

ГЕОГРАФИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 32.1+551.582(98)

С.П. Земцов^{1,2}, Н.В. Шартова³, П.И. Константинов⁴, М.И. Варенцов^{5,6}, В.М. Кидяева⁷**УЯЗВИМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ РАЙОНОВ МОСКВЫ К ОПАСНЫМ ПРИРОДНЫМ ЯВЛЕНИЯМ**

В России и за рубежом наблюдается рост повторяемости опасных природных явлений, в том числе пиковых термических условий, эпидемий, наводнений, ураганов и др. В результате изменений климата, старения и роста мобильности населения, увеличения плотности застройки, ухудшения экологической ситуации, жители крупных городов становятся более уязвимы к последствиям подобных событий. Так, по оценкам экспертов в Москве более 11 тыс. человек стали жертвами экстремальных летних температур 2010 г. Последствия эпидемии коронавируса только предстоит оценить, но изучение социально-экономических различий районов Москвы актуально в условиях начавшегося кризиса и развернувшейся пандемии с учетом негативных последствий для здоровья и жизни жителей.

Авторами предложен индекс уязвимости населения районов столицы к опасным природным явлениям. Индекс учитывает долю наиболее восприимчивой части населения, а также возможности адаптации жителей. Наиболее уязвимы пенсионеры, инвалиды, жители более бедных районов и мигранты – все те слои общества, которые не могут защитить себя или покинуть зону бедствия из-за физических или финансовых ограничений. Нами установлено, что с 2010 г. в 104 из 125 районах Москвы уязвимость населения выросла за счет роста числа пожилых и маломобильных граждан, сокращения доходов населения в депрессивных районах. Приоритетные территории для проведения политики адаптации к опасным явлениям расположены в Зеленограде (Матушкино, Савёлки, Старое Крюково, Крюково, Силино), на юго-востоке (Некрасовка, Вешняки) и северо-востоке (Северное Измайлово, Метрогородок, Гольяново) столицы. В центральных районах, подверженных процессам джентрификации, благодаря увеличению доли состоятельных граждан и благоустройству адаптивность росла.

В результате кризиса 2020 г., связанного с пандемией и падением цен на нефть, сокращение доходов населения может привести к дальнейшему росту уязвимости жителей большинства районов Москвы, а наибольшие негативные последствия ожидаются в более уязвимых районах. Результаты позволяют более точно применять инструменты мониторинга, предупреждения и адаптации к опасным явлениям, в частности в упомянутых районах потребуются обеспечение своевременного доступа скорой помощи и проведение разъяснительной работы с пожилыми жителями и мигрантами.

Ключевые слова: изменение климата, городская среда, Москва, волны жары, старение населения, неравенство доходов, мигранты, адаптация к изменениям климата, эпидемия коронавируса, экономический кризис

Введение. В последние десятилетия в России и за рубежом наблюдается рост повторяемости опасных природных явлений [РСС, 2014]. Несколько глобальных трендов – изменение климата, старение, увеличение плотности (урбанизация) и мобильности населения, рост экологических проблем – приводят к тому, что отдельные категории жителей

крупных городов мира становятся более уязвимы к последствиям подобных событий. Для крупнейших агломераций России наиболее серьезные последствия могут оказывать экстремальные температурные условия, эпидемии, ураганы и наводнения. В условиях начавшегося экономического кризиса и развернувшейся эпидемии коронавируса наиболее

¹ Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, лаборатория исследований проблем предпринимательства, вед. науч. с.; e-mail: spzemtsov@gmail.com

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, канд. геогр. н., преподаватель; e-mail: spzemtsov@gmail.com

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, канд. геогр. н., ст. науч. с.; e-mail: shartova@yandex.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра метеорологии и климатологии, канд. геогр. н., ст. преподаватель; e-mail: kostadini@mail.ru

⁵ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра биогеографии, науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: mvar91@gmail.com

⁶ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Научно-исследовательский вычислительный центр, науч. с.; e-mail: mvar91@gmail.com

⁷ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, НИЛ снежных лавин и селей, канд. геогр. н., инженер; e-mail: veramkid@gmail.com

актуальным становится изучение социально-экономических различий территории Москвы с учетом возможных негативных последствий для здоровья и жизни жителей столицы.

Последствия коронавирусной эпидемии 2020 г. в России только предстоит оценить, но на примере городов Италии и Китая [Chen et al., 2020; Hauser et al., 2020] можно ожидать, что дополнительная смертность возрастет, если не принимать кардинальных мер. Уже сейчас рост заболеваемости, внедрение карантинных мероприятий привели к существенному снижению занятости, темпов экономического роста во всем мире, а в перспективе вместе с падением цен на нефть приведут к глобальному экономическому кризису и снижению доходов населения [Vedev et al., 2020].

Для примера дополнительная смертность населения в европейской части России в июле–августе 2010 г. во время аномальной жары составила более 54 тыс. случаев по сравнению с аналогичным периодом 2009 г. [Ревич, 2011]. Основными причинами смерти стали болезни системы кровообращения и органов дыхания. В наибольшей степени возросла смертность в Москве – на 11 тыс. случаев или 60% [Ревич, 2011; Shaposhnikov et al., 2014; Ревич и др., 2015]. Экономические потери Москвы от дополнительной смертности населения летом 2010 г. были оценены в пределах 97–123 млрд руб. или 1,23–1,57% ВВП [Порфирьев, 2013]. При этом наибольшее влияние волны жары⁸, как и коронавирусная эпидемия [Chen et al., 2020], оказывают на пожилое население крупных городов [Jones et al., 1982; Semenza et al., 1995; Kovats, Hajat, 2008; Kosatsky et al., 2012].

Наша цель состояла в оценке уязвимости населения районов Москвы к опасным природным явлениям и ее изменений с 2010 г., что необходимо для анализа подготовленности жителей города к существующим рискам 2020 г. и возможному повторению опасных событий в будущем. Ранее для Москвы при проведении подобного рода исследований не учитывалась внутригородская дифференциация территории, хотя в мире уже накоплен достаточный опыт на примере Лондона [Wolf, McGregor, 2013], Нью-Йорка [Rosenthal et al., 2014], Пекина [Dong et al., 2014], Флоренции [Masseti et al., 2014], Хьюстона [Conlon et al., 2016], Ванкувера [Ho et al., 2016], Лиссабона [Burkart et al., 2015], Сеула [Jänicke et al., 2019], Гонконга [Shi et al., 2019] и других городов.

Материалы и методы. Уязвимость населения – степень потери здоровья или смерти жителей, возникающие в результате развития потенциально опасного явления. Уязвимость является функцией способности социальных, физических и экономических структур противостоять опасности [Cutter, 2003; Garschagen et al., 2016; Fuchs, Glade, 2016].

Для оценки индекса уязвимости населения к опасным природным явлениям (*VUL*) использованы два слагаемых в соответствии с предшествующими работами [Cutter, 2003; Garschagen et al., 2016; Ho et al., 2016; Wolf, McGregor, 2013; Dong et al., 2014; Земцов и др., 2012; Бабурин и др., 2016; Zemtsov et al., 2016]:

$$VUL_{i,t} = \frac{SUS_{i,t} - ADAP_{i,t}}{2},$$

где *i* – один из 125 муниципальных районов Москвы; *t* – годы, для которых проводилась оценка (2010–2017); *SUS* – индекс восприимчивости населения к опасному явлению; *ADAP* – индекс адаптивности жителей – возможность противостоять воздействию, снизить влияние опасного явления в будущем.

Исследование проведено без учета районов Новой Москвы, что связано как с отсутствием сопоставимых данных, так и со значительными различиями в плотности населения и социально-экономических условиях.

Восприимчивость жителей к опасным природным явлениям, определяемая вероятностью ухудшения самочувствия или смерти, во многом зависит от возраста, болезней, образа жизни и информированности человека. Например, волны жары и некоторые эпидемии имеют наибольшее влияние на смертность среди населения старше 65 лет [Curriero et al., 2002; Kim et al., 2006; Huynen et al., 2011]. Среди них высока доля лиц с сердечно-сосудистыми, онкологическими и респираторными заболеваниями [Huynen et al., 2011; Ревич и др., 2015]. В общем случае более высокая доля пожилых жителей в районе ведет к повышенной смертности в период опасных явлений. Еще более восприимчивы к экстремальным природным событиям жители, которые не в состоянии самостоятельно покинуть свой дом в силу возраста или инвалидности [Бабурин и др., 2016; Zemtsov et al., 2014].

Дополнительная категория граждан, чувствительных к опасным явлениям, – это мигранты [Hansen et al., 2013; Wachinger et al., 2013; Garschagen et al., 2016]. Они чаще всего живут скученно и трудятся в наименее благоприятных условиях. В обзорной работе [Hansen et al., 2013] показано, что социальные, экономические и культурные барьеры повышают уязвимость мигрантов, в частности, они не имеют доходов для улучшения условий труда и проживания, языковой барьер существенно снижает их шансы на своевременное получение достоверной информации об опасном явлении, сложное правовое положение ограничивает доступ к врачебной и иной помощи. В период эпидемий повышенная мобильность мигрантов также может способствовать распространению заболеваний за пределы городов.

⁸ Связь между высокой температурой окружающей среды и смертностью населения [Curriero et al., 2002; Kim et al., 2006; Huynen et al., 2011; Barnett et al., 2012] значительно возрастает при возникновении волн жары (от англ. heat waves). По критерию Росгидромета волна жары – это период с апреля по сентябрь, когда в течение 5 дней и более значение среднесуточной температуры воздуха выше климатической нормы на 7°C и более [РД 52.88.699-2008].

Для оценки восприимчивости (*SUS*) населения к опасным явлениям использованы данные по трем показателям:

$$SUS_{i,t} = \frac{AGE_{i,t} + INV_{i,t} + MIGR_{i,t}}{3},$$

где *AGE* (возрастное население) – субиндекс доли жителей старше трудоспособного возраста в населении, % (для 2017 г. расчеты приведены исходя из данных переписи 2010 г. и динамики доли населения старше трудоспособного возраста в Москве); *INV* (малоподвижное население) – субиндекс численности лиц, обслуживаемых отделениями социального обслуживания на дому, граждан пожилого возраста и инвалидов, человек на 1000 жителей [Мосгорстат, 2019]; *MIGR* (неинформированное и малообеспеченное население) – субиндекс числа прибывших мигрантов на 1000 жителей [Мосгорстат, 2019].

Каждый субиндекс здесь и далее получен нормированием индикатора от 0 до 1 по формуле линейного масштабирования [Garschagen et al., 2016; Zemtsov et al., 2014].

Для оценки адаптивности населения к опасным явлениям (*ADAPT*) в литературе, в первую очередь, используются различные показатели уровня жизни, доходов. Чем богаче население района, тем больше у него возможности для отъезда в более безопасный район, на дачу [Махрова, 2015], для использования частной медицинской помощи, для приобретения необходимого оборудования (медицинские приборы), покупки лекарств т. д. [Dong et al., 2014; Garschagen et al., 2016; Бабурин и др., 2016; Zemtsov et al., 2016]. Бедное население, нуждающееся в социальной поддержке, наоборот, не может позволить себе даже необходимые медицинские препараты [Zemtsov et al., 2014; Бабурин и др., 2016].

Мы использовали для оценки адаптивности два индикатора:

$$ADAPT_{i,t} = \frac{INC_{i,t} - POV_{i,t}}{2},$$

где *INC* (население с высокими доходами) – субиндекс оценки стоимости недвижимости в районах Москвы [Индикаторы рынка недвижимости, 2019]; *POV* (бедность) – субиндекс доли граждан, пользующихся социальной поддержкой по оплате жилого помещения и коммунальных услуг (Мосгорстат). К сожалению, данные о заработной плате, предоставляемые официальной статистикой, не могут использоваться для оценки уровня жизни в районах Москвы, так как население зачастую работает не в тех районах, в которых проживает [Махрова и др., 2016]. Поэтому были собраны данные о средней по району стоимости жилья (руб./м²). Чем выше стоимость жилья в районе, тем при прочих равных условиях в среднем выше доходы и уровень жизни населения в этом районе [Махрова, Ноздрин, 2002].

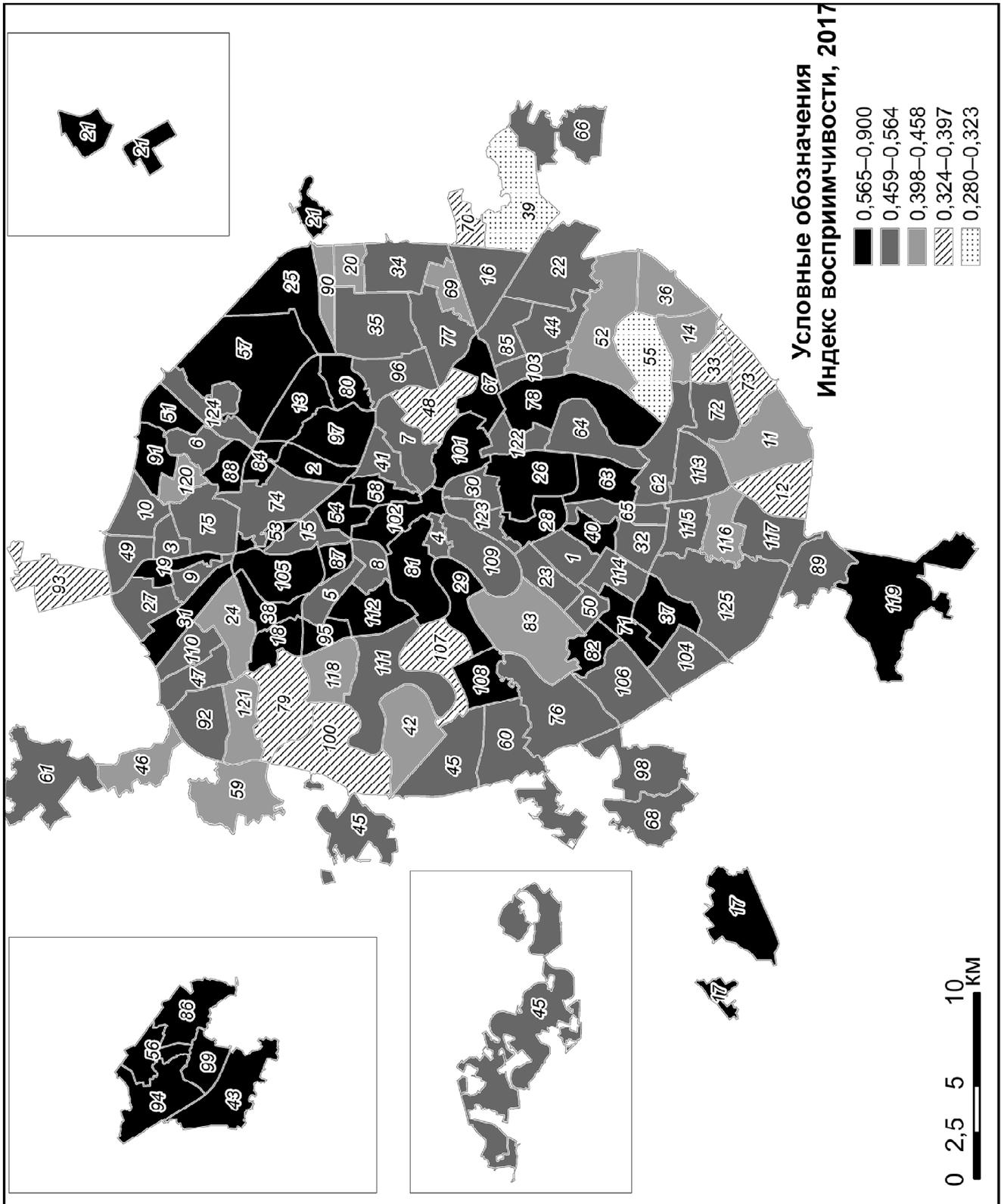
В более ранних работах [Dong et al., 2014; Zemtsov et al., 2016] в оценку уязвимости населения в регионах и странах мира также включались индикаторы развития системы здравоохранения и экстренных служб.

В целом способность населения преодолевать негативные последствия опасных природных явлений (волны жары, пандемии, наводнения, пожары и т. д.) зависит от скорости реагирования, потенциала и компетентности экстренных служб. Во время волн жары была значима скорость приезда скорой помощи, достаточность мест и наличие специализированного оборудования в стационарах медицинских учреждений. Например, в 2010 г. далеко не все больницы были оборудованы кондиционерами [Ревич, 2011; Ревич и др., 2015]. Но подобные различия сложно проследить на уровне районов одного города: во время масштабных событий, таких как эпидемии, все больницы города переполнены, используются доступные медучреждения иных районов. Отсутствуют достоверные данные об обеспеченности медицинских организаций оборудованием. Поэтому в исследовании внутригородской уязвимости соответствующие показатели не применялись.

Результаты и их обсуждение. Наибольшая доля пожилых граждан (более 31%) наблюдается в староосвоенных районах Москвы: Мещанский, Богородский, Теплый Стан, Сокольники, Преображенский, Ломоносовский (включая профессорско-преподавательский состав МГУ имени М.В. Ломоносова). При этом указанная доля в Москве в целом выросла с 23,6% до 26,7% с 2010 по 2017 гг. и продолжает расти. Доля граждан пожилого возраста и инвалидов, обслуживаемых отделениями социального обслуживания на дому, больше всего в Зеленограде (в составе Москвы); индикатор увеличился в 43 районах столицы. Доля прибывших мигрантов больше в окраинных районах Москвы, где расположено наиболее дешевое жилье, ведется активное строительство (многие мигранты заняты в строительном комплексе) [Махрова, Голубчиков, 2012]: Некрасовка, Внуково, Матушкино, Северный. Доля прибывших увеличилась с 2010 по 2017 гг. в 112 из 125 исследованных районов Москвы.

В целом индекс восприимчивости (рис. 1) вырос в 2010–2017 гг. с 0,41 до 0,51, т. е. население Москвы стало более чувствительно к опасным природным явлениям, чем это было в 2010 г. В условиях эпидемии COVID-19 в 2020 г. может увеличиться смертность среди пожилого населения наименее социально благоприятных районов, а в результате экономического кризиса столицу может покинуть большая часть мигрантов, как это уже наблюдалось в кризисные 2015–2016 гг. Поэтому краткосрочно в 2020 г. индекс восприимчивости может временно снизиться. В дальнейшем тенденция старения населения в Москве продолжится, а город все в большей степени будет интегрироваться в глобальные потоки мигрантов, поэтому подверженность опасным явлениям продолжит расти.

Хотя в отдельные годы, особенно в кризис 2015–2016 гг., наблюдалось снижение цен на недвижимость и доходов населения в Москве, в 2017 г. они были выше с учетом инфляции, чем в 2010 г. Выше всего цена на жилье, а соответственно, и уровень



благополучия жителей в наиболее престижных центральных районах Москвы [Попов, 2007; Махрова, Голубчиков, 2012]: Арбат, Тверской, Якиманка, Хамовники. Здесь же проживает наиболее зажиточная и наименее уязвимая к опасным явлениям часть населения.

Ниже цены в наименее благоустроенных периферийных районах с более социально незащищенным населением [Махрова, Голубчиков, 2012]: Матушкино, Савёлки, Силино, Крюково, Старое Крюково, Бирюлёво Западное, Бирюлёво Восточное, Внуково, Ново-Переделкино, Вешняки, Выхино-Жулебино, Новокосино, Некрасовка. Большинство этих районов расположены в неблагоприятных экологических условиях: в окраинных районах на востоке, севере и юге Москвы с сохранившимся промышленным производством и минимальной долей зеленых зон. Это дополнительно повышает риски отдельных опасных явлений, так как в среднем в этих районах ниже значения показателей, характеризующих здоровье жителей. В долгосрочном периоде существует риск дальнейшего ухудшения здоровья на-

селения в районах уплотненной застройки из-за строительства новых автомагистралей, повышения загрязнения воздуха от личного автотранспорта, снижения доли зеленых насаждений, строительства мусоросжигательных полигонов. Подобные тенденции можно проследить на примере районов Вешняки, Выхино-Жулебино, Новокосино, Некрасовка и др.

Доля граждан, пользующихся социальной поддержкой по оплате жилого помещения и коммунальных услуг, выросла в 108 районах из 125. Это связано как с увеличением числа пожилых малоимущих граждан, так и с расширением социальной поддержки. Выше всего уровень потребности в социальной поддержке населения в периферийных и полупериферийных районах Москвы, преимущественно застроенных в 1960–70-е гг. с повышенной долей пожилых жителей, занятых ранее в менее доходных отраслях промышленности: Ховрино, Коптево, Тёплый Стан, Головинский, Бибирево, Войковский, Вешняки. Пенсионные выплаты и зарплаты сотрудников промышленных предприятий чаще всего ниже среднерегиональных.



Рис. 1. Индекс восприимчивости населения районов Москвы к опасным природным явлениям в 2017 г.

Цифрами обозначены районы Москвы (без Новой Москвы, в алфавитном порядке): 1 – Академический; 2 – Алексеевский; 3 – Алтуфьевский; 4 – Арбат; 5 – Аэропорт; 6 – Бабушкинский; 7 – Басманный; 8 – Беговой; 9 – Бескудниковский; 10 – Бибирево; 11 – Бирюлёво Восточное; 12 – Бирюлёво Западное; 13 – Богородское; 14 – Братеево; 15 – Бутырский; 16 – Вешняки; 17 – Внуково; 18 – Войковский; 19 – Восточное Дегунино; 20 – Восточное Измайлово; 21 – Восточный; 22 – Выхино – Жулебино; 23 – Гагаринский; 24 – Головинский; 25 – Гольяново; 26 – Даниловский; 27 – Дмитровский; 28 – Донской; 29 – Дорогомиллово; 30 – Замоскворечье; 31 – Западное Дегунино; 32 – Зюзино; 33 – Зябликово; 34 – Ивановское; 35 – Измайлово; 36 – Капотня; 37 – Коньково; 38 – Коптево; 39 – Косино – Ухтомский; 40 – Котловка; 41 – Красносельский; 42 – Крылатское; 43 – Крюково; 44 – Кузьминки; 45 – Кунцево; 46 – Куркино; 47 – Левобережный; 48 – Лефортово; 49 – Лианозово; 50 – Ломоносовский; 51 – Лосиноостровский; 52 – Люблино; 53 – Марфино; 54 – Марьяна Роша; 55 – Марьино; 56 – Матушкино; 57 – Метрогородок; 58 – Мещанский; 59 – Митино; 60 – Можайский; 61 – Молжаниновский; 62 – Москворечье – Сабурово; 63 – Нагатинский Затон; 64 – Нагатинский Затон; 65 – Нагорный; 66 – Некрасовка; 67 – Нижегородский; 68 – Ново-Переделкино; 69 – Новогиреево; 70 – Новокосино; 71 – Обручевский; 72 – Орехово – Борисово Северное; 73 – Орехово – Борисово Южное; 74 – Останкинский; 75 – Отрадное; 76 – Очаково – Матвеевское; 77 – Перово; 78 – Печатники; 79 – Покровское – Стрешнево; 80 – Преображенское; 81 – Пресненский; 82 – Проспект Вернадского; 83 – Раменки; 84 – Ростокино; 85 – Рязанский; 86 – Савёлки; 87 – Савёловский; 88 – Свиблово; 89 – Северное Бутово; 90 – Северное Измайлово; 91 – Северное Медведково; 92 – Северное Тушино; 93 – Северный; 94 – Силино; 95 – Сокол; 96 – Соколиная Гора; 97 – Сокольники; 98 – Солнцево; 99 – Старое Крюково; 100 – Строгино; 101 – Таганский; 102 – Тверской; 103 – Текстильщики; 104 – Тёплый Стан; 105 – Тимирязевский; 106 – Тропарёво – Никулино; 107 – Филёвский Парк; 108 – Фили – Давыдково; 109 – Хамовники; 110 – Ховрино; 111 – Хорошёво-Мнёвники; 112 – Хорошёвский; 113 – Царицыно; 114 – Черёмушки; 115 – Чертаново Северное; 116 – Чертаново Центральное; 117 – Чертаново Южное; 118 – Щукино; 119 – Южное Бутово; 120 – Южное Медведково; 121 – Южное Тушино; 122 – Южнопортовый; 123 – Якиманка; 124 – Ярославский; 125 – Ясенево

Fig. 1. Index of susceptibility of the population of Moscow regions to natural hazards in 2017

Numbers are for the following districts of Moscow (not including New Moscow, in Russian alphabetic order): 1 – Akademicheskyy; 2 – Alekseevskyy; 3 – Altufievskyy; 4 – Arbat; 5 – Aeroport; 6 – Babushkinsky; 7 – Basmanny; 8 – Begovoy; 9 – Beskudnikovskyy; 10 – Bibirevo; 11 – Biryulyovo Vostochnoye; 12 – Biryulyovo Zapadnoye; 13 – Bogorodskoye; 14 – Brateevo; 15 – Butyrskyy; 16 – Veshnyaki; 17 – Vnukovo; 18 – Vojkovskyy; 19 – Vostochnoye Degunino; 20 – Vostochnoye Izmailovo; 21 – Vostochnyy; 22 – Vykhino–Zhulebino; 23 – Gagarinskyy; 24 – Golovinskyy; 25 – Goljyanovo; 26 – Danilovskyy; 27 – Dmitrovskyy; 28 – Donskoy; 29 – Dorogomilovo; 30 – Zamoskvorechie; 31 – Zapadnoye Degunino; 32 – Zyuzino; 33 – Zyablikovo; 34 – Ivanovskoye; 35 – Izmailovo; 36 – Kapotnya; 37 – Kon’kovo; 38 – Koptevo; 39 – Kosino–Ukhtomskyy; 40 – Kotlovka; 41 – Krasnosel’skyy; 42 – Krylatskoye; 43 – Kryukovo; 44 – Kuz’minki; 45 – Kuntsevo; 46 – Kurkino; 47 – Levoberezhny; 48 – Lefortovo; 49 – Lianozovo; 50 – Lomonosovskyy; 51 – Losinoostrovskyy; 52 – Lyublino; 53 – Marfino; 54 – Marjina Roscha; 55 – Marjino; 56 – Matushkino; 57 – Metrogorodok; 58 – Meschanskyy; 59 – Mitino; 60 – Mozhayskyy; 61 – Molzhaninovskyy; 62 – Moskvorechie–Saburovo; 63 – Nagatino–Sadovniki; 64 – Nagatinskyy Zaton; 65 – Nagorny; 66 – Nekrasovka; 67 – Nizhegerodskyy; 68 – Novo-Peredelkino; 69 – Novogireevo; 70 – Novokosino; 71 – Obruchevskyy; 72 – Orekhovo-Borisovo Severnoye; 73 – Orekhovo-Borisovo Yuzhnoye; 74 – Oostankinskoye; 75 – Otradnoye; 76 – Ochakovo-Matveevskoye; 77 – Perovo; 78 – Pechatniki; 79 – Pokrovskoye-Streshnevo; 80 – Preobrazhenskoye; 81 – Presnensky; 82 – Prospekt Vernadskogo; 83 – Ramenki; 84 – Rostokino; 85 – Ryazanskyy; 86 – Savyolki; 87 – Savyolovskyy; 88 – Sviblovo; 89 – Severnoye Butovo; 90 – Severnoye Izmailovo; 91 – Severnoye Medvedkovo; 92 – Severnoye Tushino; 93 – Severnyy; 94 – Silino; 95 – Sokol; 96 – Sokolinaya Gora; 97 – Sokol’niki; 98 – Solntsevo; 99 – Staroye Kryukovo; 100 – Strogino; 101 – Taganskyy; 102 – Tverskoy; 103 – Tekstil’schiki; 104 – Tyoply Stan; 105 – Timiryazevskyy; 106 – Troparyovo-Nikulino; 107 – Filyovskyy Park; 108 – Fili-Davydkovo; 109 – Khamovniki; 110 – Khovrino; 111 – Khoroshevo-Mnevniky; 112 – Khoroshevskyy; 113 – Tsarityno; 114 – Cheryomushki; 115 – Chertanovo Severnoye; 116 – Chertanovo Tsentral’noye; 117 – Chertanovo Yuzhnoye; 118 – Schukino; 119 – Yuzhnoye Butovo; 120 – Yuzhnoye Medvedkovo; 121 – Yuzhnoye Tushino; 122 – Yuzhnoportovyy; 123 – Yakimanka; 124 – Yaroslavskyy; 125 – Yasenevo

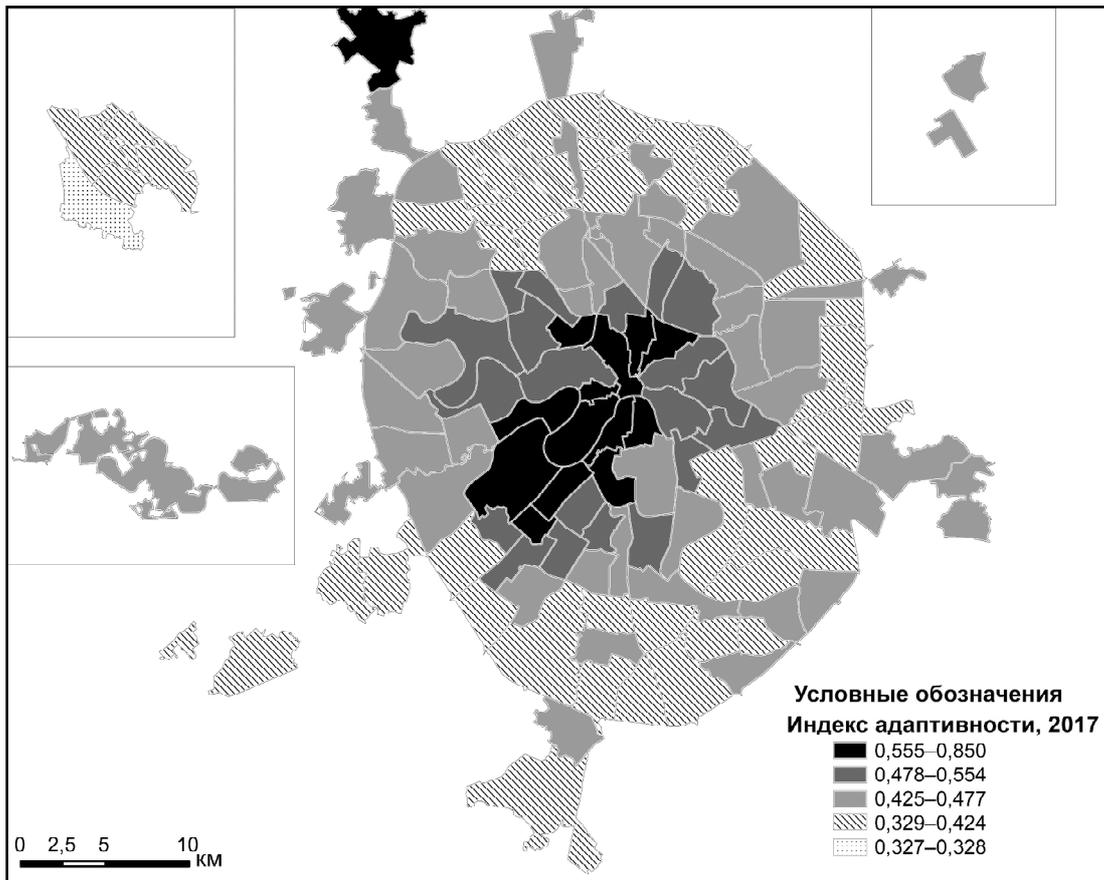


Рис. 2. Индекс адаптивности населения районов Москвы к опасным природным явлениям в 2017 г.

Fig. 2. Index of adaptability of the population of Moscow regions to natural hazards in 2017

Индекс адаптивности населения (рис. 2) выше и растет в наиболее дорогих для проживания районах Москвы: Арбат, Тверское, Якиманка, Хамовники, Красносельский, что связано с идущими процессами джентрификации⁹ [Махрова, Голубчиков, 2012]. При этом индекс в среднем для Москвы вырос за рассматриваемый период, но только в 54 районах из 125. В результате начинающегося кризиса 2020 г. адаптивность в большинстве районов Москвы может существенно сократиться из-за общего падения доходов.

Максимальная *уязвимость* населения к опасным природным явлениям наблюдается (рис. 3): в Зеленограде (Матушкино, Савёлки, Старое Крюково, Крюково, Силино), на юго-востоке (Некрасовка, Вешняки), северо-востоке Москвы (Северное Измайлово, Метрогородок, Гольяново), во Внуково. Преимущественно это старосвоенные районы с малобюджетным и устаревшим жильем, большой долей маломобильных и пожилых граждан с низкими доходами и пенсиями.

При этом в 2017 г. в сравнении с 2010 г. (см. рис. 3) выявлено повышение индекса уязвимости населения в 104 из 125 районов Москвы, связанное с увеличением доли пожилых и маломобильных

граждан, миграционным приростом. Повысило уязвимость населения наблюдавшееся с 2014 г. сокращение доходов [Баринова, Земцов, 2019]. В 2017 г. средние доходы были ниже, чем в 2010 г. на 13%, хотя неравенство в доходах несколько снизилось [Barinova, Zemtsov, 2020]. Сохраняются риски роста неравенства, имущественной и этнической сегрегации населения наиболее уязвимых районов Москвы [Вендина, 2009; Махрова, Голубчиков, 2012], что может снизить возможности их адаптации в будущем.

В результате джентрификации снизилась уязвимость благополучных районов вблизи центра города, где проживает наиболее обеспеченное население: Арбат, Якиманка, Хамовники, Тверское, Дорогомилово, Хорошёво-Мнёвники.

Выводы и рекомендации. Выявлена существенная дифференциация территории Москвы с точки зрения уязвимости населения к опасным явлениям. В периферийных районах с максимальной уязвимостью в Зеленограде, во Внуково, на юго-востоке и северо-востоке столицы (см. рис. 3) необходимы дополнительные меры по адаптации пожилых и маломобильных граждан, информированию мигрантов.

⁹ Реконструкция (ревитализация) пришедших в упадок центральных городских кварталов путем благоустройства и последующего привлечения более состоятельных жителей.

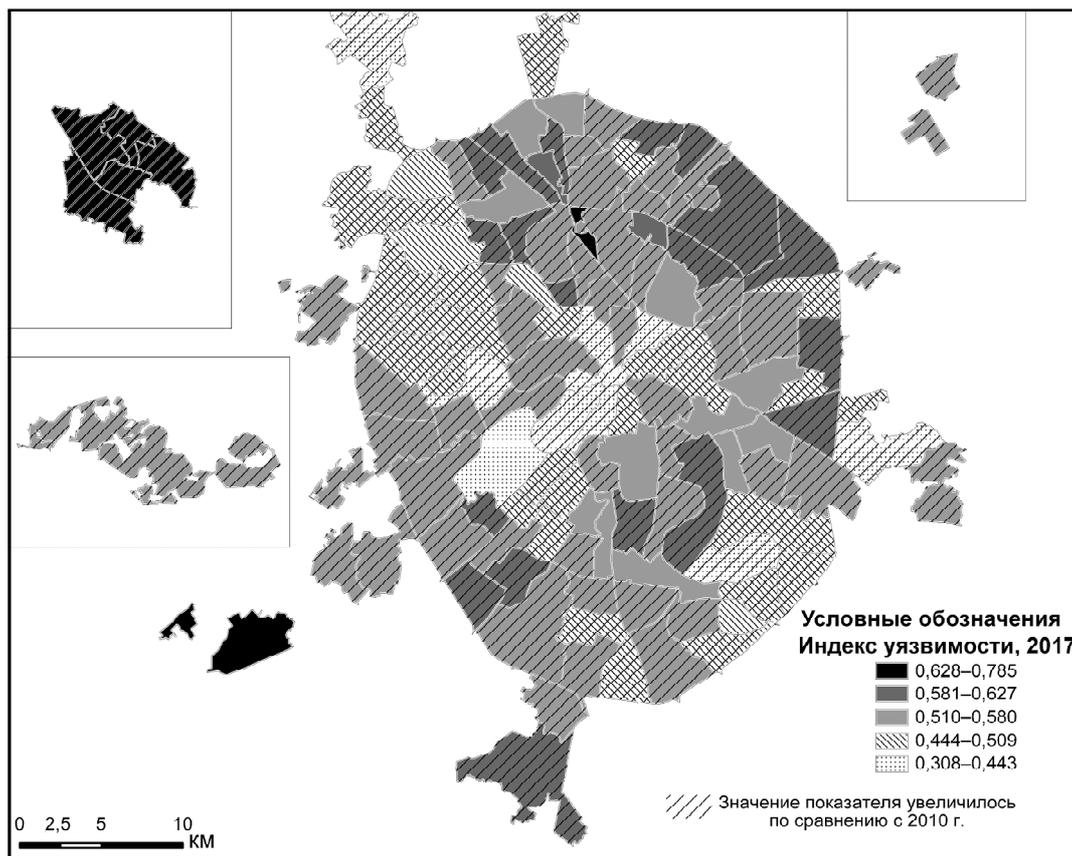


Рис. 3. Индекс уязвимости населения районов Москвы к опасным природным явлениям в 2017 г. в сравнении с 2010 г.

Fig. 3. Index of vulnerability of the population of Moscow regions to natural hazards in 2017 in comparison to 2010

С 2010 г. уязвимость населения выросла в 104 из 125 районов Москвы, в первую очередь, за счет роста численности пожилых и маломобильных граждан, сокращения доходов населения в районах с неблагоприятной социально-экономической ситуацией. Рост неравенства и социального расслоения в районах Москвы ведет к повышению уязвимости перед опасными природными явлениями. Проводимая в городе социальная политика (дополнительные льготы и субсидии пожилым гражданам, семьям с детьми) в некоторой степени сдерживает рост негативных тенденций.

В результате экономического кризиса 2020 г., связанного с пандемией коронавируса и падением цен на нефть, сокращение доходов населения может привести к росту уязвимости жителей большинства районов Москвы, но наибольшие негативные последствия ожидаются в более уязвимых районах. В дальнейшем на рост уязвимости окажет влияние старение и рост мобильности жителей, повышение плотности застройки. Увеличение плотности населения приведет к сокращению зеленых зон, повышенному загрязнению от личного автотранспорта и, соответственно, ухудшению здоровья жителей в отдельных районах столицы.

Полученные результаты могут использоваться для дальнейшего развития системы мониторинга и предупреждения опасных природных явлений, а так-

же позволят точно применять инструменты адаптации населения к ним. Например, для снижения последствий волн жары и эпидемий в наиболее уязвимых районах необходимо обеспечение своевременного доступа скорой помощи, проведение разъяснительной работы с местным населением пожилого возраста и мигрантами и т. д. Также в связи с резким ростом числа пациентов возможно временное увеличение персонала местных поликлиник, больниц и скорой помощи за счет студентов местных медуниверситетов [Knowlton et al., 2006].

Предложенный авторами индекс с необходимыми дополнениями может использоваться в исследованиях массовых опасных явлений как природного (волны жары и холода, ураганы, эпидемии), так и антропогенного (задымления и загрязнения воздушной среды) характера. Схожие индикаторы использовались в более ранних работах для оценки уязвимости к наводнениям и изменениям климата в Арктике [Земцов и др., 2012; Zemtsov et al., 2016; Бабурин и др., 2016].

Актуален предложенный подход и для оценки последствий эпидемий, подобной распространению коронавирусной инфекции. Крупные агломерации более интегрированы в глобальные потоки людей, в них выше плотность и средний возраст населения, а потому в целом жители Москвы более подвержены и восприимчивы к эпидемиям в сравнении с другими регионами России. Внутри крупных агломе-

раций в районах, где проживает более богатое население, уровень заболеваемости может быть выше, так как они чаще посещают зарубежные страны. В то же время в этих районах выше возможности для борьбы с инфекцией: покупка медикаментов, получение качественной и своевременной медицинской помощи, использование онлайн-услуг и удаленных форм занятости. А в районах с более возрастным населением последствия, в том числе смертность, при массовом заражении будут более существенны, так как именно пожилые, маломобильные граж-

дане с ослабленным иммунитетом более подвержены инфекциям дыхательных путей, не способны им противостоять из-за меньших финансовых возможностей, отсутствия интернет-компетенций и возможностей соблюдения карантина. Представленная методика может являться основой для разработки модифицированных индексов оценки уязвимости населения в зависимости от воздействия конкретного события. Так, в случае эпидемии индекс следует дополнить уровнем развития медицинских услуг и рядом эпидемиологических параметров.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-77-20070 «Оценка и прогноз биоклиматической комфортности городов России в условиях изменения климата в XXI веке»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бабурин В.Л., Бадина С.В., Горячко М.Д., Земцов С.П., Колтерманн К.П. Оценка уязвимости социально-экономического развития Арктической территории России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2016. № 6. С. 71–77.

Барина В.А., Земцов С.П. Инклюзивный рост и устойчивость регионов России // Регион: экономика и социология. 2019. № 1(101). С. 23–46.

Вендина О.И. Культурное разнообразие и побочные эффекты этнокультурной политики в Москве // Иммигранты в Москве / Под ред. Ж.А. Зайончковской. М.: Три квадрата, 2009. С. 45–148.

Земцов С.П., Крыленко И.Н., Юмина Н.М. Социально-экономическая оценка риска наводнений в прибрежных зонах Азово-Черноморского побережья Краснодарского края // Природные и социальные риски в береговой зоне Черного и Азовского морей / Под ред. К.П. Колтерманна, С.А. Добролюбова, Н.И. Алексеевского. М.: Триумф, 2012. С. 86–96.

Махрова А.Г. Сезонная субурбанизация в регионах России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2015. № 4. С. 60–68.

Махрова А.Г., Голубчиков О.Ю. Российский город в условиях капитализма: социальная трансформация внутригородского пространства // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2012. № 2. С. 26–31.

Махрова А.Г., Кириллов П.Л., Бочкарев А.Н. Маятниковые трудовые миграции населения в Московской агломерации: опыт оценок потоков с использованием данных сотовых операторов // Региональные исследования. 2016. № 3. С. 71–82.

Махрова А.Г., Ноздрина Н.Н. Дифференциация на рынке жилья в Москве как проявление социального расслоения населения // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2002. № 3. С. 44–50.

Попов А.А. Территориальная дифференциация качества городской среды в Москве // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2007. № 4. С. 29–36.

Порфирьев Б.Н. Экономическая оценка людских потерь в результате чрезвычайных ситуаций. Вопросы экономики. 2013. № 1. С. 48–68. DOI: 10.32609/0042-8736-2013-1-48-68.

РД 52.88.699-2008 Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений.

Ревич Б.А. Волны жары, качество атмосферного воздуха и смертность населения европейской части России летом 2010 года: результаты предварительной оценки // Экология человека. 2011. № 7. С. 3–9.

Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Першаген Г. Новая эпидемиологическая модель по оценке воздействия аномальной жары и загрязненного атмосферного воздуха на смертность населения (на примере Москвы 2010 г.) // Профилактическая медицина. 2015. Т. 18. № 56. С. 29–33.

Barinova V., Zemtsov S. Inclusive growth and regional sustainability of Russia. *Regional Research of Russia*, 2020, vol. 10, no 1, pp. 10–19.

Barnett A., Hajat S., Gasparrini A., Rocklöv J. Cold and heat waves in the United States. *Environmental research*, 2012, vol. 112, p. 218–224.

Burkart K., Meier F., Endlicher W. Modification of heat-related mortality in an elderly urban population by vegetation (urban green) and proximity to water (urban blue): evidence from Lisbon, Portugal. *Environmental health perspectives*, 2015, vol. 124, no. 7, p. 927–934.

Chen N., Zhou M., Dong X., Qu J., Gong F., Han Y., Qiu Y., Wang J., Liu Y., Wei Y., Xia J., Yu T., Zhang X., Zhang L. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *The Lancet*, 2020, vol. 10223, no. 395, p. 507–513. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30211-7.

Conlon K., Monaghan A., Hayden M., Wilhelmi O. Potential impacts of future warming and land use changes on intra-urban heat exposure in Houston, Texas. *PloS one*, 2016, vol. 11, no. 3, p. e0151226.

Curriero F., Heiner K., Samet J., Zeger S., Strug L., Patz J. Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States. *American journal of epidemiology*, 2002, vol. 155, no. 1, p. 80–87.

Cutter S.L., Boruff B.J., Shirley W.L. Social vulnerability to environmental hazards. *Social science quarterly*, 2003, vol. 84, no. 2, p. 242–261.

Dong W., Liu Z., Zhang L., Tang Q., Liao H., Li X. Assessing heat health risk for sustainability in Beijing's urban heat island. *Sustainability*, 2014, vol. 6, no. 10, p. 7334–7357.

Fuchs S., Glade T. *Foreword: Vulnerability assessment in natural hazard risk – a dynamic perspective*. New York: Springer, 2016.

Garschagen M., Hagenlocher M., Comes M., Dubbert M., Sabelfeld R., Lee Y., Birkmann J. *World risk report 2016*. Bonn: UNU, 2016.

Hansen A., Bi L., Saniotis A., Nitschke M. Vulnerability to extreme heat and climate change: is ethnicity a factor? *Global health action*, 2013, vol. 6, no. 1, p. 21364.

Hauser A., Counotte M., Margossian C., Konstantinoudis G., Low N., Althaus C., Riou J. Estimation of SARS-CoV-2 mortality during the early stages of an epidemic: a modelling study in Hubei, China and northern Italy, 2020. *medRxiv*. DOI: 10.1101/2020.03.04.20031104.

Ho H., Knudby A., Walker B., Henderson S. Delineation of spatial variability in the temperature–mortality relationship on extremely hot days in greater Vancouver, Canada. *Environmental health perspectives*, 2016, vol. 125, no. 1, p. 66–75.

Huynen M., Martens P., Schram D., Weijenberg M., Kunst A. The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the

Dutch population. *Environmental health perspectives*, 2011, vol. 109, no. 5, p. 463–470.

Jänicke B., Holtmann A., Kim K., Kang M., Fehrenbach U., Scherer D. Quantification and evaluation of intra-urban heat-stress variability in Seoul, Korea. *International Journal of Biometeorology*, 2019, vol. 63. DOI: 10.1007/s00484-018-1631-2.

Jones T., Liang A., Kilbourne E., Griffin M., Patriarca P., Wassilak S., Thacker S. Morbidity and mortality associated with the July 1980 heat wave in St. Louis and Kansas City, Mo. *Jama*, 1982, vol. 247, no. 24, p. 3327–3331.

Kim H., Ha J.S., Park J. High temperature, heat index, and mortality in 6 major cities in South Korea. *Archives of environmental & occupational health*, 2006, vol. 61, no. 6, p. 265–270.

Knowlton K., Rotkin-Ellman M., King G., Margolis H., Smith D., Solomon G., English P. The 2006 California heat wave: impacts on hospitalizations and emergency department visits. *Environmental health perspectives*, 2008, vol. 117, no. 1, p. 61–67.

Kosatsky T., Henderson S.B., Pollock S.L. Shifts in mortality during a hot weather event in Vancouver, British Columbia: rapid assessment with case-only analysis. *American journal of public health*, 2012, vol. 102, no. 12, p. 2367–2371.

Kovats R.S., Hajat S. Heat stress and public health: a critical review. *Annu. Rev. Public Health*, 2008, vol. 29, p. 41–55.

Massetti L., Petralli M., Orlandini S. An approach to evaluate the intra-urban thermal variability in summer using an urban indicator. *Environmental Pollution*, 2014, vol. 192, p. 259–265. DOI: 10.1016/j.envpol.2014.04.026.

Rosenthal K.J., Kinney P.L., Metzger K.B. Intra-urban vulnerability to heat-related mortality in New York City, 1997–2006. *Health and Place*, 2014, vol. 30, p. 45–60. DOI: 10.1016/j.healthplace.2014.07.014.

Semenza J.C., Rubin C.H., Falter K.H., Selanikio J.D., Flanders W.D., Howe H.L., Wilhelm J.L. Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *New England journal of medicine*, 1996, vol. 335, no. 2, p. 84–90.

Shaposhnikov D., Revich B., Bellander T., Bedada G.B., Bottai M., Lind T., Pershagen G., Kharkova T., Kvasha E., Lezina E., Semutnikova E. Mortality related to air pollution with the Moscow heat wave and wildfire of 2010. *Epidemiology*, 2014, vol. 25, no. 3, p. 359–364.

Shi Y., Ren C., Wong W.K. Assessing spatial variability of extreme hot weather conditions in Hong Kong: A land use regression approach. *Environmental Research*, 2019, p. 403–415. DOI: 10.1016/j.envres.2019.01.041.

Vedev A., Drobyshevsky S., Knobel A., Sokolov I., Trunin P. Scenarios of development of economic situation in Russia in 2020 and offers on macroeconomic policy. *Monitoring of Russia's Economic Outlook: trends and challenges of socio-economic development*. Special Issue, 2020, vol. 105, p. 1–9.

Wachinger G., Renn O., Begg C., Kuhlicke C. The risk perception paradox – implications for governance and communication of natural hazards. *Risk analysis*, 2013, vol. 33, no. 6, p. 1049–1065.

Wolf T., McGregor G. The development of a heat wave vulnerability index for London, United Kingdom. *Weather and Climate Extremes*, 2013, vol. 1, p. 59–68.

Zemtsov S., Baburin V., Koltermann K., Krylenko I., Yumina N., Litvinov V. Social risk and vulnerability assessment of the hazardous hydrological phenomena in Russia. *Geography, Environment, Sustainability*, 2014, vol. 4, no. 7, p. 95–117.

Zemtsov S.P., Goryachko M.D., Baburin V.L., Krylenko I.N., Yumina N.M. Integrated assessment of socio-economic risks of hazardous hydrological phenomena in Slavyansk municipal district. *Natural Hazards*, 2016, vol. 82, no. 1, p. 43–61.

Электронные ресурсы

Мосгорстат, 2019. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по городу Москве : URL: <http://moscow.gks.ru/> (дата обращения 01.04.2020).

Индикаторы рынка недвижимости, 2019 : URL: <https://www.irm.ru/> (дата обращения 01.04.2020).

IPCC. Fifth Assessment Report (AR5). 2014 : URL: <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/>.

Поступила в редакцию 12.07.2019

После доработки 25.12.2019

Принята к публикации 06.03.2020

**S.P. Zemtsov^{1,2}, N.V. Shartova³, P.I. Konstantinov⁴,
M.I. Varentsov^{5,6}, V.M. Kidyayeva⁷**

VULNERABILITY OF THE POPULATION OF MOSCOW DISTRICTS TO NATURAL HAZARDS

The frequency of natural hazards, such as heat waves, epidemics, floods, hurricanes etc. tends to increase both in Russia and abroad. Under the climate change, population aging and accelerating mobility, increased urban density and environment degradation the residents of large cities are becoming more vulnerable to the consequences of such events. According to experts, more than 11 thousand people became victims of 2010 extreme summer temperatures in Moscow. The effects of the coronavirus epidemic are yet to be assessed, and it is important to study the socio-economic differences of Moscow districts in the context of crisis and expanding pandemic, considering the negative consequences for health and life of residents.

¹ Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Leading Scientific Researcher; *e-mail*: spzemtsov@gmail.com

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, Lecturer, PhD. in Geography; *e-mail*: spzemtsov@gmail.com

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Researcher, PhD. in Geography; *e-mail*: shartova@yandex.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Meteorology and Climatology, Senior Lecturer, PhD. in Geography; *e-mail*: kostadini@mail.ru

⁵ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography, Researcher, PhD. in Geography; *e-mail*: mvar91@gmail.com

⁶ Lomonosov Moscow State University; Research Computer Center, Scientific Researcher; *e-mail*: mvar91@gmail.com

⁷ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Research Laboratory of Avalanches and Debris Flows, Engineer, PhD. in Geography; *e-mail*: veramkid@gmail.com

The authors propose a natural hazard vulnerability index for Moscow districts. The index accounts for the proportion of the most susceptible part of the population, as well as the possibility of adaptation of residents. Such social strata as pensioners, disabled persons, residents of poorer areas and migrants are the most vulnerable, i.e. incapable of self-protection or leaving a disaster area because of physical or financial restrictions. It was found that since 2010 the vulnerability of population has increased in 104 of 125 Moscow districts, as a result of increasing numbers of elderly and disabled people, and decreasing incomes in the depressed areas. Priority territories for implementing the policy of adaptation to hazardous events are in Zelenograd (Matushkino, Savelki, Staroe Kryukovo, Kryukovo, Silino), in the southeast (Nekrasovka, Veshnyaki) and the northeast (Northern Izmailovo, Metrogorodok, Golyanovo) parts of the capital. The adaptability in central districts, subjected to gentrification, is increasing due to the growing proportion of wealthy citizens.

As a result of the 2020 crisis, associated with the pandemic and the fall in oil prices, a decrease in household incomes could further aggravate the vulnerability of residents of the majority of Moscow districts; the most negative consequences are expected in more vulnerable areas. The results allow more precise application of natural hazards monitoring, warning and adaptation tools. For example, the above-mentioned vulnerable areas are in need of providing the timely ambulance access and raising awareness of the elderly locals and migrants.

Key words: climate change, urban environment, Moscow, heat waves, population aging, income inequality, migrants, adaptation to climate change, coronavirus epidemic, economic crisis

Acknowledgments. The research was financially supported by the Russian Science Foundation (Project No. 17-77-20070 «Assessment and Forecast of the Bioclimatic Comfort of Russian Cities under Climate Change in the 21st Century»).

REFERENCES

- Baburin V.L., Badina S.V., Goryachko M.D., Zemtsov S.P., Koltermann K.P. Ocenka uyazvivosti social'no-ekonomicheskogo razvitiya Arkticheskoy territorii Rossii [Vulnerability assessment of socio-economic development of the Russian Arctic territories]. *Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2016, no. 6, p. 71–77. (In Russian)
- Barinova V., Zemtsov S. Inclusive growth and regional sustainability of Russia. *Regional Research of Russia*, 2020, vol. 10, no. 1, p. 10–19.
- Barnett A., Hajat S., Gasparrini A., Rocklöv J. Cold and heat waves in the United States. *Environmental research*, 2012, vol. 112, p. 218–224.
- Burkart K., Meier F., Endlicher W. Modification of heat-related mortality in an elderly urban population by vegetation (urban green) and proximity to water (urban blue): evidence from Lisbon, Portugal. *Environmental health perspectives*, 2015, vol. 124, no. 7, p. 927–934.
- Chen N., Zhou M., Dong X., Qu J., Gong F., Han Y., Qiu Y., Wang J., Liu Y., Wei Y., Xia J., Yu T., Zhang X., Zhang L. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *The Lancet*, 2020, vol. 10223, no. 395, p. 507–513. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30211-7.
- Conlon K., Monaghan A., Hayden M., Wilhelmi O. Potential impacts of future warming and land use changes on intra-urban heat exposure in Houston, Texas. *PloS one*, 2016, vol. 11, no. 3, p. e0151226.
- Curriero F., Heiner K., Samet J., Zeger S., Strug L., Patz J. Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States. *American journal of epidemiology*, 2002, vol. 155, no. 1, p. 80–87.
- Cutter S.L., Boruff B.J., Shirley W.L. Social vulnerability to environmental hazards. *Social science quarterly*, 2003, vol. 84, no. 2, p. 242–261.
- Dong W., Liu Z., Zhang L., Tang Q., Liao H., Li X. Assessing heat health risk for sustainability in Beijing's urban heat island. *Sustainability*, 2014, vol. 6, no. 10, p. 7334–7357.
- Fuchs S., Glade T. *Foreword: Vulnerability assessment in natural hazard risk – a dynamic perspective*. New York: Springer, 2016.
- Garschagen M., Hagenlocher M., Comes M., Dubbert M., Sabelfeld R., Lee Y., Birkmann J. *World risk report 2016*. Bonn: UNU, 2016.
- Hansen A., Bi L., Saniotis A., Nitschke M. Vulnerability to extreme heat and climate change: is ethnicity a factor? *Global health action*, 2013, vol. 6, no. 1, p. 21364.
- Hauser A., Couston M., Margossian C., Konstantinoudis G., Low N., Althaus C., Riou J. Estimation of SARS-CoV-2 mortality during the early stages of an epidemic: a modelling study in Hubei, China and northern Italy. 2020. *medRxiv*. DOI: 10.1101/2020.03.04.20031104.
- Ho H., Knudby A., Walker B., Henderson S. Delineation of spatial variability in the temperature–mortality relationship on extremely hot days in greater Vancouver, Canada. *Environmental health perspectives*, 2016, vol. 125, no. 1, p. 66–75.
- Huynen M., Martens P., Schram D., Weijenberg M., Kunst A. The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population. *Environmental health perspectives*, 2011, vol. 109, no. 5, p. 463–470.
- Jänicke B., Holtmann A., Kim K., Kang M., Fehrenbach U., Scherer D. Quantification and evaluation of intra-urban heat-stress variability in Seoul, Korea. *International Journal of Biometeorology*, 2019, vol. 63. DOI: 10.1007/s00484-018-1631-2.
- Jones T., Liang A., Kilbourne E., Griffin M., Patriarca P., Wasilak S., Thacker S. Morbidity and mortality associated with the July 1980 heat wave in St. Louis and Kansas City, Mo. *Jama*, 1982, vol. 247, no. 24, p. 3327–3331.
- Kim H., Ha J.S., Park J. High temperature, heat index, and mortality in 6 major cities in South Korea. *Archives of environmental & occupational health*, 2006, vol. 61, no. 6, p. 265–270.
- Knowlton K., Rotkin-Ellman M., King G., Margolis H., Smith D., Solomon G., English P. The 2006 California heat wave: impacts on hospitalizations and emergency department visits. *Environmental health perspectives*, 2008, vol. 117, no. 1, p. 61–67.
- Kosatsky T., Henderson S.B., Pollock S.L. Shifts in mortality during a hot weather event in Vancouver, British Columbia: rapid assessment with case-only analysis. *American journal of public health*, 2012, vol. 102, no. 12, p. 2367–2371.
- Kovats R.S., Hajat S. Heat stress and public health: a critical review. *Annu. Rev. Public Health*, 2008, vol. 29, p. 41–55.
- Makhrova A.G., Golubchikov O.Yu. Rossijskij gorod v usloviyah kapitalizma: social'naya transformaciya

vnutrigorodskogo prostranstva [Russian city under capitalism: social transformation of the intraurban space]. *Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2012, no. 2, p. 26–31. (In Russian)

Makhrova A.G. Sezonnaya suburbanizatsiya v regionah Rossii [Seasonal suburbanization in the regions of Russia]. *Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2015, no. 4, p. 60–68. (In Russian)

Makhrova A.G., Kirillov P.L., Bochkarev A.N. Mayatnikovye trudovye migratsii naseleniya v Moskovskoy aglomeratsii: opyt ocenok potokov s ispol'zovaniyem dannyh sotovykh operatorov [Labour commuting in Moscow metropolitan area: evaluation of flows using data from mobile network operators]. *Regional'nye issledovaniya*, 2016, no. 3, p. 71–82. (In Russian)

Makhrova A.G., Nozdrina N.N. Differentsiatsiya na rynke zhil'ya v Moskve kak proyavlenie social'nogo rassloeniya naseleniya [Differentiation in the housing market in Moscow as an exposure of the social stratification of population]. *Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2002, no. 3, p. 44–50. (In Russian)

Masseti L., Petralli M., Orlandini S. An approach to evaluate the intra-urban thermal variability in summer using an urban indicator. *Environmental Pollution*, 2014, vol. 192, p. 259–265. DOI: 10.1016/j.envpol.2014.04.026.

Popov A.A. Territorial'naya differentsiatsiya kachestva gorodskoy sredy v Moskve [Territorial differentiation of the urban environment quality in Moscow]. *Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2007, no. 4, p. 29–36. (In Russian)

Porfiryev B.N. Ekonomicheskaya ocenka lyudskikh poter' v rezul'tate chrezvychajnykh situatsiy [Economic evaluation of casualties caused by emergencies], *Voprosy Ekonomiki*, 2013, no. 1, p. 48–68. DOI: 10.32609/0042-8736-2013-1-48-68. (In Russian)

RD 52.88.699-2008 *Polozheniye o poryadke deystviy uchrezhdenij i organizatsiy pri ugroze vozniknoveniya i vozniknovenii opasnykh prirodnykh yavlenij* [Regulations on the procedure for actions of institutions and organizations in the face and in the event of natural hazards] (In Russian)

Revich B.A. Volny zhary, kachestvo atmosfernogo vozdukhha i smertnost' naseleniya yevropejskoj chasti Rossii letom 2010 goda: rezul'taty predvaritel'noj ocenki [Heat waves, air quality and population mortality in the European part of Russia in the summer of 2010: the results of preliminary assessment]. *Ekologiya cheloveka*, 2011, no. 7, p. 3–9. (In Russian)

Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Pershagen G. Novaya epidemiologicheskaya model' po ocenke vozdeystviya anomal'noj zhary i zagryaznennogo atmosfernogo vozdukhha na smertnost' naseleniya (na primere Moskvy 2010 g.) [A new epidemiological model for assessing the impact of abnormal heat and polluted atmospheric air on the population mortality (2010 case study of Moscow)]. *Profilakticheskaya medicina*, 2015, vol. 18, no. 5b, p. 29–33. (In Russian)

Rosenthal K.J., Kinney P.L., Metzger K.B. Intra-urban vulnerability to heat-related mortality in New York City, 1997–2006. *Health and Place*, 2014, vol. 30, p. 45–60. DOI: 10.1016/j.healthplace.2014.07.014.

Semenza J.C., Rubin C.H., Falter K.H., Selanikio J.D., Flanders W.D., Howe H.L., Wilhelm J.L. Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *New England journal of medicine*, 1996, vol. 335, no. 2, p. 84–90.

Shaposhnikov D., Revich B., Bellander T., Bedada G.B., Bottai M., Lind T., Pershagen G., Kharkova T., Kvasha E., Lezina E., Semutnikova E. Mortality related to air pollution with the Moscow heat wave and wildfire of 2010. *Epidemiology*, 2014, vol. 25, no. 3, p. 359–364.

Shi Y., Ren C., Wong W.K. Assessing spatial variability of extreme hot weather conditions in Hong Kong: A land use regression approach. *Environmental Research*, 2019, p. 403–415. DOI: 10.1016/j.envres.2019.01.041.

Vedev A., Drobyshevsky S., Knobel A., Sokolov I., Trunin P. Scenarios of development of economic situation in Russia in 2020 and offers on macroeconomic policy. *Monitoring of Russia's Economic Outlook: trends and challenges of socio-economic development*. Special Issue, 2020, vol. 105, p. 1–9.

Vendina O.I. Cultural diversity and side effects of ethnocultural policy in Moscow, *Immigranty v Moskve* [Immigrants in Moscow], Zayonchkovskaya J.A. (Ed.), Moscow, Three squares Publ., 2009, p. 45–148. (In Russian)

Wachinger G., Renn O., Begg C., Kuhlickeet C. The risk perception paradox – implications for governance and communication of natural hazards. *Risk analysis*, 2013, vol. 33, no. 6, p. 1049–1065.

Wolf T., McGregor G. The development of a heat wave vulnerability index for London, United Kingdom. *Weather and Climate Extremes*, 2013, vol. 1, p. 59–68.

Zemtsov S., Baburin V., Koltermann K., Krylenko I., Yumina N., Litvinov V. Social risk and vulnerability assessment of the hazardous hydrological phenomena in Russia. *Geography, Environment, Sustainability*, 2014, vol. 4, no. 7, p. 95–117.

Zemtsov S.P., Goryachko M.D., Baburin V.L., Krylenko I.N., Yumina N.M. Integrated assessment of socio-economic risks of hazardous hydrological phenomena in Slavyansk municipal district. *Natural Hazards*, 2016, vol. 82, no. 1, p. 43–61.

Zemtsov S.P., Krylenko I.N., Yumina N.M. Socio-economic assessment of the risk of floods in the coastal zones of the Azov-Black Sea coast in the Krasnodar region, *Prirodnye i social'nye riski v beregovoj zone Chernogo i Azovskogo morei* [Natural and social risks in the coastal zone of the Black and Azov Seas], Koltermann K.P., Dobrolyubov S.A., Alekseevsky N.I. (Eds.), Moscow, Triumph Publ., 2012, p. 86–96. (In Russian)

Web sources

Indikatory rynka nedvizhimosti [Indicators of Real Estate Market], 2019, URL: <https://www.irm.ru/> (access date 01.04.2020).
IPCC. Fifth Assessment Report (AR5). 2014, URL: <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/> (access date 01.04.2020).

Mosgorstat. 2019 [Moscow branch of the Federal State Statistic Service. 2019], URL: <http://moscow.gks.ru/> (access date 01.04.2020).

Received 12.07.2019

Revised 25.12.2019

Accepted 06.03.2020