>	Прирост, %	2011, м <sup>2</sup> / чел.	2021, м <sup>2</sup> / чел.	Прирост, м <sup>2</sup> / чел.	Прирост, %		
Восточный	1457.3	1524.3	66.9	4.6	25 759	26 747	988	3.8	17.7	17.5	-0.1	-0.7		
Западный	1289.2	1396.0	<b>106.8</b>	8.3	27 914	33 454	<b>5540</b>	19.8	<b>21.7</b>	<b>24.0</b>	2.3	10.7		
Зеленоградский	222.4	250.2	27.7	12.5	4787	5227	440	9.2	21.5	20.9	-0.6	-2.9		
Северный	1111.2	1186.1	74.9	6.7	24 129	28 380	4250	17.6	<b>21.7</b>	<b>23.9</b>	2.2	10.2		
Северо-Восточный	1364.4	1432.6	68.2	5	24 586	26 556	1970	8	18.0	18.5	0.5	2.9		
Северо-Западный	943.7	1011.5	67.8	7.2	17 459	20 179	2720	15.6	18.5	19.9	1.4	7.8		
Центральный	744.1	779.4	35.2	4.7	15 162	20 488	<b>5326</b>	35.1	20.4	<b>26.3</b>	<b>5.9</b>	<b>29.0</b>		
Юго-Восточный	1321.4	1431.7	<b>110.3</b>	8.4	23 068	28 233	<b>5164</b>	22.4	17.5	19.7	2.3	13.0		
Юго-Западный	1366.0	1446.4	80.5	5.9	28 557	29 063	506	1.8	20.9	20.1	-0.8	-3.9		
Южный	1721.2	1791.2	70	4.1	28 472	33 037	4566	16	16.5	18.4	1.9	11.5		
Троицкий	98.8	130.3	31.6	<b>32</b>	1789	2850	1061	<b>59.3</b>	18.1	21.9	3.8	20.7		
Новомосковский	157.5	275.5	<b>118</b>	<b>74.9</b>	4713	15 857	<b>11 144</b>	<b>236.5</b>	<b>29.9</b>	<b>57.6</b>	<b>27.6</b>	<b>92.4</b>		
Москва (всего, с учетом округов Новой Москвы)	11 797.4	12 655.2	857.8	7.3	226 395	270 069	43 674	19.3	19.2	21.3	2.2	11.2		

Примечание. Составлено авторами по данным Росстата. В табл. 1 и 2 жирным шрифтом отмечены максимальные значения, курсивом — минимальные.

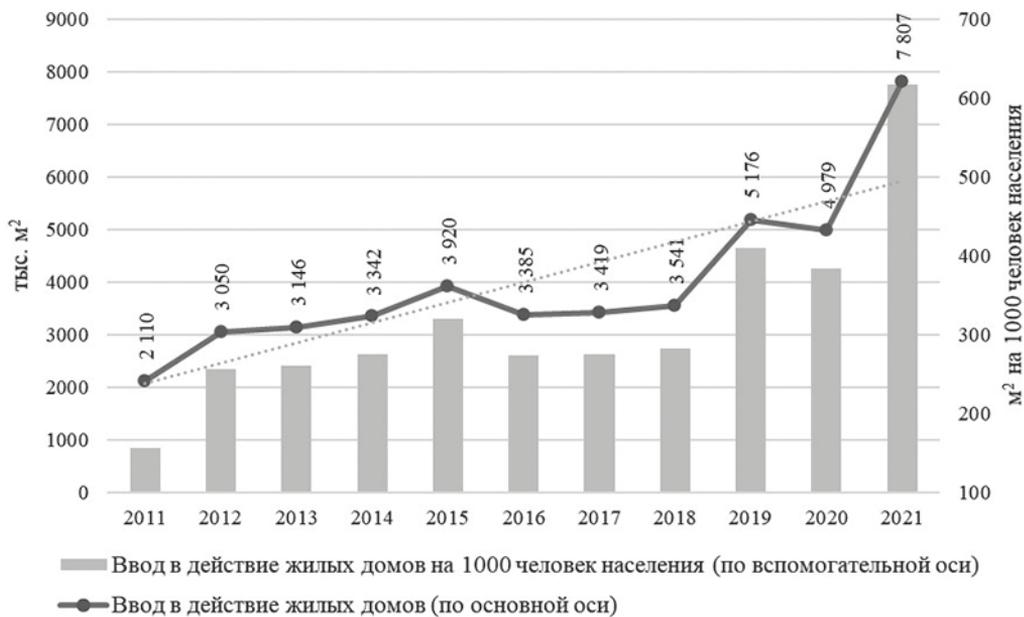


Рис. 2. Ввод в действие жилых домов на территории Москвы с 2011 по 2021 г.

Показатель количества введенных квартир на 1000 человек населения в Москве с 2011 г. увеличился примерно в пять раз и в 2021 г. составил 10.2 при среднероссийском значении 8.3. В метровом эквиваленте показатель ввода увеличился в четыре раза (со 154 до 617 м на 1000 человек населения) (рис. 2). При этом в Московской области данный показатель практически вдвое выше — 1191 м на 1000 человек населения.

Опережающая динамика развития жилищного фонда Москвы по отношению к численности населения также отразилась на росте показателя объема жилой площади на одного человека: за последние десять лет он увеличился на 11.2% — с 19.2 м<sup>2</sup> в 2011 г. до 21.3 м<sup>2</sup> в 2021 г. В разрезе административных округов наиболее значительные изменения по приросту удельной обеспеченности жилищным фондом на душу населения характерны для Новомосковского округа, где рассматриваемый показатель в 2011–2021 гг. увеличился почти в два раза — с 29.9 м<sup>2</sup> в 2011 г. до 57.8 м<sup>2</sup> в 2021 г. (табл. 1). Данная стремительная динамика по всем показателям свидетельствует о том, что именно Новомосковский административный округ Москвы является наиболее значимым кластером жилищного строительства и развития рынка недвижимости. Темпы строительства опережают темпы заселения новых площадей, предложение на объекты первичного рынка жилой недвижимости на территории данного округа наиболее высокое. В значительной степени показатель душевой обеспеченности с минимальных по городу значений в 2011 г. вырос в Юго-Восточном и Южном округах.

Тренд к повышению этажности нового строительства, напрямую влияющий на повышение уязвимости жителей, также весьма устойчив. Если в целом по стране в 2009–2011 гг. десятиэтажные дома и выше составляли 36% в общей площади введенных жилых домов, то в 2019–2021 гг. — уже 40%, причем доля зданий с 17

и более этажами увеличилась с 14 до 25 %. По данным мониторинга Института развития строительной отрасли, средняя этажность новостроек Москвы в сентябре 2022 г. составила 27.1 этажа (для сравнения в сентябре 2020 г. этот показатель составлял лишь 24.5). Эти величины и темпы роста этажности существенно выше среднероссийских значений — 18.8 и 18.4 этажа за аналогичные периоды соответственно. Также, если, например, в сентябре 2020 г. порядка 46 % от всей площади строящегося московского жилья приходилось на дома высотой свыше 24 этажей, то в сентябре 2022 г. их доля выросла до 54 % (в целом по России — 26 %).

Прямая связь существует между развитием транспортной инфраструктуры Москвы и интенсификацией жилищного строительства вблизи новых станций метрополитена, поскольку близость к станциям метро всегда являлась одним из важнейших факторов привлекательности объекта жилой недвижимости (Максимов, 2020; Пуина et al., 2021). С учетом перспективных планов развития линий метро до 2035 г. можно предположить, что численность населения города в среднесрочной перспективе будет расти, в первую очередь за счет высокой динамики прироста населения на территории Новой Москвы, и данный процесс будет в значительной степени стимулировать развитие рынка недвижимости и жилищного строительства.

### ***3.2. Оценка степени влияния жилищного строительства на изменение уязвимости наличного населения***

Анализ составленной авторами базы данных недвижимости позволяет отследить более частные закономерности развития жилищного строительства в Москве за последнее десятилетие, перейти на уровень конкретных объектов.

Всего за 2011–2021 гг. в Москве было введено в эксплуатацию 177 жилищных комплексов (ЖК) с общим количеством корпусов 1077 и совокупной площадью 17 546.7 тыс. кв. м<sup>2</sup> (табл. 2)<sup>3</sup>. Среди округов с максимальной площадью и количеством введенного жилья (квартир и апартаментов) можно выделить Новомосковский (38 %), Западный (11 %) и Юго-Восточный (10 %) округа.

Максимальная средняя жилая площадь корпусов характерна для новостроек Северо-Западного и Юго-Западного административных округов. Во многом это обусловлено в целом наиболее благоприятными инженерно-геологическими условиями для строительства (Осипов и др., 2011), облегчающими возможность возведения крупных объектов, а также такими экономическими факторами, как относительно более высокие цены на земельные участки и готовое жилье, способствующими максимальному заполнению имеющегося пространства.

Максимальные средние площади квартир (или апартаментов) отмечаются в наиболее престижных районах Центрального, Западного и Юго-Западного округов, минимальные — в районах Восточного, Новомосковского и Зеленоградского округов, где, напротив, доминирует жилье экономкласса. Обеспеченность машиноместами минимальна в жилых комплексах (ЖК) за пределами МКАДа, поскольку там нет столь острого дефицита земельных ресурсов и, соответственно, остается больше возможностей для парковки на придомовых территориях. Кроме того,

---

<sup>3</sup> Указанная цифра ниже приведенной ранее, поскольку в данном случае учитывались только жилье, возводимое частными застройщиками, и не учитывалась доля жилищного фонда, приходящаяся на специализированные жилые помещения и пр.

Таблица 2. Характеристика жилищных комплексов, введенных в эксплуатацию в Москве в 2011–2021 гг.

Административный округ	Количество ЖК, единиц	Количество корпусов, единиц	Средняя минимальная этажность, этажей	Средняя максимальная этажность, этажей	Площадь жилых объектов, тыс. м <sup>2</sup>	Средняя жилая площадь корпуса, м <sup>2</sup>	Средняя площадь лота, м <sup>2</sup>	Количество жилых объектов, единиц	Количество машино-мест в ЖК, единиц	Преобладающий класс
Центральный	28	84	9.9	11.1	606.8	7400	148.4	6626	8096	Элит; премиум
Западный	28	108	17.2	21	1980.6	18 339	73.2	33 287	27 007	Комфорт; бизнес
Северный	22	81	20.8	23.5	1591.5	19 894	61.5	27 180	17 669	Бизнес
Северо-Западный	8	54	20.6	22.1	11 99.3	22 210	71.5	19 041	14 317	Бизнес
Южный	15	65	16.6	18.5	1044.3	16 067	60.1	18 168	17 217	Бизнес
Северо-Восточный	16	67	15.9	19.7	1259.2	19 078	58.5	21 571	11 617	Комфорт
Восточный	6	22	22.5	26.9	447.9	20 359	50.9	8766	2921	Комфорт
Юго-Восточный	15	106	17.3	19.9	1816.4	17 136	56.4	33 487	18 329	Комфорт
Юго-Западный	5	17	19.1	23.1	388.6	22 859	73	6816	3496	Бизнес
Зеленоградский	2	20	14	16	309.6	15 481	52.2	6307	334	Комфорт
Новомосковский	29	343	12.2	14.5	6718.8	19 588	52.9	129 205	39 349	Комфорт; Стандарт/Эконом
Троицкий	3	110	3	3	183.6	1669	59.4	3424	0	Стандарт/Эконом
Всего	177	1077	14	16.3	17 546.7	16 476	65.9	313 878	160 352	–

Составлено авторами по данным застройщиков.

у покупателей квартир в экономсегменте не всегда есть финансовая возможность на дополнительные издержки для покупки машиноместа.

Минимальная этажность новостроек наблюдается в Троицком округе, где ввиду относительно низкой стоимости земельных участков и обширных свободных для строительства неосвоенных территорий существует возможность малоэтажного строительства, и, напротив, в Центральном округе, где действуют градостроительные ограничения на многоэтажное строительство и малоэтажность компенсируется наиболее высокой стоимостью одного квадратного метра (за исключением компактно расположенных высоток, до 78 этажей, в «Москва-Сити»). В среднем максимальная высотность строящихся за рассматриваемый период зданий была характерна для Восточного административного округа. Отдельные малоэтажные проекты связаны с реконструкцией уже существующих зданий, зачастую на месте бывших организаций (например, ЖК «Loft FM» в Центральном административном округе в здании бывшего Московского института радиосвязи и др.).

Высокоэтажное строительство влияет не только на увеличение уязвимости населения, как отмечалось выше, но и непосредственно на повышение опасности. Это заключается прежде всего в активации опасных и потенциально опасных геологических и инженерно-геологических процессов вследствие антропогенного воздействия: карста и связанных с ним суффозионных и провальных явлений под влиянием техногенных изменений гидрогеологических условий в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений, оползневых процессов и подтоплений (Кутепов и др., 2011; Кочев и др., 2018). Карстовые процессы зачастую стимулируются подземным строительством, которое также весьма выгодно застройщику с точки зрения увеличения прибыли посредством максимального использования пространства участка. Инженерно-технические мероприятия, направленные на защиту от данных опасностей, как при подготовке строительной площадки, так и в период строительства и эксплуатации, связаны со значительными издержками, влекущими за собой в ряде случаев существенное удорожание строительства, поэтому застройщик стремится их всячески минимизировать. В качестве примеров обрушений зданий и сооружений можно привести обрушение дома на Большой Дмитровке в 1998 г., провал подземного паркинга на Кожевнической улице в 2009 г., обрушение Басманного рынка в 2006 г. и аквапарка «Трансвааль» в 2004 г. и др.

Как показано на карте (рис. 3), ввод значительной части крупных ЖК в рассматриваемый период приурочен к зонам повышенного инженерно-геологического риска — ареалам распространения карстовых и оползневых процессов, подтоплений, а также риска, связанного с реализацией потенциальных техногенных угроз на территории промышленных зон. Это подтверждает тезис о том, что дефицит свободных земельных ресурсов на территории Москвы вынуждает все в большей степени задействовать наиболее опасные и ранее не используемые для целей жилищного строительства территории. Градации степени распространения карстовых процессов (невысокое, среднее, высокое), показанные на картах (рис. 3 и 4), установлены Генпланом г. Москвы (Genplanmos.ru, 2023).

Поскольку данные сотовых операторов позволяют проследить динамику показателя наличной численности и плотности населения только за 2018–2019 гг., рассмотрим ввод жилья в указанный временной промежуток. За это время, согласно имеющейся базе, было введено 279 корпусов 60 крупных жилищных комплексов

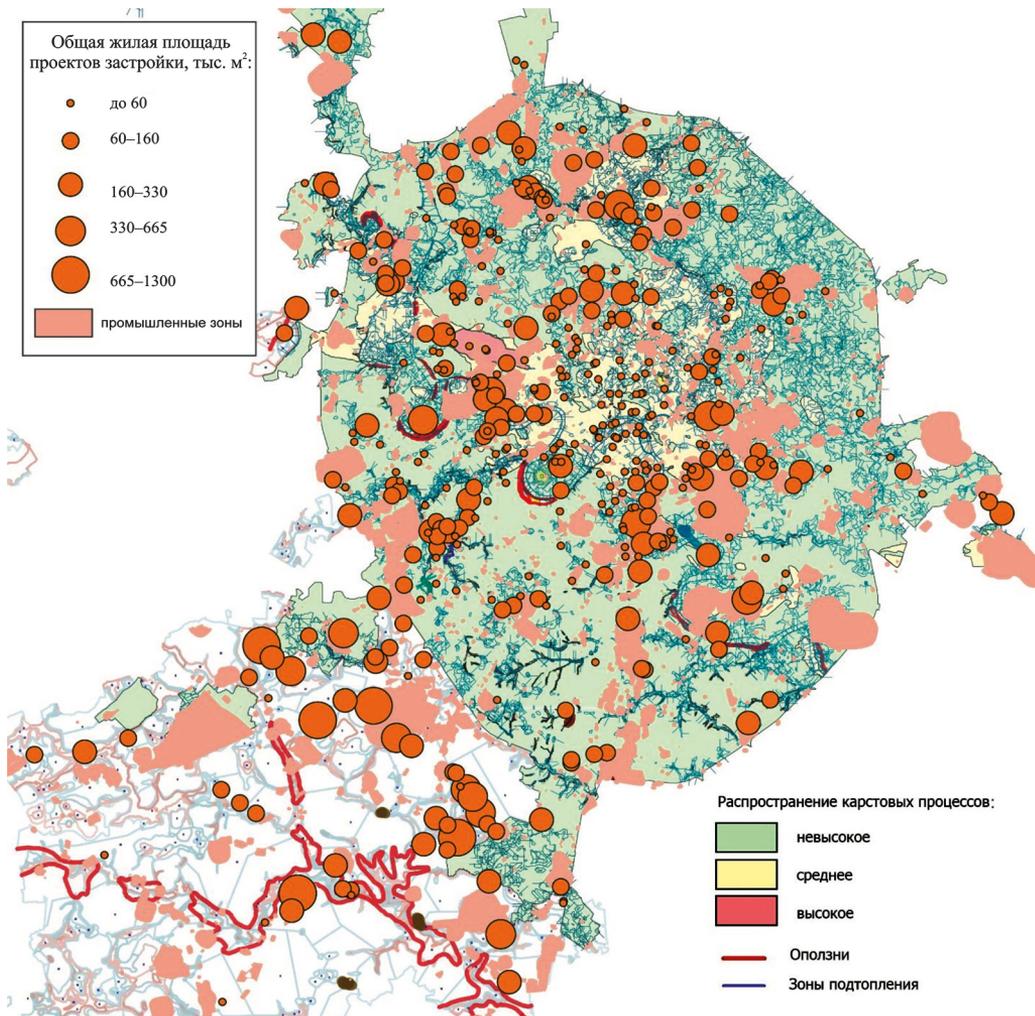


Рис. 3. Строительство жилья (по корпусам) в 2011–2021 гг. относительно зон распространения опасных инженерно-геологических процессов и промышленных зон. Рис. 3 и 4 составлены авторами по данным ГАУ «Институт Генплана Москвы» (Genplanmos.ru, 2023) и базы данных объектов недвижимости

с суммарной площадью 4.32 млн м<sup>2</sup> (свыше 75 тыс. квартир), в том числе 1.16 млн м<sup>2</sup> (24 тыс. квартир) в Новой Москве.

Сопоставление показателей ввода жилья с ареалами повышенной потенциальной опасности (зонами наиболее активного распространения опасных инженерно-геологических процессов и промышленными зонами, в которых локализованы предприятия высокого и среднего классов опасности) позволяют выявить территории Москвы, для которых характерно повышение уровня риска за рассматриваемый период (рис. 4, табл. 3).

Проведенный анализ показал, что за рассматриваемый период в границах Старой Москвы 55 % жилья было построено на территориях распространения карста,

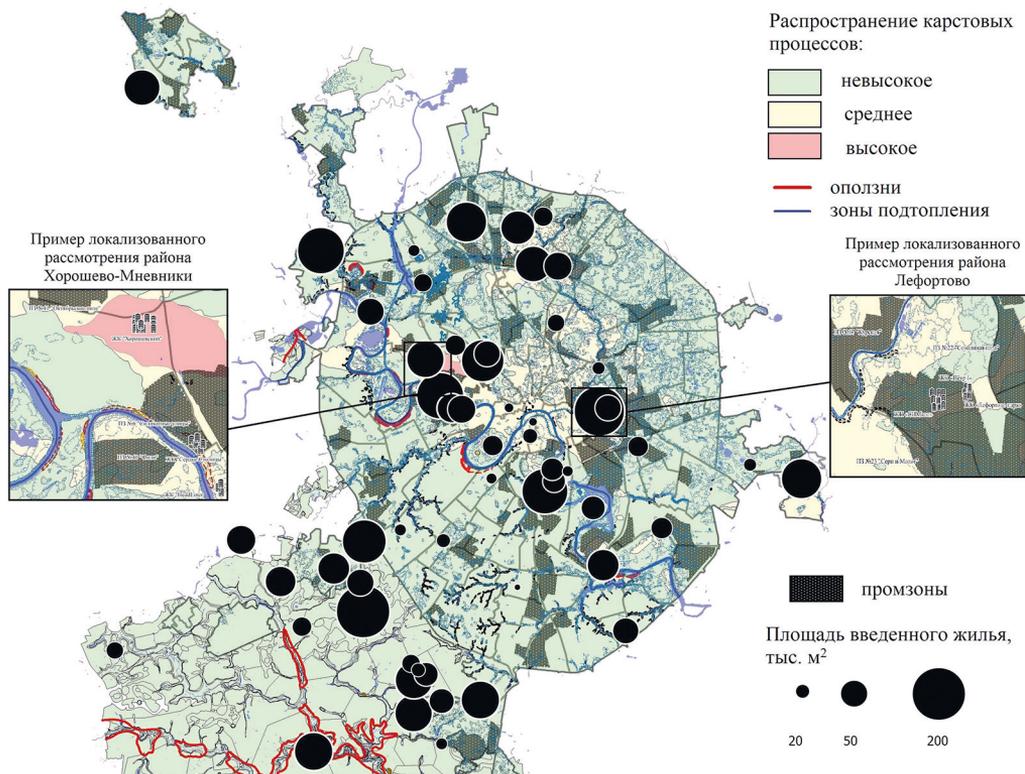


Рис. 4. Ввод жилья (по ЖК) в 2018–2019 гг. относительно зон распространения потенциальных неблагоприятных природных и техногенных процессов и явлений

15 % — в ареалах повышенной активности оползневых процессов, 70 % — в подтапливаемых зонах. Кроме того, около 40 % нового жилья локализуется на территориях реновируемых промышленных зон, в трех четвертях из которых по-прежнему продолжают функционировать предприятия высокого и среднего классов опасности (Бадина и др., 2023).

Более оптимистичная картина наблюдается в Новой Москве, где основные опасности связаны с подтоплениями: три четверти жилья, построенного в 2018–2020 гг. находятся в зонах выхода грунтовых вод на поверхность, еще каждая десятая новостройка локализована в ареалах распространения оползневых процессов. Деформации и массовый вывод из эксплуатации жилых зданий вследствие активации опасных инженерно-геологических процессов, имеющей тренд к усилению под воздействием климатических изменений (Куксина и др., 2021), с учетом вероятности несоблюдения в некоторых случаях всех необходимых градостроительных регламентов в будущем могут привести к значительному экономическому ущербу.

С другой стороны, возрастающее антропогенное воздействие, связанное с активной застройкой и уплотнением селитебной функции в Москве, повышает риски возникновения неблагоприятных природных и техногенных чрезвычайных ситуаций. Приуроченный к местам ввода жилья рост постоянного населения повышает величину интегрального риска.

Таблица 3. Новое жилищное строительство в 2018–2019 гг. в зонах распространения опасных инженерно-геологических явлений и потенциальных техногенных опасностей

Параметр	Старая Москва	Новая Москва	Москва в целом
Общий объем введенного жилья, тыс. м <sup>2</sup>	3150	1166	4316
В том числе в зонах распространения опасных инженерно-геологических явлений и потенциальных техногенных опасностей			
Карст, тыс. м <sup>2</sup> (%)	1726 (54.8 %)	–	1726 (40.0 %)
Подтопления, тыс. м <sup>2</sup> (%)	2175 (69.0 %)	873 (74.9 %)	3048 (70.6 %)
Оползни, тыс. м <sup>2</sup> (%)	478 (15.2 %)	125 (10.7 %)	603 (14.0 %)
Расположение в промзонах, тыс. м <sup>2</sup> (%)	1268 (40.2 %)	–	1268 (29.4 %)
В том числе в ареалах воздействия потенциально опасных предприятий, тыс. м <sup>2</sup> (%)	916 (29.1 %)	–	916 (21.2 %)

Составлено авторами по данным ГАУ «Институт Генплана Москвы» и базы данных ЖК.

С помощью геоинформационных методов анализа в первом приближении удалось установить, что максимальное приращение плотности наличного населения (125–150 % и более) характерно именно для мест расположения крупнейших ЖК. На рис. 5 прирост площади жилья был сопоставлен с приростом плотности населения в соответствующих ячейках (для удобства агрегированных порайонно). На рис. 6 показана количественная зависимость прироста наличного населения (относительного и абсолютного) от объемов ввода жилья.

Наивысший прирост людности (в 1.4–1.5 раза) произошел в Сосенском поселении, в котором возводятся сразу несколько крупных ЖК («Москва А101», «Новая Звезда», «Скандинавия» и др.), а также город Московский (ЖК «Позитив» и ЖК «Новый Московский»). Ввод жилья в данных муниципалитетах за два года стал наивысшим по Москве — 410 и 330 тыс. м<sup>2</sup> жилья соответственно. В Новой Москве значимый прирост наличного населения на фоне жилищного бума испытывают также поселения Внуковское, Десеновское, Новофедоровское (с приростом населения в 150–200 %), в меньшей степени — Троицк, Марушкинское и Воскресенское поселения.

В Старой Москве абсолютными лидерами по вводу жилья (250–300 тыс. м<sup>2</sup> в каждом) являются районы Даниловский, Хорошево-Мневники, Лефортово и Солнцево, где застройка почти полностью приурочена к редевелопменту промзон. При этом районы Хорошево-Мневники и Лефортово относятся к зонам активного распространения карстовых процессов, а прибрежные зоны Москвы-реки и Яузы еще и подвержены подтоплениям. Проблемы подтопления и карста широко распространены и в других районах внутри МКАД. К наиболее проблемным стоит отнести Хорошевский, Пресненский, Алексеевский, Басманный районы. Для некоторых ЖК характерно наличие сразу нескольких видов опасностей. Так, для ЖК «Headliner» в Пресненском и ЖК «Сердце столицы» в Хорошево-Мневниках дополнительно, помимо вероятных проблем с подтоплениями и карстом, существует проблема расположения вблизи них оползневой зоны.

В целом практически все ЖК, построенные в Москве за наблюдаемый период, подвержены рассматриваемым группам потенциальных опасностей. Только

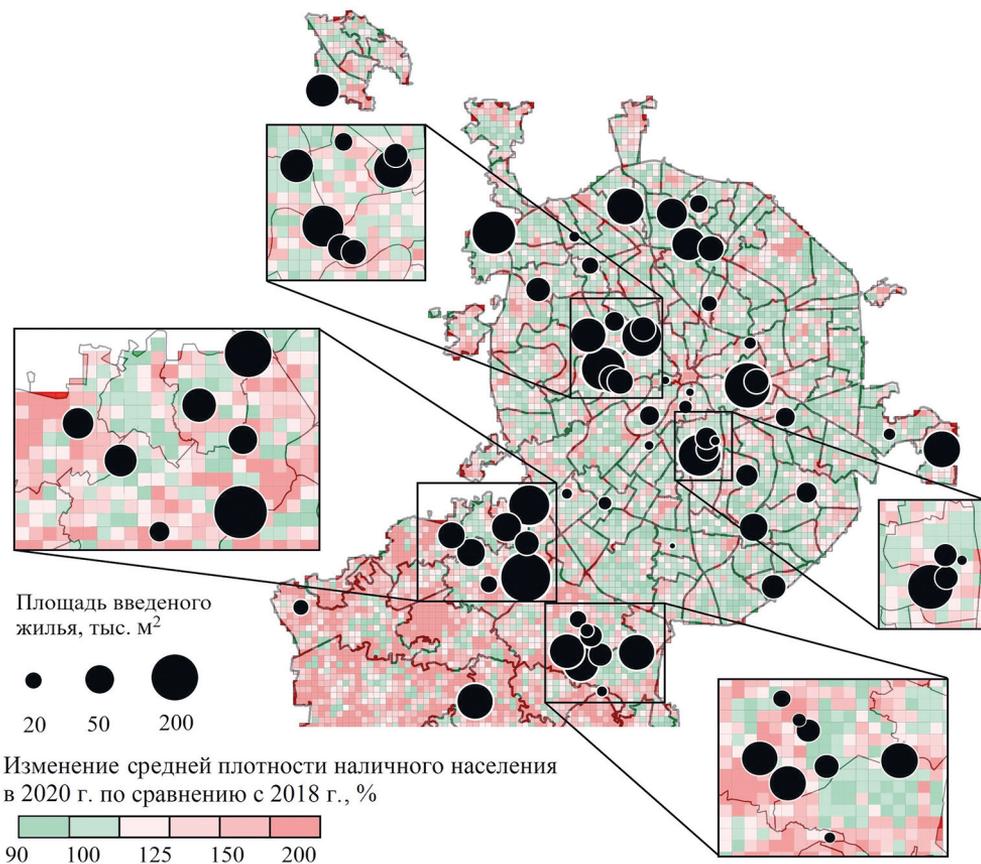


Рис. 5. Сопоставление введенных жилых площадей и изменения плотности наличного населения Москвы в 2018–2020 гг. Рис. 5 и 6 составлены авторами по данным операторов сотовой связи и базы данных объектов недвижимости

366 тыс. м<sup>2</sup> (11.5%) жилья, введенного в Старой Москве, и 293 тыс. м<sup>2</sup> (25%) в Новой имеют незначительную подверженность инженерно-геологическим или техногенным опасностям. При этом для 788 тыс. м<sup>2</sup> или 25% введенного жилья Старой Москвы уровень опасности можно охарактеризовать как высокий и очень высокий.

Также нельзя не отметить, что около трети прироста численности населения для Старой Москвы пришлось на территории, отнесенные действующим Генпланом к промышленным зонам. Хотя градостроительные тенденции в Москве направлены на ликвидацию и редевелопмент данных зон, полного их исчезновения ожидать не стоит и даже после вывода крупнейших потенциально опасных производств эти территории требуют повышенного внимания при проведении рекультивационных мероприятий и соблюдения санитарных норм при дальнейшем строительстве.

Таким образом, в первом приближении удалось установить, что максимальное приращение численности и плотности наличного населения характерно именно для мест расположения крупнейших ЖК. Полученные зависимости подтверждают начальную гипотезу исследования, однако в методическом аспекте

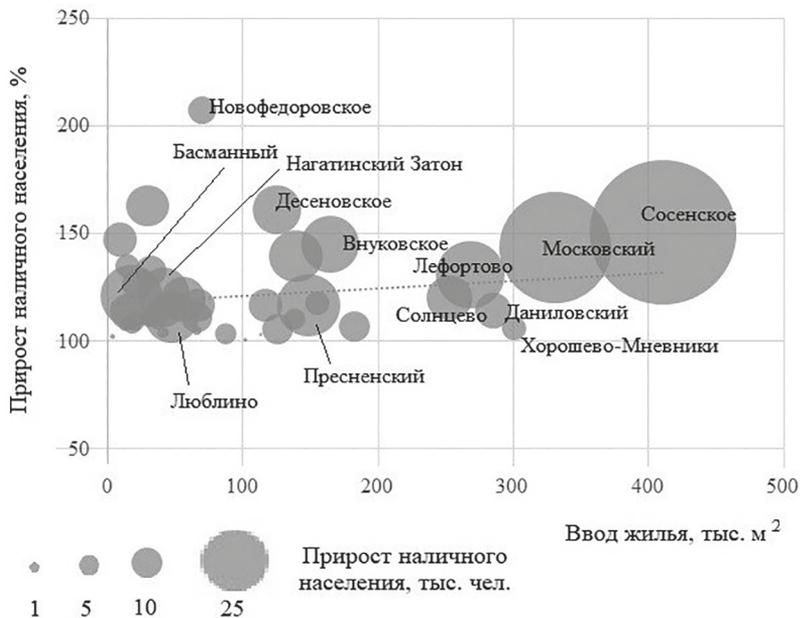


Рис. 6. Соотношение показателей ввода жилья и прироста наличного населения районов Москвы за 2018–2020 гг.

выявилась необходимость дополнительной калибровки данных в связи с некоторым пространственным смещением результатов оценки численности населения. Это проявляется за счет специфики сбора данных сотовых операторов, который происходит по трем вышкам связи, затем данные сводятся в соты, а после этого — в квадраты-ячейки.

В то же время исследование показало, что данные сотовых операторов в анализе изменений людности районов под воздействием нового жилищного строительства более применимы для районов нового освоения. Именно в Новой Москве они наилучшим образом отражают двухлетние изменения наличного населения, связанного с активной застройкой этих районов.

#### 4. Заключение

Представленное исследование является первой в отечественной практике попыткой в области географии природно-техногенного риска увязать между собой три вида данных: о жилищном строительстве, о потенциальных природно-техногенных угрозах и о динамике фактической людности внутригородского пространства. Разнообразие данных, а также небольшой имеющийся ретроспективный ряд данных сотовых операторов о численности населения предопределяет наличие в работе уязвимых мест. В полной мере целостную репрезентативную картину возможно будет получить при наличии более длительных временных рядов данных (4–5 лет). При этом для Новой Москвы, в которой процессы освоения и заселения новых территорий в целом происходят быстрее, используемый подход уже показал свою эффективность.

Обращение к Большим данным (данным сотовых операторов) позволяет решить одну из важнейших задач в сфере прогнозирования природных и техногенных рисков для населения — позволяет оценивать наиболее вероятное количество наличного населения в каждой «точке» городского пространства в заданный временной отрезок, что является необходимым условием для оценки потенциальной уязвимости городских территорий (Бадина и Бабкин, 2021). Однако риск является понятием стохастическим и характеризует событие, которое произойдет в будущем. Поэтому в исследованиях риска необходима не констатация факта о количестве людей на территории в прошлом, а прогнозные значения. Для разработки прогнозных моделей на основании данных сотовых операторов необходимо в первую очередь оценить факторы, существенным образом влияющие на изменение численности наличного населения, в данном примере был подробно рассмотрен фактор нового жилищного строительства. Проведенное исследование подтвердило, что статистически значимая взаимосвязь показателей существует. В связи с этим в дальнейшем полученные результаты могут быть использованы для построения прогнозов: зная ключевые характеристики ввода объектов жилой недвижимости можно прогнозировать вышеуказанные параметры, характеризующие динамику населения внутри городских районов.

## Благодарности

Авторы выражают благодарность ГАУ «Институт Генплана Москвы» за предоставление материалов о распространении неблагоприятных инженерно-геологических явлений на территории г. Москвы для данного исследования, а также благодарят Департамент информационных технологий правительства г. Москвы за предоставление данных сотовых операторов.

## Литература

- Бадина, С.В. и Бабкин, Р.А. (2021). Оценка уязвимости наличного населения Москвы к природным и техногенным опасностям. *ИнтерКарто. ИнтерГИС*, 27 (4), 184–201. <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2021-4-27-184-201>
- Бадина, С.В., Бабкин, Р.А., Скобеев, Н.М. (2022). Новое жилищное строительство как фактор повышения уязвимости населения крупных городов к природным и техногенным опасностям. *Федерализм*, 27 (2), 159–176. <https://doi.org/10.21686/2073-1051-2022-2-159-176>
- Кочев, А.Д., Чертков, Л.Г., Зайонц, И.Л. (2018). Карстово-суффозионные процессы на территории г. Москвы и проблема оценки их опасности. *Инженерная геология*, 13 (6), 24–32. <https://doi.org/10.25296/1993-5056-2018-13-6-24-32>
- Куксина, Л.В., Голосов, В.Н., Жданова, Е.Ю., Цыпленков, А.С. (2021). Гидролого-климатические факторы формирования экстремальных эрозионных событий в горном Крыму. *Вестник Московского университета. Серия 5. География*, 5, 36–50.
- Куричева, Е.К. (2014). Территориальная трансформация новой Москвы под воздействием жилищного строительства. *Региональные исследования*, 43 (1), 50–61.
- Куричева, Е.К. и Куричев, Н.К. (2018). Взаимосвязь жилищного строительства в Московской агломерации и миграция в столичный регион. *Известия РАН. Серия географическая*, 1, 5–20. <https://doi.org/10.7868/S2587556618010010>
- Куричев, Н.К. и Куричева, Е.К. (2020). Пространственная структура жилищного строительства в Московской агломерации: радиально-секторальная дифференциация. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле*, 65 (1), 74–95. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2020.105>

- Кутепов, В. М., Козлякова, И. В., Анисимова, Н. Г., Еремина, О. Н., Кожевникова, И. А. (2011). Оценка карстовой и карсто-суффозионной опасности в проекте крупномасштабного геологического картирования г. Москвы. *Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология*, 3, 215–226.
- Максимов, С. О. (2020). Влияние строительства станций метрополитена на ввод недвижимости на прилегающих территориях. *Жилищное строительство*, 11, 50–55. <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-11-50-55>
- Осипов, В. И., Бурова, В. Н., Заиканов, В. Г., Молодых, И. И., Пырченко, В. А., Сависько, И. С. (2011). Карта крупномасштабного (детального) инженерно-геологического районирования территории г. Москвы. *Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология*, 4, 306–318.
- Петросян, А. Н., Чистяков, П. А., Неретин, А. С., Павлова, Т. А., Семина, А. Е. (2020). *Люди. Деньги. Данные*. [online] Доступно на: <http://infraeconomy.com/tpost/6yyheja3a1-bolshie-dannie-dlya-prostranstvennogo-an>. [Дата доступа 04.12.2022].
- Попов, А. А., Саульская, Т. Д., Шатило, Д. П. (2016). Промышленные зоны г. Москвы как фактор экологической ситуации и дифференциации цен на жилье. *Экология и промышленность России*, 20 (2), 32–38. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2016-2-32-38>
- Харин, В. В., Арсланов, А. М., Кондашов, А. А., Бобринев, Е. В., Удавцова, Е. Ю. (2021). Зависимость гибели и травмирования людей при пожарах в 5- и 9-этажных жилых домах от этажа возникновения пожара. *Техносферная безопасность*, 3 (32), 60–66.
- Al-Kodmany, K. (2018). The Sustainability of Tall Building Developments: A Conceptual Framework. *Buildings*, 8 (1), 7. <https://doi.org/10.3390/buildings8010007>.
- Babkin, R., Badina, S., Bereznysky, A. (2022a). Application of mobile operators' data in modern geographical research. *Encyclopedia*, 2 (4), 1829–1844. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2040126>
- Babkin, R. A., Badina, S. V., Bereznysky, A. N. (2022b). Assessment of temporal variability in the level of population vulnerability to natural and man-made hazards (the case of Moscow districts). *Geography, Environment, Sustainability*, 4 (15), 90–101. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2022-116>
- Badina, S., Babkin, R., Bereznysky, A., Bobrovskiy, R. (2022). Spatial aspects of urban population vulnerability to natural and man-made hazards. *City and Environment Interactions*, 15, 100082. <https://doi.org/10.1016/j.cacint.2022.100082>
- Borden, K. A., Schmidlein, M. C., Emrich, C. T., Piegorsch, W. W., Cutter, S. L. (2007). Vulnerability of US cities to environmental hazards. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 4 (2), 1–23. <https://doi.org/10.2202/1547-7355.1279>
- Gencer, E. A. (2013). Natural Disasters, Urban Vulnerability, and Risk Management: A Theoretical Overview. In: *The Interplay between Urban Development, Vulnerability, and Risk Management. Springer-Briefs in Environment, Security, Development and Peace*, 7. Berlin, Heidelberg: Springer, 7–43. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-29470-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-29470-9_2)
- Genplanmos.ru (2023). *Институт Генплана Москвы. Приложение к Закону города Москвы «О Генеральном плане города Москвы» Карты, схемы территориального планирования города Москвы. Книга 2*. [online] Доступно на: [https://genplanmos.ru/project/generalnyy\\_plan\\_moskvu\\_do\\_2035\\_goda/](https://genplanmos.ru/project/generalnyy_plan_moskvu_do_2035_goda/). [Дата доступа 12.02.2022].
- Gunko, M., Bogacheva, P., Medvedev, A., Kashnitsky, I. (2018). Path-dependent development of mass housing in Moscow, Russia. *Housing Estates in Europe. Poverty, Ethnic Segregation and Policy Challenges. The Urban Book Series*. Cham, 289–311.
- Ilyina, I., Kovalsky, E., Khnikina, T., Voronova, O. (2021). Correlation between trends in the residential real estate market and subway development in the metropolises of the Russian Federation. *E3S Web of Conferences*, 284, 11003. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128411003>
- Mitchell, J. K. (1999). Megacities and natural disasters: a comparative analysis. *GeoJournal*, 49, 137–142. <https://doi.org/10.1023/A:1007024703844>

Статья поступила в редакцию 18 января 2023 г.  
Статья рекомендована к печати 20 марта 2023 г.

#### Контактная информация:

Бадина Светлана Вадимовна — [bad412@yandex.ru](mailto:bad412@yandex.ru)  
Бабкин Роман Александрович — [babkin\\_ra@mail.ru](mailto:babkin_ra@mail.ru)  
Скобеев Никита Михайлович — [nikitaskobeev@yandex.ru](mailto:nikitaskobeev@yandex.ru)

# Changes in the spatial vulnerability of the large cities population to natural and man-made hazards under the influence of housing construction\*

S. V. Badina<sup>1,2,3</sup>, R. A. Babkin<sup>1</sup>, N. M. Skobeev<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Plekhanov Russian University of Economics,  
36, Stremyanny per., Moscow, 117997, Russian Federation

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University,  
1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russian Federation

<sup>3</sup> Bernardo O'Higgins University,  
1497, Avenida Viel, Región Metropolitana, Santiago, 8320000, Chile

<sup>4</sup> Seven Suns Development,  
16, Olipmiysky pr., Moscow, 129110, Russian Federation

**For citation:** Badina, S. V., Babkin, R. A., Skobeev, N. M. (2023). Changes in the spatial vulnerability of the large cities population to natural and man-made hazards under the influence of housing construction. *Vestnik of Saint Petersburg University. Earth Sciences*, 68 (2), 357–377. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2023.208> (In Russian)

The study purpose is to assess the degree of influence of the new large residential complexes commissioning on the main parameter of the spatial vulnerability of the Moscow population to natural and man-made hazards — its density. For this purpose, the key indicators of housing commissioning in Moscow for 2011–2021 were analyzed. The use of Big Data (data from mobile operators) made it possible to determine the actual change in population density for 2018–2019 on the largest possible scale — in cells of 500 by 500 m. The indicators of the present population density according to the mobile operators' data on weekday winter nights in 2018 and 2019 were compared with indicators of growth in the housing stock for the considered period. The established dependence of these indicators can later be used to predict the intracity dynamics of the population in studies of natural and man-made risks, when longer time series of mobile operators' data become available for Moscow. In addition, this study also considered the factors of increasing natural and man-made hazards in Moscow districts associated with housing construction. It was found that due to the limited free land resources for new construction on the territory of Old Moscow, most housing complexes are localized in areas of increased engineering-geological and technogenic danger. Additional risk factors are an increase in the number of storeys and building density. They are characterized by a steady positive trend over the period under review.

*Keywords:* population vulnerability, natural and man-made risks, mobile operators' data, Moscow municipalities, housing construction.

## References

- Al-Kodmany, K. (2018). The Sustainability of Tall Building Developments: A Conceptual Framework. *Buildings*, 8 (1), 7. <https://doi.org/10.3390/buildings8010007>
- Babkin, R., Badina, S., Bereznyatsky, A. (2022a). Application of mobile operators' data in modern geographical research. *Encyclopedia*, 2 (4), 1829–1844. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2040126>
- Babkin, R. A., Badina, S. V., Bereznyatsky, A. N. (2022b). Assessment of temporal variability in the level of population vulnerability to natural and man-made hazards (the case of Moscow districts). *Geography, Environment, Sustainability*, 4 (15), 90–101. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2022-116>

---

\* The research was funded by the Russian Foundation for Basic Research and Moscow city Government according to the project no. 21-35-70004. The authors are grateful to the Department of Information Technologies of the Moscow Government and to the Genplan Institute of Moscow for the provided data.

- Badina, S. V. and Babkin, R. A. (2021). Assessment of Moscow population vulnerability to natural and technogenic hazards. *InterCarto. InterGIS*, 27 (4), 184–201. <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2021-4-27-184-201> (In Russian)
- Badina, S., Babkin, R., Bereznynatsky, A., Bobrovskiy, R. (2022). Spatial aspects of urban population vulnerability to natural and man-made hazards. *City and Environment Interactions*, 15, 100082. <https://doi.org/10.1016/j.cacint.2022.100082>
- Badina, S. V., Babkin, R. A., Skobeev, N. M. (2022). New Housing Construction as a Factor of Increasing the Vulnerability of Large Cities Population to Natural and Man-Made Hazards. *Federalism*, 27 (2), 159–176. <https://doi.org/10.21686/2073-1051-2022-2-159-176> (In Russian)
- Borden, K. A., Schmidlein, M. C., Emrich, C. T., Piegorsch, W. W., Cutter S. L. (2007). Vulnerability of US cities to environmental hazards. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 4 (2), 1–23. <https://doi.org/10.2202/1547-7355.1279>
- Gencer, E. A. (2013). Natural Disasters, Urban Vulnerability, and Risk Management: A Theoretical Overview. In: *The Interplay between Urban Development, Vulnerability, and Risk Management. Springer Briefs in Environment, Security, Development and Peace*, 7. Berlin, Heidelberg: Springer, 7–43. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-29470-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-29470-9_2)
- Genplanmos.ru (2023). *Genplan Institute of Moscow. Appendix to the Law of the City of Moscow “On the General Plan of the City of Moscow” Maps, territorial planning schemes for the city of Moscow. Book 2.* [online] Available at: [https://genplanmos.ru/project/generalnyy\\_plan\\_moskvy\\_do\\_2035\\_goda/](https://genplanmos.ru/project/generalnyy_plan_moskvy_do_2035_goda/). [Accessed 12.02.2022]. (In Russian)
- Gunko, M., Bogacheva, P., Medvedev, A., Kashnitsky, I. (2018). Path-dependent development of mass housing in Moscow, Russia. *Housing Estates in Europe. Poverty, Ethnic Segregation and Policy Challenges. The Urban Book Series*. Cham, 289–311.
- Ilyina, I., Kovalsky, E., Khnikina, T., Voronova, O. (2021). Correlation between trends in the residential real estate market and subway development in the metropolises of the Russian Federation. *E3S Web of Conferences*, 284, 11003. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128411003>
- Kharin, V. V., Arslanov, A. M., Kondashov, A. A., Bobrinev, E. V., Udavtsova, E. Yu. (2021). Dependence of death and injury of people during fires in 5- and 9-story residential buildings on the floor of the fire. *Tekhnosfernaia bezopasnost'*, 3 (32), 60–66. (In Russian)
- Kochev, A. D., Chertkov, L. G., Zayonts, I. L. (2018). Karst-suffosion processes on the territory of Moscow and the problem of assessing their danger. *Inzhenernaia geologiya*, 13 (6), 24–32. <https://doi.org/10.25296/1993-5056-2018-13-6-24-32> (In Russian)
- Kuksina, L. V., Golosov, V. N., Zhdanova, E. Yu., Tsyplenkov, A. S. (2021). Hydrological and climatic factors of formation of extreme erosion events in the mountainous Crimea. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 5. Geografiia*, 5, 36–50. (In Russian).
- Kuricheva, E. K. (2014). Territorial transformation of the new Moscow under the influence of housing construction. *Regional'nye issledovaniia*, 43 (1), 50–61. (In Russian).
- Kurichev, N. K. and Kuricheva, E. K. (2020). Spatial structure of housing construction in the Moscow agglomeration: radial-sectoral differentiation. *Vestnik of Saint Petersburg University. Earth Sciences*, 65 (1), 74–95. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2020.105> (In Russian)
- Kuricheva, E. K. and Kurichev, N. K. (2018). The relationship of housing construction in the Moscow agglomeration and migration to the capital region. *Izvestiia Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaiia*, 1, 5–20. <https://doi.org/10.7868/S2587556618010010> (In Russian)
- Kutepov, V. M., Kozlyakova, I. V., Anisimova, N. G., Eremina, O. N., Kozhevnikova, I. A. (2011). Assessment of karst and karst-suffosion hazard in the project of large-scale geological mapping of Moscow. *Geokologiya. Inzhenernaia geologiya. Gidrogeologiya. Geokriologiya*, 3, 215–226. (In Russian)
- Maksimov, S. O. (2020). The impact of the construction of metro stations on the commissioning of real estate in the surrounding areas. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*, 11, 50–55. <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-11-50-55> (In Russian)
- Mitchell, J. K. (1999). Megacities and natural disasters: a comparative analysis. *GeoJournal*, 49, 137–142. <https://doi.org/10.1023/A:1007024703844>
- Osipov, V. I., Burova, V. N., Zaikanov, V. G., Molodykh, I. I., Pyrchenko, V. A., Savisko, I. S. (2011). Map of large-scale (detailed) engineering-geological zoning of the territory of Moscow. *Geokologiya. Inzhenernaia geologiya. Gidrogeologiya. Geokriologiya*, 4, 306–318. (In Russian)

- Petrosyan, A. N., Chistyakov, P. A., Neretin, A. S., Pavlova, T. A., Semina, A. E. (2020). *People. Money. Data.* [online] Available at: <http://infraeconomy.com/tpost/6yyheja3a1-bolshie-dannie-dlya-prostranstvennogo-an>. [Accessed 04.12.2022]. (In Russian)
- Popov, A. A., Saulskaya, T. D., Shatilo, D. P. (2016). Industrial zones of Moscow as a factor of the ecological situation and differentiation of housing prices. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 20 (2), 32–38. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2016-2-32-38> (In Russian)

Received: January 18, 2023

Accepted: March 20, 2023

Authors' information:

*Svetlana V. Badina* — [bad412@yandex.ru](mailto:bad412@yandex.ru)

*Roman A. Babkin* — [babkin\\_ra@mail.ru](mailto:babkin_ra@mail.ru)

*Nikita M. Skobeev* — [nikitaskobeev@yandex.ru](mailto:nikitaskobeev@yandex.ru)