

Обзорная статья

РОЛЬ ФАКТОРОВ РИСКА ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА В ПАНДЕМИИ COVID-19 (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

Б.А. Ревич

Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, Российская Федерация, 117418, г. Москва, Нахимовский проспект, 47

Благоприятные условия городского пространства играют важную роль в сохранении здоровья жителей крупных населенных пунктов. Вместе с тем такие его особенности, как высокая плотность населения и застройки, несовершенная дорожно-транспортная инфраструктура, нерациональные планировочные решения, повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха, острова жары, недостаток озелененных территорий – существенные факторы риска здоровью, способствующие распространению респираторных заболеваний, что наиболее явственно проявилось во время пандемии COVID-19. В аналитическом обзоре рассмотрены результаты исследований по влиянию этих неблагоприятных условий на инфицированность, заболеваемость и смертность населения от COVID-19 в городах различных стран.

Показана неоднозначность влияния повышенной плотности населения, по сравнению с другими факторами риска, на инфицированность населения вирусом COVID-19. Более достоверны данные о воздействии мелкодисперсных взвешенных частиц, особенно на показатели заболеваемости и смертности от рассматриваемого инфекционного заболевания. Также во время пандемии показано сочетанное воздействие вируса COVID-19 и аномально высоких температур на психическое здоровье.

Для снижения инфицированности населения в мегаполисах предлагается дальнейшее развитие торговых и других инфраструктур в пешеходной доступности (15 мин), важен вывод исследователей о более высоких рисках инфицирования в условиях плотных пешеходных потоков, по сравнению с общественными помещениями, поэтому важно совершенствование системы информирования о необходимости социальной дистанции. Территориальное планирование городов для снижения инфицированности респираторными заболеваниями должно быть ориентировано на улучшение аэрации городских улиц. Результаты указанных исследований в различных городах мира послужили основанием для принятия управленческих решений по развитию мобильности на пригородных территориях в более комфортной природной среде, по увеличению в городах площадей озелененных территорий, по снижению негативного влияния нагревающего климата на островах жары и повышенного уровня загрязнения атмосферного воздуха. В этих целях наиболее эффективны масштабные открытые зеленые пространства.

Ключевые слова: COVID-19, здоровье населения, риски здоровью, общественное здоровье, зеленые пространства, планировка городов, территориальное планирование, урбанистика, мегаполисы.

Города – локомотивы экономики, они обеспечивают доступ к занятости, возможностям и ресурсам. К 2050 г., согласно прогнозам, около 70 % мирового населения будет жить в городах. Постоянно увеличивается численность населения и в российских мегаполисах – городах с численностью населения более 1 млн чел. Именно в городах пандемия наиболее значительно изменила образ жизни людей, т.е. произошел колоссальный социальный эксперимент по изменению городского планирования [1]. Журнал Lancet по проблематике глобального здоровья (Lancet Global Health) с 2022 г. начал публикацию статей по исследованию различных аспектов планирования городских территорий и здоровья на-

селения, в которых затрагиваются вопросы распространенности респираторных инфекционных заболеваний. Результаты интервью с экспертами по атипичной пневмонии подтвердили, что инфекционные респираторные заболевания распространяются быстрее, чем когда-либо прежде в истории [2]. По данным ВОЗ, пандемия COVID-19 привела к инфицированию около 702 млн человек и 7 млн случаев смерти во всем мире. Многие фактические данные подтверждают связи между городским планированием и здоровьем населения, о чем упоминается в обзорах [3, 4]. Вопросы здоровья жителей городов стали важной частью нового урбанизма, возникло понятие «Здоровое городское планирование», под-

© Ревич Б.А., 2024

Ревич Борис Александрович – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией прогнозирования качества окружающей среды и здоровья населения (e-mail: brevich@yandex.ru; тел.: 8 (499) 129-18-00; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7528-6643>).

разумевающее интеграцию различных аспектов общественного здравоохранения в политику и практику городского планирования. Программой ООН по населенным пунктам (НАВИТАТ) и ВОЗ опубликован справочник по интеграции здоровья в планирование, охватывающий экологические меры, вопросы гигиены и санитарии, в том числе профилактику травматизма, здоровый образ жизни, физическую активность¹. Вопросы такого планирования чрезвычайно актуальны и для нашей страны, прежде всего, с учетом повышенной плотности населения в некоторых городах [5], несовершенства дорожно-транспортной структуры, продолжающейся высотной застройки на небольших территориях, проблем с качеством среды обитания и последствий пандемии, которые пагубно отразились на демографической ситуации.

Во время пандемии в 2020–2022 гг. избыточная смертность на российской территории, по данным Росстата, составила 749,5 тыс. случаев. Это, по заключению демографов, привело к снижению ожидаемой продолжительности жизни в 2020 г. у мужчин на 2,33 года (5 % ДИ: 2,17–2,27) и у женщин – на 2,13 года (95 % ДИ: 2,03–2,25) [6]. Для сравнения укажем, что абсолютное число смертей в США превысило 1 млн случаев, но интенсивный показатель в России был выше в 1,6 раза. Конечно, такие данные надо оценивать как ориентировочные, так как инфицированные люди погибали и от других причин, но им не был поставлен диагноз коронавируса. В период 2021–2022 гг. для России была характерна более высокая заболеваемость COVID-19 среди городского населения, чем среди сельского (в 1,5–1,8 раза) [7]. Можно предположить, что в определенной мере это результат низкой степени обследования жителей сельской местности с использованием современных методов оценки инфицированности вирусом COVID-19. Другой, более информативный показатель последствий пандемии – стандартизованный коэффициент смертности – свидетельствует об иной ситуации: в 2019–2021 гг. он был примерно на одном уровне, в 2022 г. – выше у сельского населения в 1,06 раза². Это, по-видимому, можно объяснить истощением резервов сельского здравоохранения, в том числе медицинского персонала, частично направленного в города.

Публикаций по оценке воздействия различных факторов риска на пандемию – сотни тысяч, значительное их число – по особенностям развития пандемии в городских условиях. Поиск в PubMed «COVID 19 и городское пространство» показывает более 500 статей по этой тематике. В данном обзоре

с учетом социально-экономических реалий, качества окружающей среды российских городов выполнен анализ двух факторов риска – плотности населения и загрязнения атмосферного воздуха, а также такого компенсаторного показателя, как городские зеленые пространства.

COVID-19 и плотность населения. Различная морфология городской застройки могла повлиять на динамику пандемии, и часть существующих исследований сосредоточена на факторах, связанных с плотностью застройки. Вспышка COVID-19 выдвинула на первый план вопросы, связанные с компактностью городской застройки. Первоначальная гипотеза заключалась в том, что густонаселенные районы с хорошим транспортным сообщением могут стать горячими точками быстрого распространения пандемии из-за высокого уровня личного взаимодействия. В первых публикациях 2020 г. о вспышке в Ухане случаи COVID-19 ассоциировались с высокой плотностью населения [8, 9]. Это было подтверждено в Пекине и других городах Китая [10, 11]. Доказательства этой связи были получены и в других странах – Канаде [12], Японии [13], Италии [14]. При анализе влияния плотности населения выяснилось, что она является наиболее сильным предиктором вариаций заболеваемости практически во всех американских штатах [15]. Хотя повышенная плотность населения может быть фактором, способствующим передаче инфекционных заболеваний, города с высокой плотностью населения часто лучше подготовлены и имеют больший доступ к ресурсам, необходимым для своевременного реагирования на предотвращение распространения вирусов. Напротив, сельские и пригородные районы с низкой плотностью населения имеют ограниченный доступ к таким ресурсам [16]. Кроме того, в городах соблюдение социальной дистанции является более сложной задачей в районах с высокой плотностью населения и в многолюдных местах.

В развитых странах здравоохранение находится на высоком уровне, в том числе и в сельской местности, и нет особых проблем с доступностью его объектов. Такова ситуация в Нидерландах, где не обнаружили положительной связи между плотностью населения в территориальных округах с разной степенью урбанизации и уровнем заболеваемости COVID-19 [17]. В сельской местности развивающихся стран наблюдался более высокий уровень смертности, особенно людей старшего возраста, из-за недостаточного развития здравоохранения и большего расстояния до больниц³.

¹ Integrating health in urban and territorial planning: a sourcebook. – Geneva: UN-HABITAT and World Health Organization, 2020. – 108 p.

² Рассчитано по данным Росстата.

³ Dobis E., McGranahan D. Rural death rates from COVID-19 surpassed urban death rates in early September 2020 [Электронный ресурс] // Economic Research Service of U.S. Department of Agriculture. – 2021. – URL: <https://www.ers.usda.gov/data-products/chart-gallery/gallery/chart-detail/?chartId=100740> (дата обращения: 19.01.2024).

Городские преобразования в ответ на пандемию должны выходить за рамки узких представлений о плотности населения, ориентироваться на более глубокое исследование и более тонкое понимание таких городских аспектов, как взаимосвязанность, неравномерное развитие, перенаселенность домов и бедность. Проблема COVID-19 в городах требует широкого обсуждения различных типов плотности населения в городах. Пандемия может «спровоцировать срочное переосмысление того, как мы планируем, проектируем, строим города и знакомимся с ними», необходима переоценка значения плотности населения [18]. Это положение подтверждают результаты исследований смертности от COVID-19 по 900 крупным округам США, где не обнаружили сильной положительной корреляции между заражением, уровнем смертности и плотностью населения [19]. В другой работе того же автора указывается, что в самом крупном городе США – Нью-Йорке – распространению вируса SARS-CoV-2 способствовала скученность людей вокруг достопримечательностей, но не плотность населения [20]. В работе [21] было показано, что в другом американском мегаполисе – Чикаго – высокая плотность населения не оказывала влияния на смертность от этой инфекции. Изучение влияния различных показателей плотности населения на показатели заболеваемости и смертности от COVID-19 во всех урбанизированных округах США выявило более важную роль *плотности рабочих мест*. Авторы указывают на противоречивость выводов о плотности населения и распространении заболевания в результате использования различных показателей плотности [22].

В городских условиях, как это показано на примере Нью-Йорка [23], различия в возможностях доступа к ключевым объектам повседневной инфраструктуры являются важным фактором, объясняющим неравномерные результаты пандемии на уровне отдельных районов этого города. В исследовании включались показатели плотности, расстояния до общественных зданий, объектов здравоохранения, расстояние и доступ к общественному транспорту. Для снижения инфицированности населения в условиях крупного города предлагается развивать торговую, развлекательную и другую инфраструктуру в пределах 15 мин пешеходной доступности или езды на велосипеде, и это будет способствовать более высокому качеству жизни [24]. Крупные города предоставляют разветвленную сеть инфраструктуры и услуг здравоохранения, а компактная городская форма обеспечивает более легкий доступ к здравоохранению. Таким образом, показано, что развитая инфраструктура и более высокая компактность городов могли бы помочь справиться с заболеваниями и смягчить негативные последствия для здоровья [19, 25–27].

Более детальные исследования городской структуры Амстердама и инфицированности людей COVID-19 показали больший риск заражения на

улицах с интенсивными пешеходными потоками. Именно здесь надо применять меры по соблюдению дистанции между гражданами для снижения уровня передачи инфекции воздушно-капельным путем. Улицы с массами пешеходов представляют больший риск инфицирования, чем скопление населения в общественных зданиях [28].

Исследование по российским регионам избыточной смертности от COVID-19 не выявило влияния на этот показатель плотности населения [29]. Но это влияние было зафиксировано среди работающих вахтовым методом в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах, а также среди пенсионеров, находящихся в пансионатах [30, 31].

COVID-19 и загрязнение атмосферного воздуха. Взвешенные вещества в воздухе образуют кластеры с частицами коронавируса и распространяются на расстояние до 10 м от источника инфекции. Имеется определенное сходство в воздействии вируса SARS-CoV-2 и мелкодисперсных взвешенных частиц размером менее 10 мкм (PM₁₀). Подробно данная проблема рассмотрена в нашем предыдущем обзоре [5], суммирующем результаты опубликованных в связи с этим исследований в различных странах мира к 2020 г. Более чем в 30 работах, выполненных в Китае, Индии, Италии, Испании, Германии, Франции, приведены доказательства корреляции показателей заболеваемости и смертности населения от этого инфекционного заболевания с уровнем загрязнения атмосферного воздуха. После 2020 г. появились новые исследования по этой проблематике, подтверждающие указанные связи [32, 33]. В Европе до 6,6 % смертей и в Китае до 11 % смертей от COVID-19 были обусловлены загрязнением атмосферного воздуха. Люди с хроническими заболеваниями легких, подвергшиеся воздействию более высоких уровней PM_{2,5}, значительно чаще госпитализировались из-за COVID-19, что указывает на обострение основного заболевания [34]. Частицы PM_{2,5} и другие загрязняющие вещества усугубляют тяжесть заболевания за счет увеличения проницаемости эпителия, увеличения экспрессии рецепторов ACE2 в дыхательных путях и вызывают окислительный стресс, усиление воспалительных реакций и иммунную дисрегуляцию [35–37].

В России исследования зависимости заболеваемости COVID-19 от уровня загрязнения атмосферного воздуха проведены по шести городам (Братск, Липецк, Красноярск, Норильск, Омск и Череповец) в рамках федерального проекта «Чистый воздух». В этих городах доказано возрастание средней избыточной заболеваемости COVID-19 за 14,5 месяцев пандемии на $5,0 \pm 2,6$ %, по сравнению с «базовым» эпидемиологическим сценарием [38].

Учитывая, что доказательства связи между концентрациями загрязняющих веществ (PM, диоксида азота) в атмосферном воздухе были опубликованы достаточно оперативно в 2020 г., в ряде стран, в том числе и в России, были введены определенные

ограничения на выбросы, и они действительно снизились. Произошло снижение загрязнения атмосферного воздуха и в Москве [39, 40]. В целом по миру за время пандемии, по различным оценкам, снижение объемов выбросов за 2020 г. составило от 4 до 7 % [41].

COVID-19 и острова жары в городах. Интенсивное потепление климата привело к обострению проблемы увеличения рисков здоровью от экстремально высоких температур на территориях островов жары в городах, что особенно явственно проявляется при высотной застройке. Этот феномен в российских городах уже на протяжении нескольких лет изучается климатологами, и доказано их образование не только в крупных городах, но, например, и в таком небольшом городе, как Надым (46 тысяч жителей) [42]. В центрах городов, кроме островов жары, также формируются остров влажности (из-за практического отсутствия открытого почвенного покрова) и остров ветров (из-за высотных зданий, вокруг которых создается турбулентное движение воздуха). Летом средняя температура воздуха вокруг газонов может быть на 2,1–5,5 °C ниже, чем вокруг непроницаемых поверхностей. Все эти факторы приводят к еще большей дискомфортности климата центров городов. Например, моделирование таких ситуаций в 30 крупнейших городах страны выявило в центре Краснодара остров жары с ощущаемой температурой воздуха выше 50 °C⁴ [43]. Даже короткие волны жары продолжительностью 3–5 дней (без которых практически не обходится ни одно лето в условиях умеренно континентального климата) приводят к увеличению числа осложнений у людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями в 4,5 раза [44], т.е. создается дополнительная опасность для лиц, заболевших COVID. Сочетанное воздействие вируса COVID-19 и аномально высоких температур – это реальная опасность и для психического здоровья, подтвержденная многими российскими и зарубежными исследованиями. Обзор работ на русском языке о тревожно-депрессивных нарушениях, росте суицидального поведения во время пандемии представлен в публикациях [45, 46], и во время волн жары – в нашем научном докладе [47].

Однако во время пандемии в результате некоторого снижения выбросов загрязняющих веществ и антропогенного тепла произошло и снижение температуры воздуха. Это отмечено в 46 китайских городах [48], в деловых районах Осака (Япония) из-за перевода 75 % сотрудников на удаленный доступ [49], а в марокканском городе Касабланка за время пандемии площади островов жары были самыми низкими за всю историю наблюдений [50].

Весьма интересна и проблема взаимодействия загрязнения атмосферного воздуха РМ и ультрафиолетовой радиации (УФР). Снижение концентрации РМ в воздухе может привести к увеличению такой радиации. Известно негативное воздействие повышенных доз УФР на иммунную и кожную системы, органы зрения, и, возможно, этот фактор риска также мог привести к более тяжелому течению COVID-19 в некоторых российских регионах. На российской территории контроль за эритемно-взвешенной УФР проводится на 14 станциях Росгидромета, а также некоторыми научно-исследовательскими организациями и кафедрой климатологии и метеорологии географического факультета МГУ. Сотрудниками этой кафедры разработан весьма интересный показатель «УФ-ресурсы», позволяющий оценивать положительное и отрицательное воздействие этого фактора на разные типы кожи и зрение. Использование алгоритма оценки опасных доз УФР позволило определить наиболее проблемные территории – это северные и восточные территории преимущественно в весенние месяцы [51]. Население данных территорий подвергается также дополнительному риску при переезде в более южные регионы или при отдыхе в южных странах. Но и в южных регионах опасные для здоровья уровни УФР наблюдаются с мая по август с повторяемостью 20–25 %, а в умеренных широтах – в летние месяцы – с частотой от 5 до 12 % [52]. Проблема избыточного излучения УФР обусловлена также разрушением озонового слоя, особенно в некоторые годы над Арктикой. Исследования последних лет указывают на формирование избыточных значений УФР из-за озоновых дыр над территориями южной и центральной частей Поволжья, Урала и Западной Сибири [53].

COVID-19: роль зеленых пространств в сохранении физического и психического здоровья. Распространение пандемии коронавируса дает уникальную возможность улучшить понимание роли стратегий городского планирования в обеспечении устойчивости городских сообществ перед пандемией, в том числе такого важнейшего их элемента, как зеленые пространства. На основании исследований во многих странах доказана важность городских зеленых пространств для здоровья населения, для смягчения последствий социальной изоляции и защиты психического здоровья во время и после пандемии [54–62]. В одном из таких исследований в Китае установлено, что в разгар пандемии посетители пекинского парка вели больше позитивных микроблогов внутри, чем за пределами парка, и что ландшафт и растения были основными элементами положительных эмоций. У людей, живущих в более зеленых районах, уровень физической активности

⁴ Ощущаемая температура – это температурный эквивалент, воспринимаемый человеком, вызванный совокупным воздействием температуры воздуха, относительной влажности и скорости ветра, он применяется для оценки воспринимаемой температуры.

снизились в меньшей степени, чем у тех, кто жил в менее зеленых районах. Городские зеленые пространства во время пандемии способствовали физической активности людей, особенно проживающих в более зеленых районах [63, 64].

Однако в тех городах, где не были введены чрезвычайно жесткие меры по передвижению людей, парки могли использоваться и инфицированными горожанами [65, 66]. Весьма интересно выражение «карманные парки», которое использовали социологи при опросе жителей Нью-Йорка во время пандемии. Эти небольшие пространства, в нашем понимании – скверы для кратковременного отдыха горожан, были очень востребованы во время пандемии. Тем не менее более эффективны крупные городские пространства. ВОЗ рекомендует площадь озелененных мест не менее 0,5–1 га в пределах 300 м от жилых домов [67]. В Москве при летней жаре 2021 г. наиболее выраженный охлаждающий эффект наблюдался от «городского леса» площадью 250 га, где возникал эффект бриза [68].

Весьма интересно ретроспективное исследование зависимостей частоты случаев COVID-19 (индивидуальные данные с положительным тестом) от места проживания в период начала вакцинации [33]. Созданные многомерные модели показали более высокий риск госпитализации (на 14,2 %) у лиц, проживающих в многоквартирных домах, по сравнению с людьми, проживающими в частных домах. В этом и других исследованиях [61, 69–71] также сделан акцент на оценке влияния планировочной структуры, способствующей большей мобильности населения. Проживание в районах, более пригодных для пеших и велосипедных прогулок, снижает риск госпитализации среди людей, инфицированных COVID-19.

Выводы. Анализ влияния сложных перекрывающихся рисков в городской среде – высокой плотности населения, загрязнения атмосферного воздуха, нагревающего климата (на фоне воздействия комплекса социально-экономических и биологических факторов) – на распространенность и исход заболеваний COVID-19 является крайне сложной задачей. Но ее решение необходимо для определения текущих и перспективных задач по улучшению эпидемиологической ситуации, связанной с респираторными инфекционными заболеваниями. Кроме того, в настоящее время еще нет результатов исследований о зараженности населения COVID-19 в нашей стране на территориях с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха вблизи металлургических, химических предприятий, горно-обогатительных комбинатов и других производств.

Затруднительно описать и оценить весь тот колоссальный комплекс социально-экономических последствий пандемии, которые будут еще ощущаться. За время пандемии снизились доходы некоторых групп населения. Экономисты Финансового

университета при Правительстве Российской Федерации [72] оценили влияние случаев заболевших COVID по субъектам Федерации в 2020 г. на реальные доходы населения по отношению к 2019 г. Получена достоверная зависимость (коэффициент Пирсона – 0,42), что чем больше число заболевших, тем меньше денежные доходы. По образному выражению авторов указанной статьи, «болезнь вымывает на 2–3 месяца работников из экономических процессов», происходит недополучение регионального валового продукта и снижение уровня жизни. К сожалению, пока не оценены экономические потери от пандемии как в целом по стране, так и в отдельных регионах. Можно только привести пример по Норильску, где на борьбу с пандемией компания «НорНикель» потратила в 2020 г. около 12 млрд руб., в том числе на дополнительное оснащение системы здравоохранения аппаратами ИВЛ, реанимобилями, тепловизорами.

Пандемия COVID-19 привела к снижению такого базового демографического показателя, как ожидаемая продолжительность жизни, при увеличении уровня смертности населения трудоспособного возраста. Анализ этого показателя по возрастным группам за 2000–2021 гг. показал, что пандемия нарушила тренд постепенного снижения смертности в этой возрастной группе. Показатель смертности увеличился и среди молодого населения (15–29 лет), что не характерно для стран с развитой экономикой. Даже в 2021 г., когда уже происходила массовая вакцинация, смертность в молодом и среднем возрасте возросла, по сравнению с предыдущим годом. Кривая дожития 2019 г. свидетельствует о крайне негативном прогнозе: 29 % мужчин и 11 % женщин не доживут до 60 лет [73]. Пандемия оказала влияние и на рождаемость из-за отложенных беременностей и ЭКО, уменьшения числа зачатий из-за опасения инфицирования плода и других причин [74].

Анализируя ситуацию с распространением пандемии COVID-19 в городах, многие специалисты в области общественного здоровья, планирования городских территорий, урбанистики предлагают различные решения по снижению рисков окружающей среды здоровью населения, снижению распространенности респираторных инфекционных заболеваний. К сожалению, в России при территориальном планировании практически не учитываются такие морфологические показатели, как ориентация кварталов, соотношение высоты и ширины улиц, плотность застройки и др., при правильном использовании которых возможно добиться улучшения аэрации городов. Поэтому важны конкретные предложения других стран по градостроительным решениям и территориальному планированию в постковидное время. Пандемия COVID-19 повысила значимость городских общественных открытых пространств и диктует необходимость по-другому оценивать планировочные решения, не допуская скопления многоэтажных зданий на ограниченной

территории. Все больше специалистов в области урбанистики и планирования городов считают необходимым постепенный переход от вертикального проектирования к горизонтальному. Это поможет улучшить комфортность городской среды, даст возможность улучшить общее самочувствие [75–78].

Предлагается изменить и правила планировки общественных городских территорий для дистанцирования людей на скамейках, в местах их массового скопления, на остановках общественного транспорта и других схожих локусах [79]. Также необходимы резкое увеличение площадей открытых зеленых пространств, научное обоснование полезности для снижения рисков здоровью как крупных массивов, так и небольших зеленых территорий [47]. Важно, что появились результаты исследований о преодолении возникающих стрессов при ежедневном посещении зеленых пространств [80]. Поэтому возникает вопрос о необходимости поиска баланса между такими небольшими зелеными образованиями и потребностью мегаполисов в крупных зеленых массивах. Даже постоянное нахождение рядом с комнатными растениями имело определенный положительный психологический смысл во время пандемийного карантина [81]. Отмечена также важность городских зеленых пространств для поддержания физического здоровья, при ограничении и запретах спортивных мероприятий они частично их заменили, при этом была возможность соблюдения социальной дистанции. По отношению к этим местам даже предложен термин «пространственная вакцина» [82]. Планирование городских территорий с учетом таких рисков здоровью, как предотвращение островов жары и низкое качество воздуха, также должно быть направлено на предотвращение рисков от респираторных инфекций, в том числе COVID-19 [83, 84].

Через год после начала пандемии с высоким уровнем избыточной смертности в крупных городах ведущие европейские специалисты в области общественного здоровья указали на необходимость улучшения городского планирования, снижения транспортных потоков. Например, в Барселоне предложена программа планирования территорий Superblock, в которой предусматривается увеличение велосипедного транспорта и зеленых пространств [85]. В Лондоне появились кварталы с низкой интенсивностью движения автотранспорта, где поощряется активность людей. Париж представляет проект «Город за 15 минут», в рамках которого все направления – работа, школа, магазины, культурные и досуговые учреждения – должны быть доступны в пределах 15-минутной ходьбы или езды на велосипеде от дома. Гамбург планирует освободить от ав-

томобилей к 2034 г. часть городских кварталов [86]. В 89 городах мира во время пандемии были приняты решения об изменении планирования городских территорий, а в 63 городах – по улучшению мобильности и улучшению транспортного движения. Например, в столице Колумбии Богота с населением около 8 млн человек были организованы новые велосипедные дорожки [87]. Эти новые городские модели направлены на предоставление большего общественного пространства для людей и меньшего пространства для индивидуального моторизованного транспорта и, таким образом, на снижение загрязнения воздуха и уровня шума, выбросов парниковых газов и негативного эффекта островов жары и на повышение физической активности горожан. Для этого ключевые действия будут включать достижение научно обоснованной плотности населения, при которой не возникают разнообразные дополнительные риски здоровью населения и обеспечиваются доступность места назначения, короткое расстояние до транспорта и доступность зеленых насаждений. Городские зеленые пространства, пешеходный доступ к ним за 15–20 мин увеличивают ожидаемую продолжительность жизни, улучшают когнитивные функции у детей и пожилых людей, улучшают психическое здоровье и стимулируют иммунную систему [88].

Значительный опыт по рациональному планированию городских территорий с точки зрения защиты здоровья населения накоплен и в России. Использование математического моделирования плотности застройки и дорожно-транспортной сети для поиска оптимальных планировочных решений с позиций минимизации рисков здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха и повышенного уровня шума в настоящее время достаточно широко используется в различных российских городах⁵ [89–93]. Постоянное возрастание интенсивности транспортных потоков на дорогах городов требует особого внимания к гигиенической оценке проектов изменения транспортно-дорожной инфраструктуры. На это направлена многоуровневая модель расчета выбросов 18 загрязняющих веществ автотранспортными средствами в программном комплексе COPERT V, при использовании которой были выявлены территории повышенного уровня загрязнения атмосферного воздуха в Москве [94]. Совместный труд гигиенистов и проектировщиков привел к оптимальным решениям по созданию комфортной среды обитания в городских кварталах с учетом высоты и плотности застройки, приемов планировочных решений [90]. В нашем предыдущем обзоре [95] также были рассмотрены рекомендации отечественных гигиенистов по планировке жилых кварталов с

⁵ Фокин С.Г. Научно-методические основы управления риском здоровью населения в условиях мегаполиса: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – СПб., 2011. – 50 с.; Бобкова Т.Е. Концепция зонирования территорий населенных мест на основе анализа риска здоровью населения: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2011. – 50 с.

точки зрения снижения рисков здоровью населения, обеспечивающие защиту от высокой скорости ветра и биоклиматическую комфортность. Весьма полезен и новый программный продукт Европейского бюро ВОЗ по оценке влияния зеленых пространств на смертность и психическое здоровье населения Green Ur. Конкретные меры по адаптации городского управления к изменениям климата подробно рассмотрены в Научном докладе ИПП РАН «Меняющийся климат и здоровье населения: проблемы адаптации» [47]. На снижение температуры воздуха направлен проводимый многими странами энергетический переход от ископаемого топлива к возобновляемым источникам энергии, он будет способствовать не только повышению устойчивости наших городов, но также комфортности среды обитания и улучшению общественного здоровья.

Одна из действенных мер по улучшению здоровья жителей мегаполисов и других крупных городов – улучшение планировки жилых территорий с увеличением числа мест для пешеходов и велосипедных прогулок, увеличение пешеходной и велосипедной

инфраструктуры, поощрение смешанного землепользования, снижение плотности застройки. Улучшение мобильности жителей – крайне сложная управленческая задача, к решению которой необходимо привлечение широкого круга специалистов – от педагогов до градостроителей. Пандемию можно рассматривать как важнейшую отправную точку для ускорения решения вопросов по созданию комфортной городской среды. На это направлены Климатическая доктрина Российской Федерации, утвержденная Указом Президента 26.10.2023, Национальный план по адаптации к изменениям климата, федеральные проекты «Чистый воздух» и «Формирование комфортной городской среды». Но пока в стране отсутствуют новые решения в области территориального планирования и развития доступных зеленых пространств.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Next city: learning from cities during COVID-19 to tackle climate change / C. Kakderi, N. Komninos, A. Panori, E. Oikonomaki // *Sustainability*. – 2021. – Vol. 13. – P. 3158. DOI: 10.3390/su13063158
2. Pandemics, place, and planning: Learning from SARS / S.H. Ali, R. Keil, C. Major, E. Van Wagner // *Plan Canada*. – 2006. – Vol. 46, № 3. – P. 34–36.
3. Designing healthier neighbourhoods: A systematic review of the impact of the neighbourhood design on health and wellbeing / J. Ige-Elegbede, P. Pilkington, J. Orme, B. Williams, E. Prestwood, D. Black, L. Carmichael // *Cities Health*. – 2020. – Vol. 6, № 5. – P. 1004–1019. DOI: 10.1080/23748834.2020.1799173
4. City planning and population health: A global challenge / B. Giles-Corti, A. Vernez-Moudon, R. Reis, G. Turrell, A.L. Dannenberg, H. Badland, S. Foster, M. Lowe [et al.] // *Lancet*. – 2016. – Vol. 388, № 10062. – P. 2912–2924. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)30066-6
5. Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Пандемия COVID-19: новые знания о влиянии качества воздуха на распространение коронавирусной инфекции в городах // *Проблемы прогнозирования*. – 2021. – № 4 (187). – С. 28–37. DOI: 10.47711/0868-6351-187-28-37
6. Effects of COVID-19 pandemic in life expectancy and premature mortality in 2020: time serial analysis in 37 countries / N. Islam, D. Jdanov, V.M. Shkolnikov, K. Khunti, I. Kawachi, M. White, S. Lewington, B. Lacey // *BMJ*. – 2021. – Vol. 375. – P. e066768. DOI: 10.1136/bmj-2021-066768
7. Зайцева Н.В., Клейн С.В., Глухих М.В. Пространственно-динамическая неоднородность течения эпидемического процесса в субъектах Российской Федерации (2020–2023 гг.) // *Анализ риска здоровью*. – 2023. – № 2. – С. 4–16. DOI: 10.21668/health.risk/2023.2.01
8. Exploring urban spatial features of COVID-19 transmission in Wuhan based on social media data / Z. Peng, R. Wang, L. Liu, H. Wu // *ISPRS International Journal of Geo-Information*. – 2020. – Vol. 9, № 6. – P. 402. DOI: 10.3390/ijgi9060402
9. You H., Wu X., Guo X. Distribution of COVID-19 morbidity rate in association with social and economic factors in Wuhan, China: Implications for urban development // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. – 2020. – Vol. 17, № 10. – P. 3417. DOI: 10.3390/ijerph17103417
10. Regional thermal environment changes: Integration of satellite data and land use/land cover / J. Ren, J. Yang, F. Wu, W. Sun, X. Xiao, J.C. Xia // *iScience*. – 2022. – Vol. 26, № 2. – P. 105820. DOI: 10.1016/j.isci.2022.105820
11. A mechanism-based parameterisation scheme to investigate the association between transmission rate of COVID-19 and meteorological factors on plains in China / C. Lin, A.K.H. Lau, J.C.H. Fung, C. Guo, J.W.M. Chan, D.W. Yeung, Y. Zhang, Y. Bo [et al.] // *Sci. Total Environ.* – 2020. – Vol. 737. – P. 140348. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.140348
12. Studying the social determinants of COVID-19 in a data vacuum / K.H. Choi, P. Denise, M. Haan, A. Zajacova // *Can. Rev. Sociol.* – 2021. – Vol. 58, № 2. – P. 146–164. DOI: 10.1111/cars.12336
13. Copiello S., Grillenzoni C. The spread of 2019-nCoV in China was primarily driven by population density. Comment on “Association between short-term exposure to air pollution and COVID-19 infection: Evidence from China” by Zhu et al. // *Sci. Total Environ.* – 2020. – Vol. 744. – P. 141028. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.141028
14. Carteni A., Di Francesco L., Martino M. How mobility habits influenced the spread of the COVID-19 pandemic: Results from the Italian case study // *Sci. Total Environ.* – 2020. – Vol. 741. – P. 140489. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.140489
15. Zhang C.H., Schwartz G.G. Spatial disparities in coronavirus incidence and mortality in the United States: An ecological analysis as of May 2020 // *J. Rural Health*. – 2020. – Vol. 36, № 3. – P. 433–445. DOI: 10.1111/jrh.12476

16. Connolly C., Keil R., Ali S.H. Extended urbanisation and the spatialities of infectious disease: demographic change, infrastructure and governance // *Urban Stud.* – 2020. – Vol. 58, № 3. – P. 004209802091087. DOI: 10.1177/0042098020910873
17. Boterman W.R. Urban-rural polarisation in times of the corona outbreak? The early demographic and geographic patterns of the SARS-CoV-2 epidemic in the Netherlands // *Tijdschr. Econ. Soc. Geogr.* – 2020. – Vol. 111, № 3. – P. 513–529. DOI: 10.1111/tesg.12437
18. McFarlane C. Critical Commentary: Repopulating density: COVID-19 and the politics of urban value // *Urban Stud.* – 2023. – Vol. 60, № 9. – P. 1548–1569. DOI: 10.1177/00420980211014810
19. Hamidi S., Sabouri S., Ewing R. Does Density Aggravate the COVID-19 Pandemic?: Early Findings and Lessons for Planners // *J. Am. Plan. Assoc.* – 2020. – Vol. 86, № 4. – P. 495–509. DOI: 10.1080/01944363.2020.1777891
20. Hamidi S., Hamidi I. Subway Ridership, Crowding, or Population Density: Determinants of COVID-19 Infection Rates in New York City // *Am. J. Prev. Med.* – 2021. – Vol. 60, № 5. – P. 614–620. DOI: 10.1016/j.amepre.2020.11.016
21. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) mortality and neighborhood characteristics in Chicago / M. Bryan, J. Sun, J. Jagai, D.E. Horton, A. Montgomery, R. Sargis, M. Argos // *Ann. Epidemiol.* – 2021. – Vol. 56. – P. 47–54.e5. DOI: 10.1016/j.annepidem.2020.10.011
22. Hong A., Chakrabarti S. Compact living or policy inaction? Effects of urban density and lockdown on the Covid-19 outbreak in the US // *Urban Stud.* – 2023. – Vol. 60, № 9. – P. 1588–1609. DOI: 10.1177/00420980221127401
23. Kawlra G., Sakamoto K. Spatialising urban health vulnerability: An analysis of NYC’s critical infrastructure during COVID-19 // *Urban Stud.* – 2023. – Vol. 60, № 9. – P. 1629–1649. DOI: 10.1177/00420980211044304
24. Introducing the “15-Minute City”: Sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities / C. Moreno, Z. Allam, D. Chabaud, C. Gall, F. Pratlong // *Smart Cities.* – 2021. – Vol. 4, № 1. – P. 93–111. DOI: 10.3390/smartsities4010006
25. Guida C., Carpentieri G. Quality of life in the urban environment and primary health services for the elderly during the Covid-19 pandemic: An application to the city of Milan (Italy) // *Cities.* – 2021. – Vol. 110. – P. 103038. DOI: 10.1016/j.cities.2020.103038
26. Litman T. Pandemic-Resilient Community Planning: Practical Ways to Help Communities Prepare for, Respond to, and Recover from Pandemics and Other Economic, Social and Environmental Shocks. – 2020. – 27 p.
27. City size and the spreading of COVID-19 in Brazil / H.V. Ribeiro, A.S. Sunahara, J. Sutton, M. Perc, Q.S. Hanley // *PLoS One.* – 2020. – Vol. 15, № 9. – P. e0239699. DOI: 10.1371/journal.pone.0239699
28. Cities and infectious diseases: Assessing the exposure of pedestrians to virus transmission along city streets / A. Psyllidis, F. Duarte, R. Teeuwen, A. Salazar Miranda, T. Benson, A. Bozzon // *Urban Stud.* – 2023. – Vol. 60, № 9. – P. 1610–1628. DOI: 10.1177/00420980211042824
29. Пилясов А.Н., Замятина Н.Ю., Котов Е.А. Распространение пандемии COVID-19 в регионах России в 2020 году: модели и реальность // *Экономика региона.* – 2021. – Т. 17, № 4. – С. 1079–1095. DOI: 10.17059/ekon.reg.2021-4-3
30. Алов И.Н., Пилясов А.Н. Внутренние различия протекания пандемии коронавируса в Балтийском макрорегионе России // *Балтийский регион.* – 2023. – Т. 15, № 1. – С. 96–119. DOI: 105922/2079-8555-2023-1-6
31. Пилясов А.Н., Алов И.Н., Никитин Б.В. Пандемия COVID-19 в регионах Большой Сибири: диагностика хода процесса, взаимодействие с типами регионального пространства, характеристика особых случаев // *Регион: экономика и социология.* – 2023. – № 1 (117). – С. 3–43. DOI: 10.15372/REG20230101
32. Ambient fine particulate matter air pollution and the risk of hospitalization among COVID-19 positive individuals: Cohort study / B. Bowe, Y. Xie, A.K. Gibson, M. Cai, A. van Donkelaar, R.V. Martin, R. Burnett, Z. Al-Aly // *Environ. Int.* – 2021. – Vol. 154. – P. 106564. DOI: 10.1016/j.envint.2021.106564
33. The neighborhood built environment and COVID-19 hospitalizations / A. Rigolon, J. Nermeth, B. Anderson-Gregson, A.R. Miller, P. deSouza, B. Montague, C. Hussain, K.M. Erlandson, S.E. Rowan // *PLoS One.* – 2023. – Vol. 18, № 6. – P. e0286119. DOI: 10.1371/journal.pone.0286119
34. Long-term exposure to fine particulate matter and hospitalization in COVID-19 patients / A. Mendy, X. Wu, J.L. Keller, C.S. Fassler, S. Apewokin, T.B. Mersha, C. Xie, S.M. Pinney // *Respir. Med.* – 2020. – Vol. 178. – P. 106313. DOI: 10.1016/j.rmed.2021.106313
35. Air pollution and its effects on the immune system / D.A. Glencross, T.-R. Ho, N. Camiña, C.M. Hawrylowicz, P.E. Pfeffer // *Free Radic. Biol. Med.* – 2020. – Vol. 151. – P. 56–68. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2020.01.179
36. Emerging role of air pollution and meteorological parameters in COVID-19 / C. Zhao, X. Fang, Y. Feng, X. Fang, J. He, H. Pan // *J. Evid. Based Med.* – 2021. – Vol. 14, № 2. – P. 123–138. DOI: 10.1111/jebm.12430
37. Role of atmospheric particulate matter exposure in COVID-19 and other health risks in human: A review / C. Zhu, K. Maharajan, K. Liu, Y. Zhang // *Environ. Res.* – 2021. – Vol. 198. – P. 111281. DOI: 10.1016/j.envres.2021.111281
38. К оценке дополнительной заболеваемости населения COVID-19 в условиях загрязнения атмосферного воздуха: методические подходы и некоторые практические результаты / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Ж. Рейс, П.С. Спенсер, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалудинов // *Анализ риска здоровью.* – 2021. – № 3. – С. 14–28. DOI: 10.21668/health.risk/2021.3.02
39. Влияние ограничений, обусловленных COVID-19, на качество воздуха в Москве / А.С. Гинзбург, В.А. Семенов, Е.Г. Семутникова, М.А. Алешина, П.В. Захарова, Е.А. Лезина // *Доклады Российской академии наук. Науки о Земле.* – 2020. – Т. 495, № 1. – С. 74–79. DOI: 10.31857/S2686739720110067
40. Поповичева О.Б., Чичаева М.А., Касимов Н.С. Влияние ограничительных мер во время пандемии на аэрозольное загрязнение атмосферы Московского мегаполиса // *Вестник Российской академии наук.* – 2021. – Т. 91, № 4. – С. 351–361. DOI: 10.31857/S0869587321040083
41. United in science 2020. A multi-organization high-level compilation of the latest climate science information. – Geneva: WMO, 2020. – 28 p.
42. Оценка термического стресса в арктическом городе в летний период / П.И. Константинов, М.И. Варенцов, М.Ю. Грищенко, Т.Е. Самсонов, Н.В. Шартова // *Арктика: экология и экономика.* – 2021. – Т. 11, № 2. – С. 219–231. DOI: 10.25283/2223-4594-2021-2-219-231

43. Константинов П.И. Почему в городе теплее: географический подкаст [Электронный ресурс] // N+1: интернет-издание. – 2021. – URL: <https://nplus1.ru/blog/2021/01/22/heat-island> (дата обращения: 17.03.2024).
44. Влияние летней жары на состояние здоровья пациентов с умеренным и высоким риском сердечно-сосудистых осложнений / М.Д. Смирнова, Ф.Т. Агеев, О.Н. Свирида, Г.Г. Коновалова, А.К. Тихазе, В.З. Ланкин // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2013. – Т. 12, № 4. – С. 56–61. DOI: 10.15829/1728-8800-2013-4-56-61
45. Васильева А.В., Незнамов Н.Г., Соловьев А.Г. Ментальная экология в структуре пандемии COVID-19 (обзор литературы) // Экология человека. – 2022. – Т. 29, № 7. – С. 461–469. DOI: 10.17816/humeco81183
46. Шматова Ю.Е. Психическое здоровье населения в период пандемии: тенденции, последствия, факторы и группы риска // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 202–224. DOI: 10.15838/esc.2021.2.74.13
47. Ревич Б.А. Меняющийся климат и здоровье населения: проблемы адаптации: научный доклад / под ред. акад. Б.Н. Порфирьева. – М.: Динамик Принт, 2023. – 168 с. DOI: 10.47711/srl-2023
48. Wang W., He B.-J. Co-occurrence of urban heat and the COVID-19: Impacts, drivers, methods, and implications for the post-pandemic era // Sustain. Cities Soc. – 2023. – Vol. 90. – P. 104387. DOI: 10.1016/j.scs.2022.104387
49. Human behaviour change and its impact on urban climate: Restrictions with the G20 Osaka Summit and COVID-19 outbreak / K. Nakajima, Y. Takane, Y. Kikegawa, Y. Furuta, H. Takamatsu // Urban Climate. – 2021. – Vol. 35, № 8. – P. 100728. DOI: 10.1016/j.uclim.2020.100728
50. Taoufik M., Laghlimi M., Fekri A. Comparison of land surface temperature before, during and after the COVID-19 lockdown using landsat imagery: A Case study of Casablanca City, Morocco // Geomatics and Environmental Engineering. – 2021. – Vol. 15, № 2. – P. 105–120. DOI: 10.7494/geom.2021.15.2.105
51. Актуальные проблемы изучения ультрафиолетовой радиации и озонового слоя / Н.Е. Чубарова, Е.Ю. Жданова, В.У. Хаттагов, П.Н. Варгин // Вестник Российской академии наук. – 2016. – Т. 86, № 9. – С. 839–846. DOI: 10.7868/S0869587316050030
52. Ультрафиолетовая облученность, УФ-индекс и их прогнозирование / М.И. Нахаев, Л.Б. Ананьев, Н.С. Иванова, А.М. Звягинцев, И.Н. Кузнецова, И.Ю. Шалыгина // Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. – 2014. – № 351. – С. 173–187.
53. Варгин П.Н., Фомин Б.А., Семенов В.А. Влияние озоновых мини-дыр в мае 2021 г. и в марте 2022 г. на отдельных территориях России на приземную УФ-радиацию по данным спутниковых наблюдений и моделирования // Оптика атмосферы и океана. – 2023. – Т. 36, № 4 (411). – С. 320–330. DOI: 10.15372/AOO20230409
54. Effects of the COVID-19 pandemic on the use and perceptions of urban green space: an international exploratory study / F. Ugolini, L. Massetti, P. Calaza-Martínez, P. Carinanos, C. Dobbs, S.K. Ostoic, A.M. Marin, D. Pearlmutter [et al.] // Urban For. Urban Green. – 2020. – Vol. 56. – P. 126888. DOI: 10.1016/j.ufug.2020.126888
55. Usage of urban green space and related feelings of deprivation during the COVID-19 lockdown: Lessons learned from an Italian case study / F. Ugolini, L. Massetti, D. Pearlmutter, G. Sanesi // Land Use Policy. – 2021. – Vol. 105. – P. 105437. DOI: 10.1016/j.landusepol.2021.105437
56. Mitigating the wider health effects of covid-19 pandemic response / M. Douglas, S.V. Katikireddi, M. Taulbut, M. McKee, G. McCartney // BMJ. – 2020. – Vol. 369. – P. m1557. DOI: 10.1136/bmj.m1557
57. Accessibility and allocation of public parks and gardens in England and Wales: A COVID-19 social distancing perspective / N. Shoari, M. Ezzati, J. Baumgartner, D. Malacarne, D. Fecht // PLoS One. – 2020. – Vol. 15, № 10. – P. e0241102. DOI: 10.1371/journal.pone.0241102
58. Urban parks as green buffers during the COVID-19 pandemic / J. Xie, S. Luo, K. Furuya, D. Sun // Sustainability. – 2020. – Vol. 12, № 17. – P. 6751. DOI: 10.3390/su12176751
59. Liu L. Emerging study on the transmission of the Novel Coronavirus (COVID-19) from urban perspective: Evidence from China // Cities. – 2020. – Vol. 103. – P. 102759. DOI: 10.1016/j.cities.2020.102759
60. You Y., Pan S. Urban vegetation slows down the spread of coronavirus disease (COVID-19) in the United States // Geophys. Res. Lett. – 2020. – Vol. 47, № 18. – P. e2020GL089286. DOI: 10.1029/2020GL089286
61. Review of associations between built environment characteristics and severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 infection risk / J. Wang, X. Wu, R. Wang, D. He, D. Li, L. Yang, Y. Yang, Y. Lu // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2021. – Vol. 18, № 14. – P. 7561. DOI: 10.3390/ijerph18147561
62. Nature's contributions in coping with a pandemic in the 21st century: A narrative review of evidence during COVID-19 / S.M. Labib, M.H.E.M. Browning, A. Rigolon, M. Helbich, P. James // Sci. Total Environ. – 2022. – Vol. 833. – P. 155095. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.155095
63. The effect of human mobility and control measures on the COVID-19 epidemic in China / M.U.G. Kraemer, C.-H. Yang, B. Gutierrez, C.-H. Wu, B. Klein, D.M. Pigott, open COVID-19 data working group, L. du Plessis [et al.] // Science. – 2020. – Vol. 368, № 6490. – P. 493–497. DOI: 10.1126/science.abb4218
64. County-level exposures to greenness and associations with COVID-19 incidence and mortality in the United States / J.O. Klompaker, J.E. Hart, I. Holland, M.B. Sabath, X. Wu, F. Laden, F. Dominici, P. James // Environ. Res. – 2021. – Vol. 199. – P. 111331. DOI: 10.1016/j.envres.2021.111331
65. Change in time spent visiting and experiences of green space following restrictions on movement during the COVID-19 pandemic: A nationally representative cross-sectional study of UK adults / H. Burnett, J.R. Olsen, N. Nicholls, R. Mitchell // BMJ Open. – 2021. – Vol. 11, № 3. – P. e044067. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-044067
66. Astell-Burt T., Feng X. Time for 'green' during COVID-19? Inequities in green and blue space access, visitation and felt benefits // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2021. – Vol. 18, № 5. – P. 2757. DOI: 10.3390/ijerph18052757
67. WHO. Urban green spaces: a brief for action. – Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe, 2017.

68. Does size matter? Modelling the cooling effect of green infrastructures in a megacity during a heat wave / M. Varentsov, V. Vasenev, Y. Dvornikov, T. Samsonov, O. Klimanova // *Sci. Total Environ.* – 2023. – Vol. 902. – P. 165966. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.165966
69. Credit K. Neighbourhood inequity: Exploring the factors underlying racial and ethnic disparities in COVID-19 testing and infection rates using ZIP code data in Chicago and New York // *Reg. Sci. Policy Pract.* – 2020. – Vol. 12, № 6. – P. 1249–1272.
70. Tribby C.P., Hartmann C. COVID-19 cases and the built environment: Initial evidence from New York City // *Prof. Geogr.* – 2021. – Vol. 73, № 3. – P. 365–376. DOI: 10.1080/00330124.2021.1895851
71. Physical inactivity is associated with a higher risk for severe COVID-19 outcomes: a study in 48 440 adult patients / R. Sallis, D.R. Young, S.Y. Tartof, J.F. Sallis, J. Sall, Q. Li, G.N. Smith, D.A. Cohen // *Br. J. Sports Med.* – 2021. – Vol. 55, № 19. – P. 1099–1105. DOI: 10.1136/bjsports-2021-104080
72. Петров А.М., Цыпин А.П., Нуйкина Е.Ю. Статистическое изучение уровня распространения вируса COVID-19 в России и его влияния на экономику страны // *Экономические науки.* – 2022. – № 217. – С. 190–196. DOI: 10.14451/1.217.287
73. Щур А.Е., Соколова В.В., Тимонин С.А. Смертность трудоспособного населения России в начале XXI века: есть ли повод для оптимизма? // *Демографическое обозрение.* – 2023. – Т. 10, № 4. – С. 4–51. DOI: 10.17323/demreview.v10i4.18807
74. Русанова Н.Е. Социально-демографические реалии пандемии // *Анализ и моделирование экономических и социальных процессов: Математика. Компьютер. Образование.* – 2021. – № 28. – С. 66–76. DOI: 10.20537/mce2021econ06
75. Changes in recreational behaviors of outdoor enthusiasts during the COVID-19 pandemic: analysis across urban and rural communities / W. Rice, T. Mateer, N. Reigner, P. Newman, B. Lawhon, D. Taff // *J. Urban Ecol.* – 2020. – Vol. 6, № 1. – P. 1–7. DOI: 10.1093/jue/juaa020
76. Ahsan M. Strategic decisions on urban built environment to pandemics in Turkey: lessons from COVID-19 // *J. Urban Manag.* – 2020. – Vol. 9, № 3. – P. 281–285. DOI: 10.1016/j.jum.2020.07.001
77. Gouveia N., Kanai C. Pandemics, cities and public health // *Ambiente Sociedade.* – 2020. – Vol. 23, № 1954. DOI: 10.1590/1809-4422asoc20200120vu202013id
78. Urban Nature as a Source of Resilience during Social Distancing amidst the Coronavirus Pandemic / K. Samuelsson, S. Barthel, J. Colding, G. Macassa, M. Giusti // *OSFPreprints.* – 2020. DOI: 10.31219/osf.io/3wx5a
79. Stufano Melone M.R., Borgo S. Rethinking rules and social practices. The design of urban spaces in the post-COVID-19 lockdown // *TeMA – Journal of Land Use, Mobility and Environment.* – 2020. – Special Issue. Covid-19 vs City-20. – P. 333–341. DOI: 10.6092/1970-9870/6923
80. Maury-Mora M., Gomez-Villarino M.T., Varela-Martínez C. Urban green spaces and stress during COVID-19 lockdown: a case study for the city of Madrid // *Urban For. Urban Green.* – 2022. – Vol. 69. – P. 127492. DOI: 10.1016/j.ufug.2022.127492
81. Association between indoor-outdoor green features and psychological health during the COVID-19 lockdown in Italy: a cross-sectional nationwide study / G. Spano, M. D'Este, V. Giannico, M. Elia, R. Cassibba, R. Laforzezza, G. Sanesi // *Urban For. Urban Green.* – 2021. – Vol. 62. – P. 127156. DOI: 10.1016/j.ufug.2021.127156
82. Understanding the Impact of the COVID-19 Pandemic on the Perception and Use of Urban Green Spaces in Korea / J. Kim, Y. Ko, W. Kim, G. Kim, J. Lee, O.T.G. Eyman, S. Chowdhury, J. Adiwal [et al.] // *Int. J. Environ. Res. Public Health.* – 2023. – Vol. 20, № 4. – P. 3018. DOI: 10.3390/ijerph20043018
83. Leone A., Balena P., Pelorosso R. Take advantage of the black swan to improve the urban environment // *TeMA – Journal of Land Use Mobility and Environment.* – 2020. – Special Issue. Covid-19 vs City-20. – P. 247–259. DOI: 10.6092/1970-9870/6851
84. Why Italy first? Health, geographical and planning aspects of the COVID-19 outbreak / B. Murgante, G. Borruso, G. Balletto, P. Castiglia, M. Dettori // *Sustainability.* – 2020. – Vol. 12, № 12. – P. 5064. DOI: 10.3390/su12125064
85. Bereitschaft B., Scheller D. How might the COVID-19 pandemic affect 21st century urban design, planning, and development? // *Urban Sci.* – 2020. – Vol. 4, № 4. – P. 56. DOI: 10.3390/urbansci4040056
86. Heart healthy cities: genetics loads the gun but the environment pulls the trigger / T. Munzel, M. Sorensen, J. Lelieveld, O. Hahad, S. Al-Kindi, M. Nieuwenhuijsen, B. Giles-Corti, A. Daiber, S. Rajagopalan // *Eur. Heart J.* – 2021. – Vol. 42, № 25. – P. 2422–2438. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab235
87. Antunes M.E. Urban transformation post-pandemic: not business as usual [Электронный ресурс] // *Forbes.* – 2021. – URL: <https://www.forbes.com/sites/deloitte/2021/08/30/urban-transformation-post-pandemic-not-business-as-usual/?sh=298d9bfc34f1> (дата обращения: 16.03.2024).
88. Nieuwenhuijsen M.J., Hahad O., Münzel T. The COVID 19 pandemic as a starting point to accelerate improvements in health in our cities through better urban and transport planning // *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* – 2022. – Vol. 29, № 12. – P. 16783–16785. DOI: 10.1007/s11356-021-18364-8
89. Оценка риска загрязнения окружающей среды для здоровья населения как инструмент муниципальной экологической политики в Московской области / С.Л. Авалиани, Б.А. Ревич, Б.М. Балтер, С.Р. Гильденскиольд, А.Л. Мишина, Е.Г. Кликушина. – М.: Библиотека газеты «Ежедневные новости. Подмосковье», 2010. – 309 с.
90. Выбор градостроительных решений по снижению загрязнения атмосферного воздуха в жилых районах выбросами автомобильного транспорта / М.А. Пинигин, В.Ф. Сидоренко, А.В. Антюфеев, В.В. Балакин // *Гигиена и санитария.* – 2021. – Т. 100, № 2. – С. 92–98. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-2-92-98
91. Май И.В., Кошуриков Д.Н. Учет шумового фактора при размещении жилой застройки как условие обеспечения благоприятной городской среды // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика.* – 2021. – № 3 (43). – С. 27–38. DOI: 10.15593/2409-5125/2021.03.03
92. Гордеев С.С. Визуализация трансформаций городского социального пространства // *Научный ежегодник Центра анализа и прогнозирования.* – Челябинск, 2023. – № 1 (7). – С. 31–60.
93. Гордеев С.С. Визуализация оценок «социальное пространство – городская воздушная среда» на примере Челябинской агломерации // *Научный ежегодник Центра анализа и прогнозирования.* – Челябинск, 2022. – № 1 (6). – С. 64–88.

94. Оценка выбросов загрязняющих веществ транспортными потоками на отдельных территориях Москвы / Ю.В. Трофименко, В.И. Комков, Б.А. Кутыпин, Д.А. Деянов // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2020. – № 2 (61). – С. 84–91.

95. Ревич Б.А. Планирование городских территорий и здоровье населения: Аналитический обзор // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 1. – С. 157–169. DOI: 10.21668/health.risk/2022.1.17

Ревич Б.А. Роль факторов риска городского пространства в пандемии COVID-19 (аналитический обзор) // Анализ риска здоровью. – 2024. – № 2. – С. 170–184. DOI: 10.21668/health.risk/2024.2.16

UDC 613.6; 613.1; 616.9; 314.1
DOI: 10.21668/health.risk/2024.2.16.eng



Review

COVID-19 PANDEMIC: THE ROLE OF RISK FACTORS RELATED TO URBAN SPACE (ANALYTICAL REVIEW)

B.A. Revich

Institute of Economic Forecasting of Russian Academy of Sciences, 47 Nakhimovskii Ave., Moscow, 117418, Russian Federation

Comfortable urban environment plays a key role in protecting health of people residing in large urban settlements. At the same time, urban space has some peculiarities including high population and building density, imperfect traffic infrastructure, irrational planning decisions, elevated levels of ambient air pollution, heat islands and lack of urban green spaces. All these features of any urban space are significant health risk factors able to facilitate spread of respiratory diseases. This was the most evident during the COVID-19 pandemic. The analytical review examines the results of studies focusing on impacts exerted by these unfavorable urban conditions on COVID-19 infection, incidence, hospitalization and mortality in cities across the globe.

Influence of elevated population density on COVID-19 infection is shown to be ambiguous as compared to other risk factors. More reliable data are available on the impact of air pollutants, especially PM, on incidence and mortality rates from the infectious disease in question. Also, the COVID-19 virus and abnormally high temperatures were shown to produce combined effects on mental health during the pandemic.

To reduce levels of infection in urban population, a suggestion is to further develop urban infrastructure providing people with retail and other necessary facilities within a walking distance (15 minutes). An important conclusion has been made by experts on elevated risks of infection in dense foot traffic as compared to public buildings. Therefore, it is important to improve communications about the necessity of social distancing. Urban development that aims to reduce infection with respiratory diseases should involve better street aeration. The results of these studies in various cities across the globe gave grounds for making management decisions on providing better mobility in suburban areas in a more comfortable natural environment, developing green areas in cities, and reducing negative effects of the warming climate on heat islands and elevated levels of ambient air pollution. Large open green spaces are the most effective in this respect.

Keywords: COVID-19, population health, health risks, public health, green spaces, city planning, territorial planning, urban planning, megacities.

References

1. Kakderi C., Komninos N., Panori A., Oikonomaki E. Next city: learning from cities during COVID-19 to tackle climate change. *Sustainability*, 2021, vol. 13, pp. 3158. DOI: 10.3390/su13063158
2. Ali S.H., Keil R., Major C., Van Wagner E. Pandemics, place, and planning: Learning from SARS. *Plan Canada*, 2006, vol. 46, no. 3, pp. 34–36.
3. Ige-Elegbede J., Pilkington P., Orme J., Williams B., Prestwood E., Black D., Carmichael L. Designing healthier neighbourhoods: A systematic review of the impact of the neighbourhood design on health and wellbeing. *Cities Health*, 2020, vol. 6, no. 5, pp. 1004–1019. DOI: 10.1080/23748834.2020.1799173

© Revich B.A., 2024

Boris A. Revich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Researcher, Head of Laboratory for Environment Quality Prediction and Population Health (e-mail: brevich@yandex.ru; tel.: +7 (499) 129-18-00; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7528-6643>).

4. Giles-Corti B., Vernez-Moudon A., Reis R., Turrell G., Dannenberg A.L., Badland H., Foster S., Lowe M. [et al.]. City planning and population health: A global challenge. *Lancet*, 2016, vol. 388, no. 10062, pp. 2912–2924. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)30066-6
5. Revich B.A., Shaposhnikov D.A. The COVID-19 Pandemic: New Knowledge on the Impact of Air Quality on the Spread of Coronavirus Infection in Cities. *Studies on Russian Economic Development*, 2021, vol. 32, no. 4, pp. 357–363. DOI: 10.1134/S1075700721040134
6. Islam N., Jdanov D., Shkolnikov V.M., Khunti K., Kawachi I., White M., Lewington S., Lacey B. Effects of COVID-19 pandemic in life expectancy and premature mortality in 2020: time serial analysis in 37 countries. *BMJ*, 2021, vol. 375, pp. e066768. DOI: 10.1136/bmj-2021-066768
7. Zaitseva N.V., Kleyn S.V., Glukhikh M.V. Spatial-dynamic heterogeneity of the COVID-19 epidemic process in the Russian Federation regions (2020–2023). *Health Risk Analysis*, 2023, no. 2, pp. 4–16. DOI: 10.21668/health.risk/2023.2.01.eng
8. Peng Z., Wang R., Liu L., Wu H. Exploring urban spatial features of COVID-19 transmission in Wuhan based on social media data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2020, vol. 9, no. 6, pp. 402. DOI: 10.3390/ijgi9060402
9. You H., Wu X., Guo X. Distribution of COVID-19 morbidity rate in association with social and economic factors in Wuhan, China: Implications for urban development. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2020, vol. 17, no. 10, pp. 3417. DOI: 10.3390/ijerph17103417
10. Ren J., Yang J., Wu F., Sun W., Xiao X., Xia J.C. Regional thermal environment changes: Integration of satellite data and land use/land cover. *iScience*, 2022, vol. 26, no. 2, pp. 105820. DOI: 10.1016/j.isci.2022.105820
11. Lin C., Lau A.K.H., Fung J.C.H., Guo C., Chan J.W.M., Yeung D.W., Zhang Y., Bo Y. [et al.]. A mechanism-based parameterisation scheme to investigate the association between transmission rate of COVID-19 and meteorological factors on plains in China. *Sci. Total Environ.*, 2020, vol. 737, pp. 140348. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.140348
12. Choi K.H., Denice P., Haan M., Zajacova A. Studying the social determinants of COVID-19 in a data vacuum. *Can. Rev. Sociol.*, 2021, vol. 58, no. 2, pp. 146–164. DOI: 10.1111/cars.12336
13. Copiello S., Grillenzoni C. The spread of 2019-nCoV in China was primarily driven by population density. Comment on “Association between short-term exposure to air pollution and COVID-19 infection: Evidence from China” by Zhu et al. *Sci. Total Environ.*, 2020, vol. 744, pp. 141028. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.141028
14. Carteni A., Di Francesco L., Martino M. How mobility habits influenced the spread of the COVID-19 pandemic: Results from the Italian case study. *Sci. Total Environ.*, 2020, vol. 741, pp. 140489. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.140489
15. Zhang C.H., Schwartz G.G. Spatial disparities in coronavirus incidence and mortality in the United States: An ecological analysis as of May 2020. *J. Rural Health*, 2020, vol. 36, no. 3, pp. 433–445. DOI: 10.1111/jrh.12476
16. Connolly C., Keil R., Ali S.H. Extended urbanisation and the spatialities of infectious disease: demographic change, infrastructure and governance. *Urban Stud.*, 2020, vol. 58, no. 3, pp. 004209802091087. DOI: 10.1177/0042098020910873
17. Boterman W.R. Urban-rural polarisation in times of the corona outbreak? The early demographic and geographic patterns of the SARS-CoV-2 epidemic in the Netherlands. *Tijdschr. Econ. Soc. Geogr.*, vol. 111, no. 3, pp. 513–529. DOI: 10.1111/tesg.12437
18. McFarlane C. Critical Commentary: Repopulating density: COVID-19 and the politics of urban value. *Urban Stud.*, 2023, vol. 60, no. 9, pp. 1548–1569. DOI: 10.1177/00420980211014810
19. Hamidi S., Sabouri S., Ewing R. Does Density Aggravate the COVID-19 Pandemic?: Early Findings and Lessons for Planners. *J. Am. Plan. Assoc.*, 2020, vol. 86, no. 4, pp. 495–509. DOI: 10.1080/01944363.2020.1777891
20. Hamidi S., Hamidi I. Subway Ridership, Crowding, or Population Density: Determinants of COVID-19 Infection Rates in New York City. *Am. J. Prev. Med.*, 2021, vol. 60, no. 5, pp. 614–620. DOI: 10.1016/j.amepre.2020.11.016
21. Bryan M., Sun J., Jagai J., Horton D.E., Montgomery A., Sargis R., Argos M. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) mortality and neighborhood characteristics in Chicago. *Ann. Epidemiol.*, 2021, vol. 56, pp. 47–54.e5. DOI: 10.1016/j.annepidem.2020.10.011
22. Hong A., Chakrabarti S. Compact living or policy inaction? Effects of urban density and lockdown on the Covid-19 outbreak in the US. *Urban Stud.*, 2023, vol. 60, no. 9, pp. 1588–1609. DOI: 10.1177/0042098021127401
23. Kawlra G., Sakamoto K. Spatialising urban health vulnerability: An analysis of NYC’s critical infrastructure during COVID-19. *Urban Stud.*, 2023, vol. 60, no. 9, pp. 1629–1649. DOI: 10.1177/00420980211044304
24. Moreno C., Allam Z., Chabaud D., Gall C., Pratlong F. Introducing the “15-Minute City”: Sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities. *Smart Cities*, 2021, vol. 4, no. 1, pp. 93–111. DOI: 10.3390/smartcities4010006
25. Guida C., Carpentieri G. Quality of life in the urban environment and primary health services for the elderly during the Covid-19 pandemic: An application to the city of Milan (Italy). *Cities*, 2021, vol. 110, pp. 103038. DOI: 10.1016/j.cities.2020.103038
26. Litman T. Pandemic-Resilient Community Planning: Practical Ways to Help Communities Prepare for, Respond to, and Recover from Pandemics and Other Economic, Social and Environmental Shocks, 2020, 27 p.
27. Ribeiro H.V., Sunahara A.S., Sutton J., Perc M., Hanley Q.S. City size and the spreading of COVID-19 in Brazil. *PLoS One*, 2020, vol. 15, no. 9, pp. e0239699. DOI: 10.1371/journal.pone.0239699
28. Psyllidis A., Duarte F., Teeuwen R., Salazar Miranda A., Benson T., Bozzon A. Cities and infectious diseases: Assessing the exposure of pedestrians to virus transmission along city streets. *Urban Stud.*, 2023, vol. 60, no. 9, pp. 1610–1628. DOI: 10.1177/00420980211042824
29. Pilyasov A.N., Zamyatina N.Yu., Kotov E.A. The Spread of the Covid-19 Pandemic in Russian Regions in 2020: Models and Reality. *Ekonomika regiona*, 2021, vol. 17, no. 4, pp. 1079–1095. DOI: 10.17059/ekon.reg.2021-4-3 (in Russian).
30. Alov I.N., Pilyasov A.N. The spread of the COVID-19 infection in Russia’s Baltic macroregion: internal differences. *Baltiiskii region*, 2023, vol. 15, no. 1, pp. 96–119. DOI: 10.5922/2079-8555-2023-1-6 (in Russian).
31. Pilyasov A.N., Alov I.N., Nikitin B.V. COVID-19 pandemic in the regions of Greater Siberia: diagnostics of the process, interaction with types of regional space, characteristics of special cases. *Region: ekonomika i sotsiologiya*, 2023, no. 1 (117), pp. 3–43. DOI: 10.15372/REG20230101 (in Russian).

32. Bowe B., Xie Y., Gibson A.K., Cai M., van Donkelaar A., Martin R.V., Burnett R., Al-Aly Z. Ambient fine particulate matter air pollution and the risk of hospitalization among COVID-19 positive individuals: Cohort study. *Environ. Int.*, 2021, vol. 154, pp. 106564. DOI: 10.1016/j.envint.2021.106564
33. Rigolon A., Nermeth J., Anderson-Gregson B., Miller A.R., deSouza P., Montague B., Hussain C., Erlandson K.M., Rowan S.E. The neighborhood built environment and COVID-19 hospitalizations. *PLoS One*, 2023, vol. 18, no. 6, pp. e0286119. DOI: 10.1371/journal.pone.0286119
34. Mendy A., Wu X., Keller J.L., Fassler C.S., Apewokin S., Mersha T.B., Xie C., Pinney S.M. Long-term exposure to fine particulate matter and hospitalization in COVID-19 patients. *Respir. Med.*, 2020, vol. 178, pp. 106313. DOI: 10.1016/j.rmed.2021.106313
35. Glencross D.A., Ho T.-R., Camiña N., Hawrylowicz C.M., Pfeiffer P.E. Air pollution and its effects on the immune system. *Free Radic. Biol. Med.*, 2020, vol. 151, pp. 56–68. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2020.01.179
36. Zhao C., Fang X., Feng Y., Fang X., He J., Pan H. Emerging role of air pollution and meteorological parameters in COVID-19. *J. Evid. Based Med.*, 2021, vol. 14, no. 2, pp. 123–138. DOI: 10.1111/jebm.12430
37. Zhu C., Maharajan K., Liu K., Zhang Y. Role of atmospheric particulate matter exposure in COVID-19 and other health risks in human: A review. *Environ. Res.*, 2021, vol. 198, pp. 111281. DOI: 10.1016/j.envres.2021.111281
38. Zaitseva N.V., May I.V., Reis J., Spenser P., Kiryanov D.A., Kamaltdinov M.R. On estimating the additional incidence of covid-19 among populations exposed to polluted ambient air: methodical approaches and some practical results. *Health Risk Analysis*, 2021, no. 3, pp. 14–28. DOI: 10.21668/health.risk/2021.3.02.eng
39. Ginzburg A.S., Semenov V.A., Aleshina M.A., Semutnikova E.G., Zakharova P.V., Lezina E.A. Impact of COVID-19 lockdown on air quality in Moscow. *Doklady Earth Sciences*, 2020, vol. 495, no. 1, pp. 862–866. DOI: 10.1134/S1028334X20110069
40. Popovicheva O.B., Chichayeva M.A., Kasimov N.S. Vliyanie ogranichitel'nykh mer vo vremya pandemii na aerol'noe zagryaznenie atmosfery Moskovskogo megapolisa [Impact of Restrictive Measures during the COVID-19 Pandemic on Aerosol Pollution in Ambient Air in Moscow Megalopolis]. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk*, 2021, vol. 91, no. 4, pp. 351–361. DOI: 10.31857/S0869587321040083 (in Russian).
41. United in science 2020. A multi-organization high-level compilation of the latest climate science information. Geneva, WMO, 2020, 28 p.
42. Konstantinov P.I., Varentsov M.I., Grishchenko M.Yu., Samsonov T.E., Shartova N.V. Thermal stress assessment for an Arctic city in summer. *Arktika: ekologiya i ekonomika*, 2021, vol. 11, no. 2, pp. 219–231. DOI: 10.25283/2223-4594-2021-2-219-231 (in Russian).
43. Konstantinov P.I. Pochemu v gorode teplee [Why it is warmer in the city]. *N+1*, 2021. Available at: <https://nplus1.ru/blog/2021/01/22/heat-island> (March 17, 2024) (in Russian).
44. Smirnova M.D., Ageev F.T., Svirida O.N., Ratova L.G., Konovalova G.G., Tikhadze A.K., Lankin V.Z. Health effects of hot summer weather in patients with intermediate and high cardiovascular risk. *Kardiologicheskaya terapiya i profilaktika*, 2013, vol. 12, no. 4, pp. 56–61. DOI: 10.15829/1728-8800-2013-4-56-61 (in Russian).
45. Vasileva A.V., Neznanov N.G., Soloviev A.G. Mental ecology in the structure of the COVID-19 pandemic (review). *Ekologiya cheloveka*, 2022, vol. 29, no. 7, pp. 461–469. DOI: 10.17816/humeco81183 (in Russian).
46. Shmatova Yu.E. Mental health of population in the COVID-19 pandemic: trends, consequences, factors, and risk groups. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2021, vol. 14, no. 2, pp. 201–224. DOI: 10.15838/esc.2021.2.74.13
47. Rевич B.A. Menyayushchiysya klimat i zdorov'e naseleniya: problemy adaptatsii [Changing climate and population health: adaptation issues]: scientific report. In: *Academician of the Russian Academy of Sciences B.N. Porfiriev ed. Moscow, Dinamik Print Publ.*, 2023, 168 p. DOI: 10.47711/srl-2023 (in Russian).
48. Wang W., He B.-J. Co-occurrence of urban heat and the COVID-19: Impacts, drivers, methods, and implications for the post-pandemic era. *Sustain. Cities Soc.*, 2023, vol. 90, pp. 104387. DOI: 10.1016/j.scs.2022.104387
49. Nakajima K., Takane Y., Kikegawa Y., Furuta Y., Takamatsu H. Human behaviour change and its impact on urban climate: Restrictions with the G20 Osaka Summit and COVID-19 outbreak. *Urban Climate*, 2021, vol. 35, no. 8, pp. 100728. DOI: 10.1016/j.uclim.2020.100728
50. Taoufik M., Laghlimi M., Fekri A. Comparison of land surface temperature before, during and after the Covid-19 lockdown using landsat imagery: A Case study of Casablanca City, Morocco. *Geomatics and Environmental Engineering*, 2021, vol. 15, no. 2, pp. 105–120. DOI: 10.7494/geom.2021.15.2.105
51. Chubarova N.E., Zhdanova E.Yu., Khattatov V.U., Vargin P.N. Aktual'nye problemy izucheniya ul'trafiol'tovoi radiatsii i ozonovogo sloya [Actual problems of studying the ultraviolet radiation and the ozone layer]. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk*, 2016, vol. 86, no. 9, pp. 839–846. DOI: 10.7868/S0869587316050030 (in Russian).
52. Nahaev M.I., Anan'ev L.B., Ivanova N.S., Zvyagintsev A.M., Kuznetsova I.N., Shalygina I.Yu. Ul'trafiol'tovaya obluchennost', UF-indeks i ikh prognozirovanie [Ultraviolet irradiation, UV index and its prediction]. *Trudy Gidrometeorologicheskogo nauchno-issledovatel'skogo tsentra Rossiiskoi Federatsii*, 2014, no. 351, pp. 173–187 (in Russian).
53. Vargin P.N., Fomin B.A., Semenov V.A. Influence of ozone mini-holes over Russian territories in May 2021 and March 2022 revealed in satellite observations and simulation. *Optika atmosfery i okeana*, 2023, vol. 36, no. 4 (411), pp. 320–330. DOI: 10.15372/AOO20230409 (in Russian).
54. Ugolini F., Massetti L., Calaza-Martínez P., Carinanos P., Dobbs C., Ostoic S.K., Marin A.M., Pearlmutter D. [et al.]. Effects of the COVID-19 pandemic on the use and perceptions of urban green space: an international exploratory study. *Urban For. Urban Green.*, 2020, vol. 56, pp. 126888. DOI: 10.1016/j.ufug.2020.126888
55. Ugolini F., Massetti L., Pearlmutter D., Sanesi G. Usage of urban green space and related feelings of deprivation during the COVID-19 lockdown: Lessons learned from an Italian case study. *Land Use Policy*, 2021, vol. 105, pp. 105437. DOI: 10.1016/j.landusepol.2021.105437
56. Douglas M., Katikireddi S.V., Taulbut M., McKee M., McCartney G. Mitigating the wider health effects of COVID-19 pandemic response. *BMJ*, 2020, vol. 369, pp. m1557. DOI: 10.1136/bmj.m1557

57. Shoari N., Ezzati M., Baumgartner J., Malacarne D., Fecht D. Accessibility and allocation of public parks and gardens in England and Wales: A COVID-19 social distancing perspective. *PLoS One*, 2020, vol. 15, no. 10, pp. e0241102. DOI: 10.1371/journal.pone.0241102
58. Xie J., Luo S., Furuya K., Sun D. Urban parks as green buffers during the COVID-19 pandemic. *Sustainability*, 2020, vol. 12, no. 17, pp. 6751. DOI: 10.3390/su12176751
59. Liu L. Emerging study on the transmission of the Novel Coronavirus (COVID-19) from urban perspective: Evidence from China. *Cities*, 2020, vol. 103, pp. 102759. DOI: 10.1016/j.cities.2020.102759
60. You Y., Pan S. Urban vegetation slows down the spread of coronavirus disease (COVID-19) in the United States. *Geophys. Res. Lett.*, 2020, vol. 47, no. 18, pp. e2020GL089286. DOI: 10.1029/2020GL089286
61. Wang J., Wu X., Wang R., He D., Li D., Yang L., Yang Y., Lu Y. Review of associations between built environment characteristics and severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 infection risk. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2021, vol. 18, no. 14, pp. 7561. DOI: 10.3390/ijerph18147561
62. Labib S.M., Browning M.H.E.M., Rigolon A., Helbich M., James P. Nature's contributions in coping with a pandemic in the 21st century: A narrative review of evidence during COVID-19. *Sci. Total Environ.*, 2022, vol. 833, pp. 155095. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.155095
63. Kraemer M.U.G., Yang C.-H., Gutierrez B., Wu C.-H., Klein B., Pigott D.M., open COVID-19 data working group, du Plessis L. [et al.]. The effect of human mobility and control measures on the COVID-19 epidemic in China. *Science*, 2020, vol. 368, no. 6490, pp. 493–497. DOI: 10.1126/science.abb4218
64. Klompaker J.O., Hart J.E., Holland I., Sabath M.B., Wu X., Laden F., Dominici F., James P. County-level exposures to greenness and associations with COVID-19 incidence and mortality in the United States. *Environ. Res.*, 2021, vol. 199, pp. 111331. DOI: 10.1016/j.envres.2021.111331
65. Burnett H., Olsen J.R., Nicholls N., Mitchell R. Change in time spent visiting and experiences of green space following restrictions on movement during the COVID-19 pandemic: A nationally representative cross-sectional study of UK adults. *BMJ Open*, 2021, vol. 11, no. 3, pp. e044067. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-044067
66. Astell-Burt T., Feng X. Time for 'green' during COVID-19? Inequities in green and blue space access, visitation and felt benefits. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2021, vol. 18, no. 5, pp. 2757. DOI: 10.3390/ijerph18052757
67. WHO. Urban green spaces: a brief for action. Copenhagen, World Health Organization, Regional Office for Europe, 2017.
68. Varentsov M., Vasenev V., Dvornikov Y., Samsonov T., Klimanova O. Does size matter? Modelling the cooling effect of green infrastructures in a megacity during a heat wave. *Sci. Total Environ.*, 2023, vol. 902, pp. 165966. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.165966
69. Credit K. Neighbourhood inequity: Exploring the factors underlying racial and ethnic disparities in COVID-19 testing and infection rates using ZIP code data in Chicago and New York. *Reg. Sci. Policy Pract.*, 2020, vol. 12, no. 6, pp. 1249–1272.
70. Tribby C.P., Hartmann C. COVID-19 cases and the built environment: Initial evidence from New York City. *Prof. Geogr.*, 2021, vol. 73, no. 3, pp. 365–376. DOI: 10.1080/00330124.2021.1895851
71. Sallis R., Young D.R., Tartof S.Y., Sallis J.F., Sall J., Li Q., Smith G.N., Cohen D.A. Physical inactivity is associated with a higher risk for severe COVID-19 outcomes: a study in 48 440 adult patients. *Br. J. Sports Med.*, 2021, vol. 55, no. 19, pp. 1099–1105. DOI: 10.1136/bjsports-2021-104080
72. Petrov A.M., Tsyypin A.P., Nuikina Yu.N. Statistical study of the spread of the COVID-19 virus in Russia and its impact on the country's economy. *Ekonomicheskie nauki*, 2022, no. 217, pp. 190–196. DOI: 10.14451/1.217.287 (in Russian).
73. Shechur A., Sokolova V., Timonin S. Midlife mortality in Russia at the beginning of the 21st century: is there any reason for optimism? *Demographic Review*, vol. 10, no. 4, pp. 4–51. DOI: 10.17323/demreview.v10i4.18807 (in Russian).
74. Rusanova N.E. Socio-economic facts surrounding the pandemic of COVID-19. *Analiz i modelirovanie ekonomicheskikh i sotsial'nykh protsessov: Matematika. Komp'yuter. Obrazovanie*, 2021, no. 28, pp. 66–76. DOI: 10.20537/mce2021econ06 (in Russian).
75. Rice W., Mateer T., Reigner N., Newman P., Lawhon B., Taff D. Changes in recreational behaviors of outdoor enthusiasts during the COVID-19 pandemic: analysis across urban and rural communities. *J. Urban Ecol.*, 2020, vol. 6, no. 1, pp. 1–7. DOI: 10.1093/jue/juaa020
76. Ahsan M. Strategic decisions on urban built environment to pandemics in Turkey: lessons from COVID-19. *J. Urban Manag.*, 2020, vol. 9, no. 3, pp. 281–285. DOI: 10.1016/j.jum.2020.07.001
77. Gouveia N., Kanai C. Pandemics, cities and public health. *Ambiente Sociedade*, 2020, vol. 23, no. 1954. DOI: 10.1590/1809-4422asoc20200120vu202013id
78. Samuelsson K., Barthel S., Colding J., Macassa G., Giusti M. Urban Nature as a Source of Resilience during Social Distancing amidst the Coronavirus Pandemic. *OSFPreprints*, 2020. DOI: 10.31219/osf.io/3wx5a
79. Stufano Melone M.R., Borgo S. Rethinking rules and social practices. The design of urban spaces in the post-COVID-19 lockdown. *TeMA – Journal of Land Use Mobility and Environment*, 2020, Special Issue. Covid-19 vs City-20, pp. 333–341. DOI: 10.6092/1970-9870/6923
80. Maury-Mora M., Gomez-Villarino M.T., Varela-Martinez C. Urban green spaces and stress during COVID-19 lockdown: a case study for the city of Madrid. *Urban For. Urban Green.*, 2022, vol. 69, pp. 127492. DOI: 10.1016/j.ufug.2022.127492
81. Spano G., D'Este M., Giannico V., Elia M., Cassibba R., Laforteza R., Sanesi G. Association between indoor-outdoor green features and psychological health during the COVID-19 lockdown in Italy: a cross-sectional nationwide study. *Urban For. Urban Green.*, 2021, vol. 62, pp. 127156. DOI: 10.1016/j.ufug.2021.127156
82. Kim J., Ko Y., Kim W., Kim G., Lee J., Eyman O.T.G., Chowdhury S., Adiwaj J. [et al.]. Understanding the Impact of the COVID-19 Pandemic on the Perception and Use of Urban Green Spaces in Korea. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2023, vol. 20, no. 4, pp. 3018. DOI: 10.3390/ijerph20043018

83. Leone A., Balena P., Pelorosso R. Take advantage of the black swan to improve the urban environment. *TeMA – Journal of Land Use Mobility and Environment*, 2020, Special Issue. Covid-19 vs City-20, pp. 247–259. DOI: 10.6092/1970-9870/6851
84. Murgante B., Borruso G., Balletto G., Castiglia P., Dettori M. Why Italy first? Health, geographical and planning aspects of the COVID-19 outbreak. *Sustainability*, 2020, vol. 12, no. 12, pp. 5064. DOI: 10.3390/su12125064
85. Bereitschaft B., Scheller D. How might the COVID-19 pandemic affect 21st century urban design, planning, and development? *Urban Sci.*, 2020, vol. 4, no. 4, pp. 56. DOI: 10.3390/urbansci4040056
86. Munzel T., Sorensen M., Lelieveld J., Hahad O., Al-Kindi S., Nieuwenhuijsen M., Giles-Corti B., Daiber A., Rajagopalan S. Heart healthy cities: genetics loads the gun but the environment pulls the trigger. *Eur. Heart J.*, 2021, vol. 42, no. 25, pp. 2422–2438. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab235
87. Antunes M.E. Urban transformation post-pandemic: not business as usual. *Forbes*, 2021. Available at: <https://www.forbes.com/sites/deloitte/2021/08/30/urban-transformation-post-pandemic-not-business-as-usual/?sh=298d9bfc34f1> (March 16, 2024).
88. Nieuwenhuijsen M.J., Hahad O., Münzel T. The COVID 19 pandemic as a starting point to accelerate improvements in health in our cities through better urban and transport planning. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, 2022, vol. 29, no. 12, pp. 16783–16785. DOI: 10.1007/s11356-021-18364-8
89. Avaliani S.L., Revich B.A., Balter B.M., Gil'denskiol'd S.R., Mishina A.L., Klikushina E.G. Otsenka riska zagryazneniya okruzhayushchei sredy dlya zdorov'ya naseleniya kak instrument munitsipal'noi ekologicheskoi politiki v Moskovskoi oblasti [Assessment of Environmental Pollution Risk for Population Health as an Instrument of Municipal Environmental Policy in the Moscow Region Moscow]. Moscow, Biblioteka gazety «Ezhednevnye novosti. Podmoskov'e» Publ., 2010, 309 p. (in Russian).
90. Pinigin M.A., Sidorenko V.F., Antyufeyev A.V., Balakin V.V. Architectural choices aimed at reducing the air pollution by vehicle emissions in residential areas. *Gigiena i sanitariya*, 2021, vol. 100, no. 2, pp. 92–98. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-2-92-98 (in Russian).
91. May I., Koshurnikov D. Accounting the noise factor when placing residential buildings as a condition for ensuring a favorable urban environment. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika*, 2021, no. 3 (43), pp. 27–38. DOI: 10.15593/2409-5125/2021.03.03 (in Russian).
92. Gordeev S.S. Vizualizatsiya transformatsii gorodskogo sotsial'nogo prostranstva [Visualization of transformations of urban social space]. *Nauchnyi ezhegodnik Tsentra analiza i prognozirovaniya*, Chelyabinsk, 2023, no. 1 (7), pp. 31–60 (in Russian).
93. Gordeev S.S. Vizualizatsiya otsenok «sotsial'noe prostranstvo – gorodskaya vozdukhaya sreda» na primere Chelyabinskoi aglomeratsii [Visualization of assessments “social space – urban air environment” using the example of the Chelyabinsk agglomeration]. *Nauchnyi ezhegodnik Tsentra analiza i prognozirovaniya*, Chelyabinsk, 2022, no. 1 (6), pp. 64–88 (in Russian).
94. Trofimenko Yu.V., Komkov V.I., Kutyryn B.A., Dejanov D.A. Assessment of pollutant emissions traffic flows on individual territories of Moscow. *Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (MADI)*, 2020, no. 2 (61), pp. 84–91 (in Russian).
95. Revich B.A. Urban planning and public health: analytical review. *Health Risk Analysis*, 2022, no. 1, pp. 147–161. DOI: 10.21668/health.risk/2022.1.17.eng

Revich B.A. COVID-19 pandemic: the role of risk factors related to urban space (analytical review). *Health Risk Analysis*, 2024, no. 2, pp. 170–184. DOI: 10.21668/health.risk/2024.2.16.eng

Получена: 10.04.2024

Одобрена: 04.05.2024

Принята к публикации: 20.06.2024