

Е.А. Костина, А.В. Костин

КАК ТЕХНОЛОГИИ УМНОГО ГОРОДА ПОМОГАЮТ СПРАВЛЯТЬСЯ С ПАНДЕМИЕЙ

Пандемия COVID-19 привела к существенным изменениям в мире. Уже проведено большое количество исследований по выявлению факторов, влияющих на распространение болезни и смертность, как в масштабах отдельных регионов, так и в страновом масштабе. Стабильно высокое количество заражений, обнаружение новых штаммов показывают, что актуальность этих исследований не снижается.

Мировой и отечественный опыт демонстрирует расширение применения цифровых технологий для борьбы с пандемией и ее последствиями. К ним можно отнести технологии, способствующие выявлению зараженных, отслеживанию контактов, прогнозированию распространения болезни, диагностике и лечению, информированию, а также помогающие соблюдать социальное дистанцирование и режим самоизоляции и переход в онлайн-формат. Такие технологии более широко распространены в умных городах за счет наличия подходящей инфраструктуры, хотя могут быть применены в любых местах.

Данное исследование посвящено оценке вклада умных технологий и комфортной городской среды в борьбу с коронавирусной инфекцией. В статье выдвигается предположение об отрицательной зависимости умной городской среды и количества умерших, которая проверяется с помощью статистических методов. Полученные результаты показывают, что наличие развитой городской инфраструктуры действительно снижает избыточную смертность, которая включает погибших не только от инфекции непосредственно, но и от ее последствий, а также позволяет снизить напряженность проблем с перегруженностью системы здравоохранения, уменьшить сложности с плановой диспансеризацией и плановыми операциями и т.д. В то же время уровень цифровизации городской среды не оказывает существенного воздействия на смертность.

Ключевые слова: умный город; COVID-19; избыточная смертность; индекс качества городской среды; индекс цифровизации городского хозяйства «IQ городов»

Для цитирования: Костина Е.А., Костин А.В. Как технологии умного города помогают справиться с пандемией // Регион: экономика и социология. – 2021. – № 4 (112). – С. 160–182. DOI: 10.15372/REG20210406.

Появившийся в 2019 г. коронавирус COVID-19 привел к пандемии и существенно изменил жизнь людей по всему миру. Спустя полтора года после начала пандемия не идет на спад, число официально зарегистрированных заболевших превысило 190 млн чел., погибло более 4 млн чел. по данным на 15.07.2021. Закрытие границ, введение локдаунов или режима самоизоляции, снижение спроса, повышение нагрузки на систему здравоохранения привели к негативным социальным и экономическим последствиям во всем мире. Так, в России наблюдаются снижение ВВП за 2020 г. на 3% по сравнению с предыдущим годом, сокращение реальных располагаемых доходов населения на 3% в 2020 г. по отношению к 2019 г., рост зарегистрированной безработицы с 4,7% в январе 2020 г. до 5,7% в феврале 2021 г.¹ Роспотребнадзор оценил ущерб российской экономике от коронавируса в 2020 г. (без учета непроедленного ВВП) в 997,06 млрд руб., что в 1,4 раза больше, чем суммарный урон от остальных инфекционных болезней. Из этой суммы (997,06 млрд руб.) прямые затраты на лечение больных в стационарах составляют 18,4%, затраты на тестирование – 10,8%, на поддержку населения и предприятий – 51,7%, на организацию и оказание медпомощи больным коронавирусом – 19%².

Распространение и последствия пандемии существенно различаются между странами и регионами внутри стран. Природные, климатические, экономические, социальные и другие условия локализованы и дифференцированы, что особенно заметно в странах с об-

¹ Данные Росстата (URL: gks.ru).

² См.: Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году». – URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/5fa/gd-seb_02.06-_s-podpisyu_.pdf.

ширной территорией. Уже выполнено значительное число исследований, направленных на выявление и оценку факторов, которые влияют на распространение инфекции. Исследователи брали как «личностные» факторы, такие как пол, возраст, этническая принадлежность, наличие сопутствующих заболеваний, доходы заболевших и погибших от COVID-19 [1; 5; 7; 10; 15; 16], так и «региональные» факторы: состояние системы здравоохранения в данном регионе, климат, загрязнение воздуха, долю городского населения, плотность населения, наличие крупного центра рядом и даже правящую в регионе партию [2; 4; 6; 10–13; 16] и др. При этом исследователи расходятся в оценке влияния плотности населения на заболеваемость. Так, известный ученый В. Кокс [9] подчеркивает невозможность соблюдения социальной дистанции в городском пространстве. Наличие большого количества мест общего пользования, общественный транспорт и даже многоквартирные подъезды не позволяют избегать личных контактов и существенно увеличивают риск заражения. В то же время другие исследователи [2; 4] не выявили прямой связи между плотностью населения и заражаемостью. Отсутствию такой связи способствуют большие возможности инфраструктуры, большая доступность перехода в онлайн-пространство для снижения контактов, возможности заказа товаров по интернету, более развитая система здравоохранения. Поэтому авторы работ [4; 14] предлагают различать плотность населения и скученность населения. Второе негативно сказывается в плане заражаемости коронавирусом. В местах большой концентрации населения с невозможностью соблюдать личную гигиену и правила социального дистанцирования, например в районах гетто и фавел, избежать вируса, передающегося воздушно-капельным путем, – сложная задача.

Важный вклад в борьбу с пандемией COVID-19 вносят современные цифровые технологии. Внедрение искусственного интеллекта, машинного обучения, обработки больших данных, возможности интернета вещей позволили предсказывать распространение болезни, анализировать пути ее распространения, оперативно и эффективно собирать и анализировать данные по заболеванию, появилась возможность отслеживания и локализации контактов зараженных, информирования населения. Активно развивается телемедицина, современные

технологии применяются для диагностики и лечения заболевания. Цифровые технологии помогают людям легче приспособиться к эпидемиологическим требованиям и выдержать режим самоизоляции или локдаун. Широкий выбор программ, например Zoom, Google Meet, Skype, Microsoft Teams для видеоконференций, Jira, Trello для совместного использования, вместе с облачными технологиями делают возможными удаленную работу и дистанционное образование. Активное развитие получили различные обучающие цифровые платформы и образовательные ресурсы. Для успешного применения таких технологий необходима развитая цифровая инфраструктура, как, например, в умном городе. Существующую там инфраструктуру можно адаптировать к условиям пандемии, что было продемонстрировано в некоторых странах [3].

Помимо развитой цифровой составляющей, наличия большого количества датчиков и камер, скорости обработки информации, системы обратной связи, позволяющих оперативно анализировать ситуацию в городе и справляться с эпидемиологическими нагрузками, умный город предполагает наличие «умной медицины» [8], а значит, гибкой, современной, развитой системы здравоохранения. Другой отличительной особенностью умного города являются забота о здоровье граждан, продуманная рекреационная инфраструктура, наличие мест для занятий спортом, зеленых зон. В умном городе должны жить «умные люди», способные использовать цифровую инфраструктуру и социально ответственные, что в терминах пандемии означает выполнение санитарно-эпидемиологических рекомендаций ВОЗ и Министерства здравоохранения РФ.

С 2018 г. в России появился ведомственный проект «Умный город», а в 2019 г. – стандарт «Умный город», который содержит набор инструментов, направлений и технологических решений для цифровизации городской среды³.

Цель настоящего исследования – оценить влияние умного города с комфортной городской средой на смягчение негативных послед-

³ См.: *Базовые и дополнительные требования к умным городам (стандарт «Умный город»)*. Утв. Минстроем России 04.03.2019. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319635/.

ствий пандемии коронавируса в России. В качестве критериев оценки развития умных городов были взяты два показателя: индекс цифровизации городского хозяйства «IQ городов» и индекс качества городской среды (ИКГС), представленные Минстроем России⁴. Первый индекс используется для оценки уровня цифровизации городского хозяйства, показывает, насколько эффективным является внедрение технологий умного города. Второй индекс показывает качество развития городских пространств.

Первая часть статьи посвящена краткому обзору цифровых технологий, применяемых в России для борьбы с пандемией. Во второй части описывается методика оценки влияния умных городов России на избыточную смертность, связанную в первую очередь с пандемией коронавируса COVID-19, с использованием индекса качества городской среды и IQ городов. При этом ввиду отсутствия доступной статистики на уровне муниципалитетов, чтобы не ограничивать возможности исследования, данные по ИКГС и IQ городов были агрегированы на уровне регионов. Третья часть статьи посвящена результатам расчетов и их анализу.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ БОРЬБЫ С КОРОНАВИРУСОМ В РОССИИ

Прогнозирование эпидемии и путей ее распространения. В России применяется прогнозирование с использованием больших данных и машинного обучения. Например, Сбербанк моделировал заболеваемость коронавирусной инфекцией в России на базе эпидемиологического симулятора с использованием математической модели SEIR⁵. Однако с середины апреля 2021 г. обновление модели прекратилось.

⁴ См.: *Индекс IQ крупных городов.* – URL: https://minstroyrf.gov.ru/docs/57575/?sphrase_id=1029161 ; *Индекс IQ крупнейших городов.* – URL: https://minstroyrf.gov.ru/docs/57574/?sphrase_id=1029161 на 05.10.2020; *Индекс качества городской среды – инструмент для оценки качества материальной городской среды и условий ее формирования.* – URL: [индекс-городов.рф](https://index-gorodov.rf) .

⁵ См.: *Модель заболеваемости для России.* – URL: <https://www.sberindex.ru/ru/dashboards/model-zabolevaemosti-dlya-rossii?partition=8> .

Институт вычислительных технологий СО РАН создал симулирующую модель прогноза количества заболевших⁶.

Мониторинг, отслеживание заболевших и их контактов. В России не уделяется такого внимания отслеживанию контактов с заболевшими, как в некоторых других странах, например в КНР и Южной Корее. Однако определенные подвижки в данном направлении есть, в частности Минкомсвязи России разработало регламент отслеживания контактов с использованием данных, полученных со спутников и от операторов связи⁷. А Министерство цифрового развития РФ создает новое мобильное приложение «Стопкоронавирус. Мои контакты», аналоги которого широко распространены в мире. Оно позволяет отслеживать мобильные устройства поблизости и предупреждать, если в радиусе 10 м есть заболевший человек⁸. При этом установка приложения сугубо добровольная, а как показывает зарубежная практика, для его успешной работы необходимо большое количество пользователей. Соответственно, возможность эффективного применения данного приложения в нашей стране с учетом менталитета населения вызывает сомнения.

Диагностика и лечение. Современное развитие технологий позволяет сокращать время нахождения в медицинском учреждении, в частности возможно получать результаты анализов на электронную почту, записываться на прием к врачу или на вакцинацию через сайт, получать удаленный контроль за лечением. Все чаще в России используются возможности телемедицины – как частными клиниками, так и государственными. Это позволяет сократить прямые контакты, проводить консилиумы, ставить диагнозы, не подвергая лишнему

⁶ См.: Ученые ФИЦ ИБТ спрогнозировали коронавирусную ситуацию. – URL: <http://www.sib-science.info/ru/institutes/virus-04032021>.

⁷ См.: Минкомсвязь создала систему отслеживания контактов больных COVID-19. – URL: <https://www.rspectr.com/novosti/59508/minkomsvyaz-sozdala-sistemu-otslezhivaniya-kontaktov-bolnyh-covid-19>.

⁸ См.: Правительство выпустит мобильное приложение «Стопкоронавирус. Мои контакты». – URL: <https://meduza.io/feature/2020/11/17/pravitelstvo-vypustit-mobilnoe-prilozhenie-stopkoronavirus-moi-kontakty-ono-budet-otslezhivat-kontakty-rossiyan-s-zabolevshimi?fbclid=IwAR1QCTf7vUmmY4CvvvZNG7PG421aM8nAvGJb7Pk5jH57F9Ja6XH77gNZOm0>.

риску медицинских работников. По данным «Ингосстраха», в 2020 г. количество обращений за консультацией по телемедицине увеличилось в 64 раза по сравнению с 2019 г.⁹ Компания «Ланит-Интеграция» внедрила в 39 клиниках России систему для удаленных консультаций с использованием «умных очков»¹⁰. Также сервис «СберЗдоровье» представил приложение по распознаванию снимков компьютерной томографии легких на основе искусственного интеллекта¹¹. Есть и аналогичный пилотный проект от Яндекса¹².

Обеспечение и поддержка режима изоляции и дистанцирования. В Москве для этого использовали камеры, беспилотники, вводился пропускной режим.

Кроме того, карантин показал, что большую часть трудовой деятельности, образовательного процесса, а также развлечений можно осуществлять в онлайн-формате. Относительно успешным оказался переход на дистанционное обучение на период изоляции и на дистанционную работу, где это было возможно. Существенно увеличилось количество онлайн-покупок, широко использовался сервис доставки продуктов.

Для стимулирования вакцинации и уменьшения распространения инфекции в Москве вводилась система QR-кодов для посещения ресторанов, кафе и массовых мероприятий. Получить QR-код могли граждане, переболевшие в течение полугода до этого, имеющие свежий отрицательный ПЦР-тест или полностью привитые признанной в РФ вакциной, через специализированные приложения, сайты или непосредственно в поликлиниках.

⁹ См.: «Ингосстрах»: количество обращений по телемедицине увеличилось в 64 раза. – URL: https://ngs.ru/text/health/2021/02/26/69777407/?utm_source=sharetextbot&utm_medium=ngs.ru&utm_campaign=69777407.

¹⁰ См.: «Ланит-Интеграция» вместе с Intel внедрит в России телемедицинский сервис для борьбы с COVID-19. – URL: https://www.cnews.ru/news/line/2020-10-05_lanitintegratsiya_vmeste.

¹¹ См.: Бесплатный анализ КТ грудной клетки. – URL: https://ai.sberhealth.ru/covid19/?_ga=2.233450910.1681841096.1603561377-873465000.1603561377.

¹² См.: Искусственный интеллект поможет челябинским врачам выявлять COVID-19. – URL: <https://vecherka.su/articles/news/159465/>.

Информирование населения. Было создано большое количество сайтов для предоставления достоверной информации о заболевании и его распространении. С разъяснениями по заболеванию и мерах поддержки выступают представители Минздрава России и правительственных структур. Был даже создан российский портал научных публикаций по коронавирусу COVID-19 PREPRINTS. Ведется борьба с дезинформацией в социальных сетях.

Резюмируя приведенные выше примеры, можно утверждать, что в России, особенно в столице, активно применяются современные технологии, хотя и не столь массово, как в некоторых других странах. Так, в «COVID-19 Innovation Report. 2021» Москва поставлена на третье место в рейтинге городов по инновациям в области борьбы с коронавирусом¹³. При этом стоит отметить, что в городах больше возможностей для использования таких технологий и больше доступа к ним, более подготовлена инфраструктура.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для оценки влияния цифровизации и качества городской среды на избыточную смертность в период пандемии был проведен регрессионный анализ. В качестве объясняемой переменной были взяты данные официальной статистики по избыточной смертности¹⁴ по регионам России за 2020 г.

Существуют разные оценки смертности от COVID-19, причем большинство ученых считают официальные данные по смертности сильно преуменьшенными. Например, Институт измерения показателей и оценки состояния здоровья при Вашингтонском университете (Institute for Health Metrics and Evaluation) оценил, что в России разрыв между официальными данными по смертности от COVID-19 и реаль-

¹³ См.: COVID-19 Innovation Report. 2021. – URL: <https://coronavirus.startupblink.com/COVIDReport2021/>.

¹⁴ Данные Росстата (URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/TwbjciZH/edn12-2020.html>).

ным показателем составляет 5,4 раза¹⁵. Поэтому в нашем исследовании используется показатель избыточной смертности (рассчитывается как смертность на 10 тыс. чел. за 2020 г. по регионам минус среднее значение смертности на 10 тыс. чел. за 2018–2019 гг. по регионам).

Избыточная смертность включает смертность непосредственно от коронавируса, от осложнений, вызванных этой болезнью, а также от повышения нагрузок на систему здравоохранения, уменьшения объемов проведения плановой диспансеризации и т.д. График роста количества умерших в РФ представлен на рис. 1.

При этом избыточная смертность существенно различается по регионам (рис. 2). Наибольший рост избыточной смертности концентрируется в Центральном и Приволжском федеральных округах, особенно в Самарской (32,0 на 10 тыс. чел.), Липецкой (31,8), Пензенской (29,7) и Оренбургской (29,2) областях. Наименьший ее рост отмечается в удаленных регионах: в Республике Бурятии (9,0), Республике Ингушетии (7,6), Республике Тыве (7,2) и Чукотском АО (3,9).

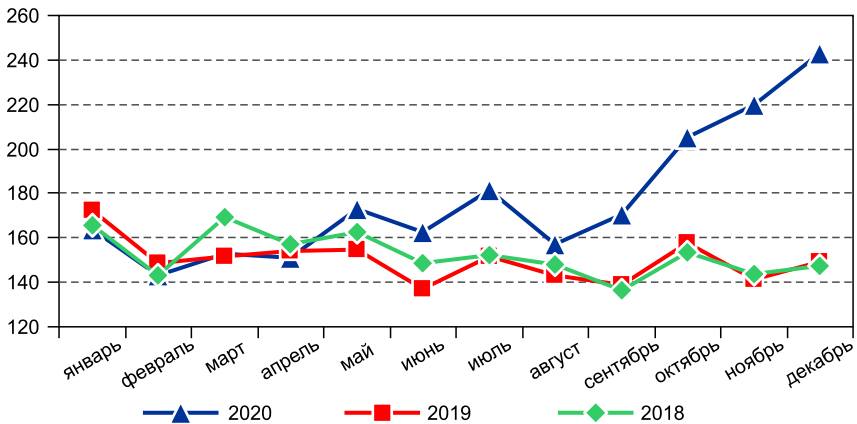


Рис. 1. Смертность в РФ в 2018–2020 гг. ежемесячно, тыс. чел.

Источник: составлено авторами по данным Росстата

¹⁵ См.: IHME Estimation of total mortality due to COVID-19. – URL: <http://www.healthdata.org/node/8660>.

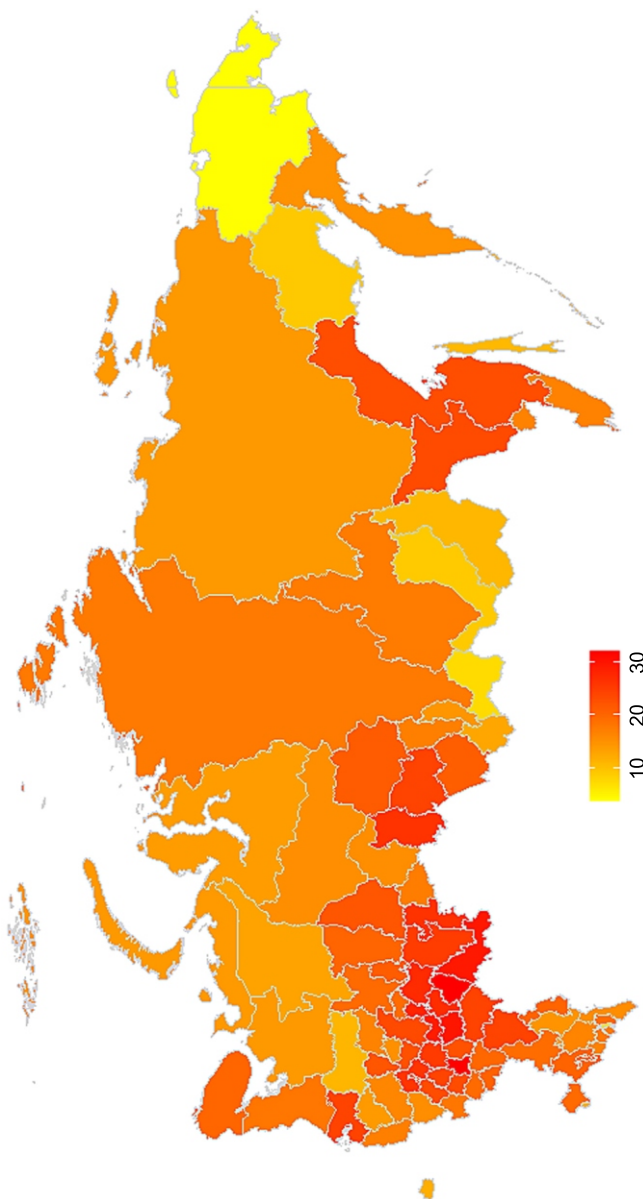


Рис. 2. Избыточная смертность на 10 тыс. чел. за 2020 г. по сравнению с 2019–2018 гг. по регионам России
Источник: рисунок авторов на основе данных Росстата

Для измерения влияния технологий и среды умного города в целом на избыточную смертность основными объясняющими показателями были взяты сводные индексы: IQ городов¹⁶ и индекс качества городской среды¹⁷. Оба этих индекса были разработаны Минстроем совместно с партнерами. Индекс цифровизации городского хозяйства «IQ городов» предназначен для оценки цифровой трансформации городов. Он рассчитывается по 10 основным направлениям: городское управление, умное ЖКХ, инновации для городской среды, умный городской транспорт, интеллектуальные системы общественной безопасности, интеллектуальные системы экологической безопасности, туризм и сервис, интеллектуальные системы социальных услуг, экономическое состояние и инвестиционный климат, инфраструктура сетей связи – и включает 47 параметров.

Однако, как показано в литературе, понятие «умный город» означает большее, чем просто цифровизацию городской среды. Поэтому в исследование был включен и индекс качества городской среды, который ориентирован именно на комфортность и развитость инфраструктуры, общественных досугово-развлекательных, спортивных и рекреационных мест, деловых центров. Он предполагает рассмотрение шести пространств (жилье и прилегающие пространства, общественно-деловая инфраструктура, улично-дорожная сеть, социально-досуговая инфраструктура, озелененные пространства, общегородское пространство) по шести критериям, что складывается в 36 индикаторов.

Стоит отметить, что эти индексы не лишены недостатков. Сведения для расчета индексов предоставляются администрациями населенных пунктов, имеющих статус города, но здесь возможно разное понимание методики измерения отдельных показателей, а потому отсутствует уверенность, что подсчет корректный. Кроме того, некоторые показатели не являются достаточно объективными. Например, показатель «привлекательность озелененных территорий» предполагает использование упоминаемости в соцсетях, однако упоминания

¹⁶ Данные Минстроя по 201 городу РФ (URL: <https://minstroyrf.gov.ru/>).

¹⁷ Данные взяты по 201 городу РФ (URL: [индекс-городов.pdf](#)).

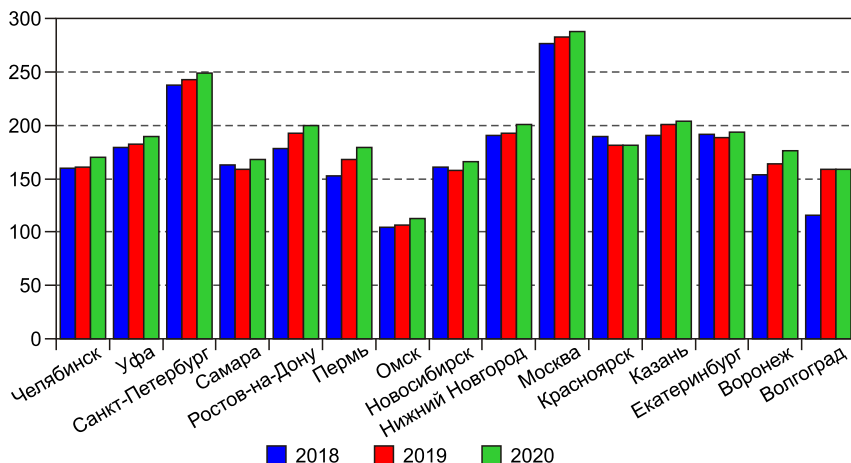


Рис. 3. Индекс качества городской среды для крупнейших городов РФ за 2018–2020 гг.

Источник: составлено авторами по данным URL: [индекс-городов.рф](https://index-cities.ru/)

могут быть и в негативном контексте. На рисунке 3 представлены значения ИКГС за 2018–2020 гг. по городам с населением больше 1 млн чел. Наибольшие значения отмечаются у Москвы и Санкт-Петербурга, в большинстве городов наблюдается рост показателя за рассматриваемый период.

Тем не менее эти индексы имеет смысл добавить в качестве регрессоров, так как это большой объем концентрированной информации о городах. Поскольку избыточная смертность и другие факторы, добавляемые в анализ, представлены на уровне регионов, то предлагается вычислить ИКГС региона j ($ИКГС_j$):

$$ИКГС_j = \frac{\sum_{i=1}^{N_j} ИКГС_{i,j} \cdot P_{i,j} \cdot h(P_j \cdot P_{i,j})}{P_j}$$

Здесь $ИКГС_{i,j}$ – индекс качества городской среды i -го города региона j , $i \in [1, N_j]$, где N_j – число городов в регионе j , для которых были рассчитаны показатели IQ городов и ИКГС; P_j – население региона j ; $P_{i,j}$ – население i -го города региона j ; h – показатель качества среды

небольших населенных пунктов. Показатель h экспертно оценивается в 100 ед. на основании того, что минимальный ИКГС в малых городах (с населением от 5 до 25 тыс. чел.) равен 98 ед. и в большинстве небольших населенных пунктов инфраструктура и среда обитания развиты хуже, чем в городах. При этом расчеты показали, что величина h не оказывает существенного влияния на значимость фактора, имеются только небольшие изменения в значениях коэффициента при $ИКГС_{рег}$.

Количество включенных в регрессию городов составляет 201, сюда входят все 173 города с населением больше 100 тыс. чел. и еще 28 малых городов, для которых также были рассчитаны ИКГС и IQ городов. Это позволяет охватить 69% городского населения. На рисунке 4 представлены доли населения, проживающего в рассматриваемых городах, по отношению к общему городскому населению субъектов Федерации по регионам. Точками отмечены города выборки. Такой охват позволяет сделать вывод о репрезентативности выборки и возможности перехода с городского уровня на региональный.

По аналогии высчитывается и IQ_j :

$$IQ_j = \frac{\sum_i IQ_{i,j} P_{i,j} d (P_j - \sum_i P_{i,j})}{P_j}.$$

Здесь $IQ_{i,j}$ – значение показателя IQ города i , находящегося в регионе j , $i \in [1, N_j]$, где N_j – число городов в регионе j ; d – показатель цифровизации небольших населенных пунктов. Показатель d экспертно оценен в 20. Дальнейшие исследования показали, что на значимость IQ_i величина d почти не влияет.

Были добавлены факторы, характеризующие плотность населения: доля городского населения региона, наличие в регионе городов с населением более 1 млн чел., наличие городов с населением от 500 тыс. до 1 млн чел. Также учитывались другие факторы, дополняющие такие составляющие умного города, как «умная экономика» (ВРП на душу населения, среднедушевые доходы населения региона, уровень безработицы), «умное здравоохранение» (число врачей всех специальностей на 10 тыс. чел. населения, количество койко-мест на 10 тыс. чел., мощность амбулаторно-поликлинических организаций

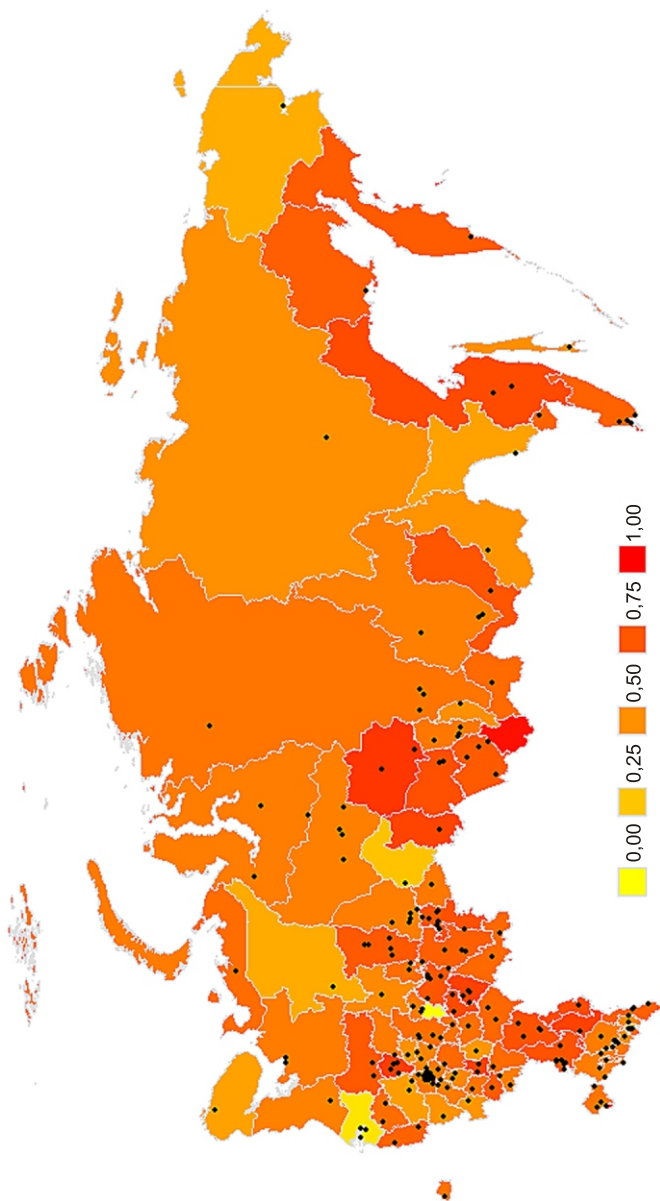


Рис. 4. Доли городского населения, проживающего в рассматриваемых в исследовании городах

Источник: рисунок авторов

на 10 тыс. чел.), «умная транспортная система» (число автобусов общего пользования на 100 тыс. чел. населения), «умная окружающая среда» (общая площадь жилых помещений, приходящаяся на одного жителя, число подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1 тыс. чел., число персональных компьютеров на 100 работников), «умное образование» (численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры, на 10 тыс. чел. населения)¹⁸. По мнению авторов, это позволяет более комплексно охватить развитие городского хозяйства, не только «умную» часть, но и традиционную.

После исключения незначимых факторов (с *p*-value больше 0,1) итоговая регрессия имеет следующий вид:

$$Em_j = a_1 \cdot ИКГС_{рег_j} + a_2 \cdot ml_j + a_3 \cdot m2_j + a_4 \cdot T_j + a_5 \cdot H_j + a_6 \cdot S_j + c + e_j,$$

где Em_j – избыточная смертность в регионе j на 10 тыс. чел.; ml_j – наличие в регионе городов с населением более 1 млн чел.; $m2_j$ – наличие в регионе городов с населением от 500 тыс. до 1 млн чел.; T_j – число врачей всех специальностей на 10 тыс. чел. в регионе; H_j – общая площадь жилых помещений, приходящаяся на одного жителя; S_j – численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры, на 10 тыс. чел. населения; e_j – остатки в регрессии; a_1 – a_6 – значения коэффициентов; c – константа. Количество наблюдений составляет 83, были исключены Москва и Санкт-Петербург, так как они являются аутлаерами. Результаты расчета регрессии, построенной методом наименьших квадратов, представлены в таблице.

Избыточная смертность связана с наличием в регионе крупных городов. Получается, что наличие крупных центров способствует распространению заболевания, снижает возможности самоизоляции и сокращения контактов. Этот результат дополняет уже проведенные исследования о влиянии плотности населения на пандемию.

¹⁸ См. статистические сборники «Регионы России: Социально-экономические показатели», данные за 2019–2020 гг. (URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204/>).

Результаты оценки взаимосвязей

Фактор	Значения	p-value
ИКГС (a_1)	–0,07	0,026
Наличие в регионе городов с населением более 1 млн чел. (a_2)	6,59	0,000
Наличие в регионе городов с населением от 500 тыс. до 1 млн чел. (a_3)	5,85	0,000
Число врачей всех специальностей на 10 тыс. чел. в регионе (a_4)	–0,17	0,006
Общая площадь жилых помещений, приходящаяся на 1 жителя (a_5)	0,55	0,000
Численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры, на 10 тыс. чел. населения (a_6)	0,01	0,054
Константа (c)	17,3	0,006
R^2	0,49	

Численность студентов положительно влияет на смертность, вузы оказываются местом распространения болезни. Студенты приезжают из разных регионов и активно передают вирус во время занятий. Кроме того, зачастую они не соблюдают эпидемиологические требования, например установленное сейчас требование носить маски.

Другим значимым фактором является число врачей на 10 тыс. чел. населения в регионе. Чем больше врачей, тем больше шанс получить достойное и своевременное лечение и предотвратить негативный исход болезни.

Изначально предполагалось, что общая площадь жилых помещений, приходящаяся на одного жителя, в случае высокого значения будет негативно влиять на смертность, так как у людей будет возможность сократить контакты, изолироваться. Однако фактор оказался значим с положительным коэффициентом. Возможно, это связано с тем, что регионы с высоким значением показателя – это регионы с повышенной мобильностью населения.

ИКГС оказался значимым с отрицательной зависимостью: чем он больше в регионе, тем меньше смертность. Это показывает, что наличие комфортных пространств и развитой инфраструктуры, в том числе современной деловой и досуговой, а также рекреационной, способствует менее негативным последствиям пандемии.

IQ городов оказался незначимым. Это связано с небольшим распространением указанных выше технологий и с политикой государства, которое старается избежать локаута, если в нем нет необходимости. Если бы в нашей стране применялся опыт Южной Кореи или КНР с их высокотехнологичными методами отслеживания контактов заболевших и соблюдения режима самоизоляции, пропускного режима, то цифровизация городского хозяйства имела бы значительно более существенный эффект. Не последнюю роль играет и менталитет населения: люди не хотят устанавливать очень популярные в некоторых странах приложения, позволяющие отслеживать зараженных людей в близком радиусе, или не задумываются об их установке.

Такие социально-экономические показатели, как ВРП на душу населения, среднедушевые доходы населения региона, уровень безработицы, оказались незначимыми. В более «богатых» регионах обычно выше плотность населения, сложнее соблюдать социальную дистанцию, там большая активность населения, более высокий уровень контактов и большой миграционный поток, что негативно сказывается во время пандемии. Однако, в противовес, в таких регионах зачастую более качественная медицина и у большей части населения есть возможность перехода на дистанционный формат работы. Незначимость двух других факторов показывает, что финансовое благосостояние не оказывает существенного влияния на избыточную смертность. Отсутствие влияния финансовой обеспеченности на смертность может быть причиной незначимости таких характеристик, как число подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1 тыс. чел. и число персональных компьютеров на 100 работников. Отсутствие корреляции между числом автобусов общего пользования на 100 тыс. чел. населения и избыточной смертностью может объясняться большим распространением иных видов транспорта в конкретном городе.

ВЫВОДЫ

Во время пандемии применение новых современных цифровых технологий существенно расширилось, значительную часть деятельности удалось перенести в онлайн-формат. Существующие городская среда, городская инфраструктура предоставляют большие возможности для этого. Данное исследование было нацелено на оценку вклада потенциала умных городов в уменьшение избыточной смертности в условиях коронавирусной инфекции. Отсутствие корреляции между IQ городов и избыточной смертностью показывает незначимость в настоящий момент фактора цифровизации городского хозяйства в отношении смертности.

Отрицательная зависимость между индексом качества городской среды и избыточной смертностью говорит о важности развития комфортной, современной городской среды, в том числе во время пандемии. Развитая транспортная система позволяет сокращать время ожидания общественного транспорта, дает возможность отслеживать через электронные устройства движение общественного транспорта и предполагает оптимизацию загрузки транспорта. «Умные светофоры» должны оптимизировать транспортные потоки, что опять же способствует сокращению контактов. При развитой деловой инфраструктуре увеличивается возможность организовать социальное дистанцирование, наличие широкополосного интернета делает возможным переход в онлайн-формат. Современное жилье упрощает самоизоляцию, так же как и благоустроенная придомовая территория. Кроме того, ориентация городских пространств на экологичность, большое количество зеленых зон и спортивный образ жизни горожан способствует укреплению здоровья граждан. Пандемия показала, насколько важно иметь качественную городскую среду в месте непосредственного обитания и развивать так называемую концепцию 15-минутного города.

Во время пандемии стала очевидной необходимость развития системы здравоохранения. Вырос уровень цифровизации данной области, в частности существенно увеличилось использование телемедицины и применение различных электронных ресурсов, в том числе повысился уровень поддержки портала госуслуг. Применение искусственного интеллекта и машинного обучения стало возможным как

в прогнозировании распространения болезней, так и в диагностике и поиске лекарств. Статистический анализ подтверждает важность «умного здравоохранения» в снижении смертности.

Итак, в данном исследовании было оценено влияние среды умного города на избыточную смертность от коронавируса. Результаты показали, что развитие городской среды помогает в том числе в борьбе с распространением болезней и является одним из приоритетов властей. В настоящий момент цифровизация не оказывает существенного воздействия на снижение смертности. Кроме того, в исследовании были выявлены другие значимые факторы: наличие крупных городов в регионе, число студентов и число врачей.

Статья подготовлена по плану НИР ИЭОПП СО РАН, проект «Теория и методология исследования устойчивого развития компаний высокотехнологичного и наукоемкого сектора экономики в контексте глобальных вызовов внешней среды, технологических, организационных и институциональных сдвигов» № 121040100260-3

Список источников

1. Земцов С.П., Бабурин В.Л. Коронавирус в регионах России: особенности и последствия распространения // Государственная служба. – 2020. – № 2 (124). – С. 48–55.
2. Зырянов А.И. Географические особенности распространения коронавируса // Социально-экономическая география. Вестник Ассоциации российских географов-обществоведов. – 2020. – № 1 (9). – С. 135–137.
3. Костина Е.А., Костин А.В. Технологии умного города против коронавируса // ЭКО. – 2021. – № 6. – С. 119–138.
4. Пузанов А.С., Боброва К.В. Города на передней линии борьбы с коронавирусом – обзор международной экспертной повестки и оценка ее адекватности российским реалиям. – URL: <http://www.urbaneconomics.ru/research/mind/gorodana-peredney-linii-borby-s-koronavirusom-obzor-mezhdunarodnoy-ekspertnoy> (дата обращения: 20.01.2021).
5. Andrew C., Jit M., Warren-Gash C., Guthrie B., Wang H., Mercer S., Sander-son C., McKee M., Troeger C., Ong K., Checchi F., Perel P., Joseph S., Gibbs H., Banerjee A., Eggo R. Global, regional, and national estimates of the population at increased risk of severe COVID-19 due to underlying health conditions in 2020: a modelling study // Lancet Glob. Health. – 2020. – Vol. 8, Iss. 8. – P. e1003–e1017.
6. Azzolina D., Lorenzoni G., Silvestri L., Prosepe I., Berchialla P., Gregori D. Regional differences in mortality rates during the COVID-19 epidemic in Italy // Disaster Medicine and Public Health Preparedness. – 2020. – December. – P. 1–7.

7. *Baqui P., Bica I., Marra V., Ercole A., van der Schaar M.* Ethnic and regional variations in hospital mortality from COVID-19 in Brazil: a cross-sectional observational study // *Lancet Glob. Health.* – 2020. – Vol. 8, Iss. 8. – P. e1018–e1026.
8. *Batagan L.* Indicators for economic and social development of future smart city // *Journal of Applied Quantitative Methods.* – 2011. – Vol. 6, No. 3. – P. 27–34.
9. *Cox W.* Early observations on the pandemic and population density. *New Geography.* 2020. – URL: <https://www.newgeography.com/content/006600-early-observations-pandemic-and-population-density> (дата обращения: 20.02.2021).
10. *Fazeli Sh., Moatamed B., Sarrafzadeh M.* Statistical Analytics and Regional Representation Learning for COVID-19 Pandemic Understanding. – URL: <https://arxiv.org/pdf/2008.07342.pdf> (дата обращения: 01.02.2021).
11. *Frontera A., Martin C., Vlachos K., Sgubin G.* Regional air pollution persistence links to COVID-19 infection zoning // *Journal of Infection.* – 2020. – No. 81 (2). – P. 318–356.
12. *Gupta A., Banerjee S., Das S.* Significance of geographical factors to the COVID-19 outbreak in India // *Model Earth Syst. Environ.* – 2020. – June. – P. 2645–2653. DOI: 10.1007/s40808-020-00838-2.
13. *Hallas L., Hatibie A., Majumdar S., Pyarali M., Hale Th.* Variation in US States' Responses to COVID-19 2.0. – URL: <https://www.bsg.ox.ac.uk/research/publications/variation-us-states-responses-covid-19> (дата обращения: 01.02.2021).
14. *Wabha S., Mohd Sharif M., Mizutori M., Sorkin L.* Cities are on the front lines of Covid-19. *World Bank Blog*, 12.05.2020. – URL: <https://blogs.worldbank.org/sustainablecities/cities-are-front-lines-covid-19> (дата обращения: 01.02.2021).
15. *Wang L., Wang G., Gao L., Li X., Yu Sh., Kim M., Wang Y., Gu Zh.* Spatiotemporal Dynamics, Nowcasting and Forecasting of COVID-19 in the United States. – URL: <https://arxiv.org/pdf/2004.14103.pdf> (дата обращения: 01.02.2021).
16. *Wilder B., Charpignon M., Killian J.A., Ou H.-Ch., Mate A., Jabbari Sh., Perrault A., Desai A., Tambe M., Majumder M.S.* Modeling between population variation in COVID-19 dynamics in Hubei, Lombardy, and New York City // *PNAS.* – 2020. – No. 117 (41). – P. 25904–25910.

Информация об авторах

Костина Елена Алексеевна (Россия, Новосибирск) – младший научный сотрудник Института экономики и организации промышленного производства СО РАН (630090, Новосибирск, просп. Акад. Лаврентьева, 17). E-mail: ovs.elena@gmail.com.

Костин Андрей Владимирович (Россия, Новосибирск) – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Института экономики и организации промышленного производства СО РАН, (630090, Новосибирск, просп. Акад. Лаврентьева, 17); доцент Новосибирского национального исследовательского государственного университета (630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 1). E-mail: andrey.v.kostin@gmail.com.

DOI: 10.15372/REG20210406

Region: Economics & Sociology, 2021, No. 4 (112), p. 160–182

E.A. Kostina, A.V. Kostin

SMART CITIES TECHNOLOGIES HELPING FIGHT THE PANDEMIC

COVID-19 has led to significant changes around the globe. Many studies have already identified the factors influencing the disease spread and mortality, both at regional and national scales. The consistently large number of people infected and newly discovered strains show that these studies are as relevant as ever.

Judging from global and domestic practices, we see the increasing use of digital technologies to combat the pandemic and its consequences. These can include technologies that facilitate detecting infected people, contact tracing, prediction, diagnosis and treatment, promoting public awareness, as well as helping to comply with social distancing, self-isolation rules, and transitioning to remote operations. Such technologies are better developed in smart cities due to the availability of suitable infrastructure, although they can be applied in any location.

This study assesses what smart technologies and comfortable urban environments contribute to controlling coronavirus infection. The paper proposes a negative correlation between the smart urban environment and the number of deaths, which is tested with statistical methods. According to our findings, a developed urban infrastructure does reduce excess mortality, consisting not only of those who die directly from infection but also from its consequences. Its other benefits include reducing healthcare overload, difficulties with routine check-ups and planned operations, etc. At the same time, the degree of urban environment digitalization has no considerable impact on mortality.

Keywords: smart city; COVID-19; excess mortality; urban quality index; the city IQ urban digitalization index

For citation: Kostina, E.A. & A.V. Kostin. (2021). Kak tekhnologii umnogo goroda pomogayut spravlyatsya s pandemiej [Smart cities technologies helping fight the pandemic]. *Region: ekonomika i sotsiologiya* [Region: Economics and Sociology], 4 (112), 160–182. DOI: 10.15372/REG20210406.

The research was carried out with the plan of research work of IEIE SB RAS, project “Theory and methodology of researching sustainable development of high-tech and knowledge-intensive sectors of the economy in the context of global challenges of the external environment, technological, organizational and institutional shifts” No. 121040100260-3

References

1. Zemtsov, S.P. & V.L. Baburin. (2020). Koronavirus v regionakh Rossii: osobennosti i posledstviya rasprostraneniya [Coronavirus in the regions of Russia: features and consequences of the spread]. Gosudarstvennaya sluzhba [Public Administration], 2 (124), 48–55.
2. Zyryanov, A.I. (2020). Geograficheskie osobennosti rasprostraneniya koronavirusa [Geographical features of coronavirus diffusion]. Sotsialno-ekonomicheskaya geografiya. Vestnik Assotsiatsii rossiyskikh geografov-obshchestvovedov [Social and Economic Geography. Bulletin of the Association of Russian Social Geographers], 1 (9), 135–137.
3. Kostina, E.A. & A.V. Kostin. (2021). Tekhnologii umnogo goroda protiv koronavirusa [Smart city technologies against COVID-19]. EKO [ECO], 6, 119–138.
4. Puzanov, A.S. & K.V. Bobrova. (2020). Goroda na peredney linii borby s koronavirusom – obzor mezhdunarodnoy ekspertnoy povestki i otsenka ee adekvatnosti rossiyskim realiyam [Cities on the forefront against COVID-19 – an overview of the international expert agenda and an assessment of its relevance to Russian reality]. Available at: <http://www.urbaneconomics.ru/research/mind/goroda-na-peredney-linii-borby-s-koronavirusom-obzor-mezhdunarodnoy-ekspertnoy> (date of access: 20.01.2021).
5. Andrew, C., M. Jit, C. Warren-Gash, B. Guthrie, H. Wang, S. Mercer, C. Sander-son, M. McKee, C. Troeger, K. Ong, F. Checchi, P. Perel, S. Joseph, H. Gibbs, A. Banerjee & R. Eggo. (2020). Global, regional, and national estimates of the population at increased risk of severe COVID-19 due to underlying health conditions in 2020: a modelling study. Lancet Glob. Health, Vol. 8, Iss. 8, e1003–e1017.
6. Azzolina, D., G. Lorenzoni, L. Silvestri, I. Prosepe, P. Berchiulla & D. Gregori. (2020). Regional differences in mortality rates during the COVID-19 epidemic in Italy. Disaster Medicine and Public Health Preparedness, December, 1–7.
7. Baqui, P., I. Bica, V. Marra, A. Ercole & M. van der Schaar. (2020). Ethnic and regional variations in hospital mortality from COVID-19 in Brazil: a cross-sectional observational study. Lancet Glob. Health, Vol. 8, Iss. 8, e1018–e1026.
8. Batagan, L. (2011). Indicators for economic and social development of future smart city. Journal of applied quantitative methods, Vol. 6, No. 3, 27–34.
9. Cox, W. (2020). Early observations on the pandemic and population density. New geography. Available at: <https://www.newgeography.com/content/006600-early-observations-pandemic-and-population-density> (date of access: 20.02.2021).

10. *Fazeli, Sh., B. Moatamed & M. Sarrafzadeh.* (2020). Statistical Analytics and Regional Representation Learning for COVID-19 Pandemic Understanding. Available at: <https://arxiv.org/pdf/2008.07342.pdf> (date of access: 01.02.2021).
11. *Frontera, A., C. Martin, K. Vlachos & G. Sgubin.* (2020). Regional air pollution persistence links to COVID-19 infection zoning. *Journal of Infection*, 81 (2), 318–356.
12. *Gupta, A., S. Banerjee & S. Das.* (2020). Significance of geographical factors to the COVID-19 outbreak in India. *Model Earth Syst. Environ*, June, 2645–2653. DOI: 10.1007/s40808-020-00838-2.
13. *Hallas, L., A. Hatibie, S. Majumdar, M. Pyarali & Th. Hale.* (2021). Variation in US States' Responses to COVID-19 2.0. Available at: <https://www.bsg.ox.ac.uk/research/publications/variation-us-states-responses-covid-19> (date of access: 01.02.2021).
14. *Wabha, S., M. Mohd Sharif, M. Mizutori & L. Sorkin.* (2020). Cities are on the front lines of Covid-19. *World Bank Blog*. Available at: <https://blogs.worldbank.org/sustainablecities/cities-are-front-lines-covid-19> (date of access: 01.02.2021).
15. *Wang, L., G. Wang, L. Gao, X. Li, Sh. Yu, M. Kim, Y. Wang & Zh. Gu.* (2020). Spatiotemporal Dynamics, Nowcasting and Forecasting of COVID-19 in the United States. Available at: <https://arxiv.org/pdf/2004.14103.pdf> (date of access: 01.02.2021).
16. *Wilder, B., M. Charpignon, J.A. Killian, H.-Ch. Ou, A. Mate, Sh. Jabbari, A. Perrault, A. Desai, M. Tambe & M.S. Majumder.* (2020). Modeling between population variation in COVID-19 dynamics in Hubei, Lombardy, and New York City. *PNAS*, 117 (41), 25904–25910.

Information about the authors

Kostina, Elena Alekseevna (Novosibirsk, Russia) – Junior Researcher at the Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (17, Ac. Lavrentiev av., Novosibirsk, 630090, Russia). E-mail: ovs.elena@gmail.com.

Kostin, Andrey Vladimirovich (Novosibirsk, Russia) – Candidate of Sciences (Economics), Senior Researcher at the Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (17, Ac. Lavrentiev av., Novosibirsk, 630090, Russia); Associate Professor at Novosibirsk National Research State University (1, Pirogov st., Novosibirsk, 630090, Russia). E-mail: andrey.v.kostin@gmail.com.

Поступила в редколлегию 02.06.2021.

После доработки 02.08.2021.

Принята к публикации 03.08.2021.

© Костина Е.А., Костин А.В., 2021