

DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2021-6-119-138

# Технологии умного города против коронавируса<sup>1</sup>

**Е.А. КОСТИНА**, инженер. E-mail: ovs.elena@gmail.com

ORCID: 0000-0002-3103-1382

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН

**А.В. КОСТИН**, кандидат экономических наук.

E-mail: andrey.v.kostin@gmail.com

ORCID: 0000-0002-9337-3978

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН,

Новосибирский национальный исследовательский

государственный университет, Новосибирск

**Аннотация.** Пандемия коронавируса повлекла за собой необходимость создания или переориентации современных цифровых технологий на борьбу с вирусом и существенно ускорила их развитие. Кроме того, технологии упростили обеспечение нормального функционирования населения в условиях ограничений, связанных с пандемией. Местами концентрации таких технологий являются «умные» города, имеющие развитую цифровую инфраструктуру. Зачастую в них есть интеллектуальная система городского хозяйства, система видеонаблюдения, быстрая связь, «умные» здравоохранение и образование, что способствует дальнейшему расширению применения цифровых технологий. В статье приведены основные направления их использования, помогающие в борьбе с пандемией: диагностика и лечение, прогнозирование распространения инфекции, создание специальных систем отслеживания контактов зараженных на основе Gis-технологий, роботизация рабочих мест, обеспечение перехода на удаленную работу, дистанционное образование и др. На общемировых статистических данных проанализирована взаимосвязь заболеваемости коронавирусной инфекцией и количества умных городов.

**Ключевые слова:** умный город; цифровые технологии; искусственный интеллект; большие данные; роботизация; интернет-технологии; изоляция и социальное дистанцирование; коронавирус

## Введение

Появившийся в китайском городе Ухань коронавирус COVID-19 быстро распространился по всему миру и стал причиной огромных социально-экономических потрясений. После снижения заболеваемости осенью 2020 г. во многих странах пошла вторая волна, а в начале 2021 г. заговорили уже о третьей. На момент написания статьи в мире насчитывалось более 2,3 млн погибших, а Организация экономического сотрудничества

---

<sup>1</sup> Работа выполнена по проекту плана НИР ИЭОПП СО РАН XI.172.1.3 (No AAAA-A17-117022250130-8) «Теория и методология стратегического управления развитием высокотехнологичного бизнеса как базиса новой индустриализации».

и развития прогнозировала сокращение мирового ВВП по итогам 2021 г. на 7 трлн долл. по сравнению с прогнозным значением до пандемии<sup>2</sup>.

Правительства стран по-разному реагируют на пандемию. Какие-то государства вводили жесткий карантин, стремясь если не остановить, то хотя бы ограничить распространение болезни и выиграть время для изучения вируса и адаптации системы здравоохранения. Другие, например, Швеция и Беларусь, пошли по пути создания коллективного иммунитета, отказываясь от локдауна (правда, до сих пор ученые не сошлись во мнении, возможен ли коллективный иммунитет без эффективного вакцинирования и сколько процентов населения должны обладать иммунитетом)<sup>3</sup>. В конце 2020 г. в отдельных странах началось вакцинирование населения, но пока успехи на этом поприще довольно скромны.

Во многих странах на период карантина было остановлено производство, пострадали международные перевозки. Государства вводят меры поддержки населения и предприятий, пострадавших от коронакризиса. Например, в Японии антикризисный бюджет составил 32,3% ВВП, а в целом по всему миру меры прямого стимулирования превысили 5 трлн долларов<sup>4</sup>.

Вирус не просто вошел в нашу жизнь, он изменил её, изменил поведение, привычки и даже мышление людей. Существенная часть жизни перешла в онлайн – и рабочая деятельность, и образование, и торговля. Из-за перегрузки каналов передачи данных таким сервисам, как Netflix и YouTube,

---

<sup>2</sup> Laurence Boone (OECD Chief Economist). OECD Global Parliamentary Network. A tightrope walk to recovery – Economy & Employment. [Эл. ресурс]. URL: <http://www.oecd.org/parliamentarians/meetings/gpn-meeting-october-2020/Laurence-Boone-A-tightrope-walk-to-recovery.pdf> (дата обращения: 10.12.2020).

<sup>3</sup> Доля населения с иммунитетом к COVID-19 для создания коллективного иммунитета по оценкам ученых разнится от 10–20% (Gomes M. G.M. et al. Individual variation in susceptibility or exposure to SARS-CoV-2 lowers the herd immunity threshold. [Эл. ресурс]. URL: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.27.20081893v3>, (дата обращения: 10.12.2020) до 40% (Britton T. et al. A mathematical model reveals the influence of population heterogeneity on herd immunity to SARS-CoV-2. [Эл. ресурс]. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32576668/> (дата обращения: 10.12.2020).

<sup>4</sup> Coronavirus Fiscal Easing Announcements Exceed 7% of World GDP. [Эл. ресурс]. URL: <https://www.fitchratings.com/research/sovereigns/coronavirus-fiscal-easing-announcements-exceed-7-of-world-gdp-03-06-2020> (дата обращения: 20.10.2020).

даже пришлось ограничивать качество видео<sup>5</sup>. Однако личное общение сложно заменить общением в сети. Резкая смена режима, сужение круга общения провоцируют социальную напряженность, способствуют накоплению негатива в обществе.

В то же время нужно отметить, что увеличился спрос на определенные группы товаров, такие как дезинфицирующие средства, средства индивидуальной защиты, отдельное медицинское оборудование и другие, и некоторые компании использовали открывшиеся возможности для преодоления или смягчения кризисных явлений. Машиностроительные концерны (Ford, Tesla, Airbus, Dyson) наладили выпуск вентиляторов, пластиковых защитных масок и т.п., Mercedes-AMG High Performance Powertrains производит аппараты ИВЛ, модные бренды одежды начали шить маски (Gucci, Zara), алкогольные компании (Bacardi, Eight Oaks Farm) – производить антисептики [Madurai и др., 2020]. А онлайн-платформы получили существенный рост заказов и выручки. Так, онлайн-ритейлер Ozon за II квартал 2020 г. увеличил оборот на рекордные 188% по сравнению с предыдущим годом<sup>6</sup>.

Существенный вклад в борьбу с пандемией вносят современные технологии. В том числе те, которые концентрируются в так называемых умных городах (Smart Cities). Европейская экономическая комиссия ООН предлагает следующее определение: «“Умный” устойчивый город – это инновационный город, использующий информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) и другие средства для повышения уровня жизни, эффективности деятельности и услуг в городах, а также конкурентоспособности при обеспечении удовлетворения потребностей настоящего и будущих поколений в экономических, социальных,

---

<sup>5</sup> Netflix Reduces Video Quality in More Countries to Handle Surge. [Эл. ресурс]. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-03-25/netflix-reduces-video-quality-in-more-countries-to-handle-surge> (дата обращения: 20.10.2020).

<sup>6</sup> Продажи Ozon выросли почти втрое во время пандемии. [Эл. ресурс]. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2020/09/03/838679-prodazhi-ozon-virosli-pochti-vtroe> (дата обращения: 20.10.2020).

культурных и природоохранных аспектах»<sup>7</sup>. Однако в научной среде нет единства в понимании данного термина.

Концепции умного города условно можно разделить на два типа: с упором на ИКТ и эффективное управление городской инфраструктурой и с акцентом на важности развития человеческого капитала. Первая в большей степени свойственна технологическим корпорациям, разрабатывающим инновационные продукты, например, IBM, Cisco и Siemens, правительствам стран<sup>8</sup>, а также ряду ученых<sup>9</sup> [Angelidou, 2014]. Большинство авторов научных публикаций расширяют технологическое понимание этого термина, включая в него социальные, институциональные, экологические, экономические аспекты и др. [Neirotti и др., 2014, Hollands, 2008].

В одной из работ [Camboim и др., 2019] проведено обширное исследование всех статей, опубликованных с 1990 г. по 2016 г. в журналах WoS и Scopus на английском языке и посвященных умным городам. На основании проведенного анализа было выделено четыре ключевых аспекта умных городов, на которых фокусировались авторы статей: городское управление, городская среда, социо-институциональная составляющая и технико-экономический аспект.

Таким образом, умный город должен создавать благоприятную среду для жизни с использованием современных цифровых технологий и способствовать развитию знаний и творчества. Он предполагает устойчивое развитие с использованием энергосберегающих и экологичных технологий.

В период пандемии на первый план вышли те характеристики умного города, которые позволяют не просто поддерживать

---

<sup>7</sup> Доклад Комитета по жилищному хозяйству и землепользованию о работе его семьдесят шестой сессии//Организация Объединенных Наций, Европейская экономическая комиссия? Комитет по жилищному хозяйству и землепользованию? Семьдесят шестая сессия Женева, 14–15 декабря 2015 года. [Эл. ресурс]. URL: [https://unece.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/2015/ECE\\_HBP\\_184\\_ru.pdf](https://unece.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/2015/ECE_HBP_184_ru.pdf) (дата обращения: 01.02.2021).

<sup>8</sup> Так, стандарт «Умный город», разработанный Минстроем России в 2019 г., фокусируется именно на технологических составляющих. «Базовые и дополнительные требования к умным городам (стандарт «Умный город»)» (утв. Минстроем России 04.03.2019). [Эл. ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_319635/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319635/) (дата обращения: 01.02.2021).

<sup>9</sup> Boyd, C. Methodology for 2014 Smart Cities Benchmarking. [Эл. ресурс] URL: <https://www.fastcompany.com/3038818/the-smartest-cities-in-the-world-2015-methodology> (дата обращения: 20.12.2020).

максимально комфортную жизнедеятельность, но и делать это, соблюдая режим изоляции и ограничения перемещений. Такие составляющие умного города, как «умная мобильность», «умная среда», «умная экономика», «умная жизнь» и «умное управление» [Caragliu et al., 2011], позволяют минимизировать личное присутствие, обеспечить соблюдение социального дистанцирования, а следовательно – облегчают купирование распространения инфекции, они же дают доступ к онлайн-ресурсам для работы, обучения, повышения культурного уровня, а следовательно, позволяют сократить социальные, экономические издержки пандемии. Важной составляющей умного города является инвестирование в человеческий капитал и наличие «умных людей», а это включает социальную ответственность. В условиях пандемии это означает соблюдение социальной дистанции и всех предписанных ВОЗ и Минздравом рекомендаций по поведению в общественных местах.

За время пандемии в России и за рубежом были проведены исследования о влиянии различных факторов на заражаемость коронавирусной инфекцией либо на тяжесть ее протекания, возникновение побочных эффектов. В частности, исследовалось влияние этнической принадлежности, пола, возраста, наличия сопутствующих заболеваний, уровня доходов, географических факторов, загрязнения воздуха, состояния системы здравоохранения, размера центрального города и другое [Clark et al., 2020; Vaqui et al., 2020; Fazeli et al., 2020; Li Wanga et al., 2020; Земцов, Бабурин, 2020; Wilder et al., 2020; Зырянов, 2020; Frontera et al., 2020]. В контексте нашего исследования интерес вызывают работы, посвященные оценке влияния плотности населения [Li Wanga et al., 2020; Пузанов, Боброва, 2020].

Отдельные исследования указывают, что крупные мегаполисы в большей степени страдают от пандемии. Известный ученый в области урбанистики У. Кокс считает, что высокая плотность делает невозможным социальное дистанцирование<sup>10</sup>. Так, в Америке наиболее уязвимыми с точки зрения риска для здоровья признаны Нью-Йорк, Сан-Франциско, Новый Орлеан

---

<sup>10</sup> Cox, Wendell. (2020). Early observations on the pandemic and population density. *New geography*. URL: <https://www.newgeography.com/content/006600-early-observations-pandemic-and-population-density>.

и Филадельфия<sup>11</sup>, что связано в том числе с использованием общественного транспорта (61% жителей Нью-Йорка используют общественный транспорт против менее чем 0,1% жителей в Амарилло, Техас).

Часть исследователей склоняются к тому, что нет однозначной зависимости между плотностью населения и заражаемостью коронавирусом [Земцов, Бабурин, 2020; Пузанов, Боброва, 2020]. S. Wabha призывает разделять плотность и скученность, коронавирус распространяется быстрее только при наличии перенаселения и отсутствия базовой инфраструктуры<sup>12</sup>.

На практике города совершенно по-разному справляются с пандемией: система здравоохранения в Нью-Йорке не выдержала испытания в период пиковой нагрузки, в то же время в таких крупных мегаполисах, как Сеул и Ухань, удалось вовремя купировать распространение болезни.

Цель данной работы: показать, какие технологии умного города и каким образом помогают нивелировать негативный эффект мегаполиса в профилактике и лечении заболевания. Выяснить, существует ли статистическая зависимость между количеством умных городов в стране и уровнем заболеваемости.

В первой части данной работы представлены примеры умных технологий, которые противодействуют распространению и возникновению COVID-19, смягчают негативные последствия карантина. Предполагается, что такие технологии особенно применимы в умном городе, имеющем развитую ИКТ-инфраструктуру, оснащенном датчиками и видеокамерами, активно использующем в работе городских служб анализ больших данных и машинное обучение, и т.д.

Вторая часть работы посвящена анализу числа заболевших COVID-19 и числа произведенных тестов в зависимости от количества умных городов в стране. При этом учитывались такие характеристики, как ВВП на душу населения, доля городского населения и индекс прав человека (последнее с отрицательной зависимостью).

---

<sup>11</sup> Smart Cities Dive. [Эл. ресурс]. URL: <https://www.smartcitiesdive.com/news/clever-real-estate-most-vulnerable-cities-covid-19/575010/> (дата обращения: 20.10.2020).

<sup>12</sup> Wabha, Sameh, Maimunah, Mohd Sharif, Mami, Mizutori & Lauren, Sorkin. 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: 20.12.2020).

Заключительная часть посвящена анализу изменения направления развития технологий в городе, вызванных пандемией.

## **Умные города и умные технологии против COVID-19**

Подчеркнем, технологии, которые описаны в этой главе, могут применяться повсеместно, но в умном городе они доступнее и получили большее распространение еще до пандемии. В период пандемии инфраструктуру, многие приложения и устройства умного города (особенно связанные с обработкой больших данных) переориентировали на борьбу с распространением COVID-19. Рассмотрение технологий представлено по тем возможностям, которые они при этом открывают.

### *1. Прогнозирование эпидемии и путей ее распространения.*

Прогнозирование в отрасли здравоохранения набирает обороты, при этом все чаще используются технологии искусственного интеллекта (ИИ), больших данных и пр. Так, система ИИ BlueDot обнаружила вспышку за неделю до того, как об этом объявила ВОЗ на основе анализа публикаций о случаях необычного заболевания в Ухане. Кроме того, анализируя маршруты пассажирских перевозок, было верно спрогнозировано распространение COVID-19 в соседние города<sup>13</sup>. Аналогично справилась и система компании Metabiota<sup>14</sup>. Системы не просто выявили массовую инфекцию на ранней стадии вспышки, но и спрогнозировали пути ее распространения. Главное достоинство таких систем – в возможности обработки больших массивов данных за краткий период времени. Помимо названных, существуют другие системы и модели, которые могут применяться для борьбы с пандемией.

---

<sup>13</sup> Стартап BlueDot был создан в 2008 г. в Торонто, Канада. BlueDot – это облачная GIS-платформа, объединяющая более 100 баз данных, включая авиаперелеты и наблюдение за заболеваниями в режиме реального времени. Последнее осуществляется путем обработки 10 000 официальных (например, данные ВОЗ и Центра по контролю за заболеваниями) и медиа-источников в день на более чем 60 языках мира. [Эл. ресурс]. URL: <https://bluedot.global/products/explorer> (дата обращения: 20.10.2020).

<sup>14</sup> Стартап Metabiota был создан в 2008 г. в Сан-Франциско. Компания помогает своим клиентам проводить анализ рисков и оценивать вероятность человеческих и финансовых потерь, вызванных потенциальной эпидемией, за счет применения вероятностных имитационных моделей, облачных технологий и больших данных. По словам издания TechCrunch, именно технологии Metabiota помогли остановить распространение эпидемии лихорадки Эбола в Сьерра-Леоне. [Эл. ресурс]. URL: <https://www.metabiota.com/> (дата обращения: 20.10.2020).

## *2. Мониторинг и отслеживание заболевших и их контактов.*

Южная Корея показала пример эффективного применения Gis-технологий для борьбы с пандемией. Под эти нужды были перепрограммированы городская инфраструктура и транспорт, а также изначально разработанная система сбора и анализа больших данных с датчиков и камер видеонаблюдения, что является частью системы умного города [Lee D, Lee J., 2020]. Для отслеживания перемещений зараженных и их контактов в Южной Корее, а также Китае, Сингапуре использовались мобильные телефоны, системы видеонаблюдения, банковские карты и даже спутниковые системы<sup>15</sup> [Singh et al., 2020]. В Китае также применялся ИИ для распознавания лиц через камеры видеонаблюдения [Kumar et al., 2020]. Изначально эта технология возникла в числе инициатив по созданию «безопасного города», а затем была перепрофилирована под нужды борьбы с пандемией. В Китае же через тепловизионные камеры с распознаванием лиц ИИ фиксировал температуру, дыхание, сердцебиение в толпе и выявлял зараженных [Vaishnavi et al., 2020].

Кроме того, в КНР был введен специальный пропускной режим. Каждому человеку через Ali-pay или WeChat включался пропуск с присвоением рейтинга с цветовой кодировкой, при этом учитывались национальный идентификационный номер, адрес, самооценка здоровья, история путешествий и т.д. Только обладатели зеленого кода могли получить 24-часовое разрешение на доступ к городским пространствам [Chen et al., 2020]. Кроме того, по специальному приложению можно было узнать, находится ли в радиусе 100 м зараженный COVID-19 человек.

В Гонконге зараженным людям необходимо было носить браслет, синхронизированный с приложением на смартфоне, чтобы отслеживать их перемещения<sup>16</sup>. В Корее это стало возможным после принятия специального закона о публичном распространении такой информации и информирования людей о слежке за ними [Tan Lii Inn, 2020].

---

<sup>15</sup> Thomson Reuters Foundation News, 2020. AI-powered technology. [Эл. ресурс]. URL: <https://news.trust.org/item/20200316140626-x791z/> (дата обращения: 20.10.2020).

<sup>16</sup> CNBC, 2020. Use of Surveillance to Fight Coronavirus Raises Concerns about Government Power after Pandemic Ends. [Эл. ресурс]. URL: <https://www.cnbc.com/2020/03/27/coronavirus-surveillance-used-by-governments-to-fight-pandemic-privacy-concerns.html> (дата обращения: 20.10.2020).

### *3. Диагностика и лечение.*

Широкое распространение получило применение искусственного интеллекта и машинного обучения в медицине – при диагностировании и лечении. В больницах Нью-Йорка системы ИИ оказывают помощь в принятии решения о необходимости госпитализации, прогнозируют течение болезни пациентов [Hashem et al., 2020]. В Китае и Индии используются мобильные приложения, где больной с коронавирусом отмечает ежедневно свое самочувствие и может получить онлайн-консультацию. Врачи тоже имеют возможность консультации по видеосвязи с коллегами из других регионов. Такого рода программы активно использовались при карантине в г. Ухань для обследования и диагностики. Вообще, возможности телемедицины особенно актуальны в случае работы с инфекциями, передающимися воздушно-капельным путем.

Технологии больших данных и ИИ позволяют аккумулировать информацию по COVID-19 из множества источников в режиме реального времени для более полного изучения вируса и формирования базы данных.

### *4. Поддержка режима изоляции и дистанцирования.*

В период пандемии многие компании перевели своих сотрудников, не связанных с физическим производством, на удаленную работу. Это позволило не прерывать работу в условиях карантина и избавило от возможной вспышки заболевания в коллективе. Благодаря таким программам, как Zoom, Google Meet, Skype, Microsoft Teams, системам для командного решения задач на основе облачных технологий (Jira, Trello и др.), сотрудники могут проводить совещания, иметь доступ к необходимым документам и данным, не выходя из дома. В период пандемии получили большое распространение решения для поддержки домашнего офиса.

Некоторые компании, работа которых затруднена на удаленном доступе, успешно применяют технологии виртуальной реальности (VR) и дополненной реальности (AR) [Czifra, Molnar, 2020]. Так, российская биотехнологическая компания BIOCAD использует кейс с использованием VR для обучения работы с биореактором. Компания KLM, предоставляющая услуги по авиаперевозке, использует разветвленный VR-сценарий для

тренировки по технике безопасности инженеров. Он симулирует разные сценарии и позволяет совершить 1200 действий.

Во многих странах было введено дистанционное обучение в образовательных учреждениях. Первым с этим столкнулся Китай, вынужденный обеспечить онлайн-обучение для 270 млн человек. А это значит, что необходимо было экстренно создать устойчивую систему связей учеников/студентов и учителей/преподавателей, разработать для нее учебные материалы и методики. В кратчайшие сроки в КНР были созданы или адаптированы цифровые ресурсы, например, DingTalk, One Stop Learning и привычные платформы курсов icourse, edX, Coursera, Udacity, Datacamp и т.д. [Huang et al., 2020].

Массовый переход в онлайн-пространство стимулирует развитие технологии 5G, характеризующейся более высокой скоростью передачи данных, мгновенным откликом и повышенной плотностью каналов. Спрос на данную технологию растет, и все больше стран готовы к ее применению. Компания Ericsson сообщает, что к концу 2020 г. в сетях 5G зарегистрировано 220 млн подключений. Лидерство принадлежит Китаю с долей в 80% (175 млн подключений). Согласно прогнозу компании, к концу 2026 г. на сети 5G будет приходиться 3,5 млрд подключений и более половины мирового трафика<sup>17</sup>.

Во время пандемии значительно увеличилось использование дронов и роботов, которые применялись для дезинфекции улиц и больниц (например, изобретение компании Aerospace – Corona Killer); мониторинга за соблюдением карантина и социального дистанцирования (в Западной Австралии, Англии, Италии, США [Gupta et al., 2020]); выявления в толпе людей с повышенной температурой; для доставки и сбора анализов (например, в университетской больнице Ольборга, Дания [Vaishnavi et al., 2020]), доставки продуктов питания, лекарств и прочих товаров, в том числе в карантинных зонах<sup>18</sup>. Это позволяет сократить личные

---

<sup>17</sup> Ежегодное исследование Ericsson Mobility Report. [Эл. ресурс]. URL: <https://www.ericsson.com/ru/press-releases/2020/11/more-than-1-billion-people-will-have-access-to-5g-coverage-by-the-end-of-2020>

<sup>18</sup> The Economic Times, 2020. Robots help combat COVID-19 in world, and maybe soon in India too. [Эл. ресурс]. URL: <https://economictimes.indiatimes.com/news/science/robots-help-combat-covid-19-in-world-and-maybe-soon-in-india-too/articleshow/74893405.cms> (дата обращения: 20.10.2020).

контакты и зачастую экономит время, необходимое для осуществления работы.

### *5. Информирование населения.*

Одним из важных аспектов, способствующих профилактике распространения инфекции, является информирование населения через массмедиа, социальные сети о самом заболевании, методах его предупреждения и лечения, предпринимаемых государством мерах по защите и поддержке населения и компаний. Для этих целей активно используются СМС-оповещение, рассылка электронных писем, специальные интернет-ресурсы и пр. Для борьбы с дезинформацией, нагнетанием паники и/или проявлениями ковид-диссидентства часто применяются технологии анализа больших данных. Так, Facebook в какой-то момент заблокировал все неподтвержденные заявления, связанные с COVID-19, за исключением официальных сайтов, так же поступил и Pinterest [Ratzan et al., 2020]. В Австралии правительство запустило чат-бота, чтобы отвечать на вопросы граждан [Czifra, Molnar, 2020].

## **Влияние наличия умных городов на распространение COVID-19**

Определение вклада умных городов в борьбу с COVID-19 в числовом выражении затрудняет отсутствие статистики отдельно по городам. Поэтому были рассмотрены данные по странам мира. Количество заболевших на 1 млн населения и число тестов на 1 млн населения<sup>19</sup> (на 20.10.2020) сопоставлялось с количеством умных городов в стране (по данным Smart City Index). Государства с населением менее 10 млн человек не рассматривались, чтобы исключить выбросы. Кроме того, из выборки были исключены США и Китай, имеющие, соответственно, 10 и 12 умных городов, что существенно выше, чем в других странах.

Итого, в выборку вошло 87 стран, на территории которых расположен 71 умный город<sup>20</sup>. На рисунках 1 и 2 представлены распределения стран в зависимости от числа зараженных либо числа тестов на 1 млн населения и количеством умных городов.

---

<sup>19</sup> Данные о количестве заболевших и тестов взяты с электронного ресурса [coronavirus-monitor.ru](https://coronavirus-monitor.ru/). [Эл. ресурс]. URL: <https://coronavirus-monitor.ru/> (дата обращения: 20.10.2020).

<sup>20</sup> Перечень умных городов взят из Smart City Index. [Эл. ресурс]. URL: <https://www.imd.org/smart-city-observatory/smart-city-index/>. (дата обращения: 20.10.2020).

Каждая точка на рисунке – это положение конкретной страны по данным показателям, линией показано сглаживание.

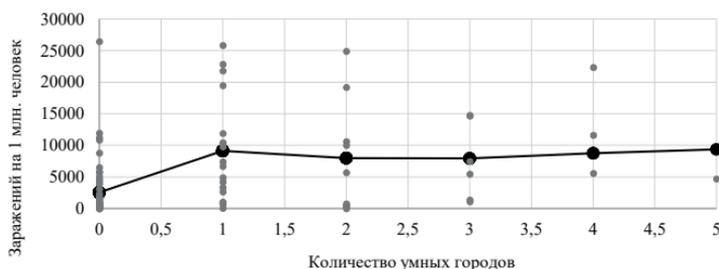


Рис. 1. Количество зараженных и количество умных городов

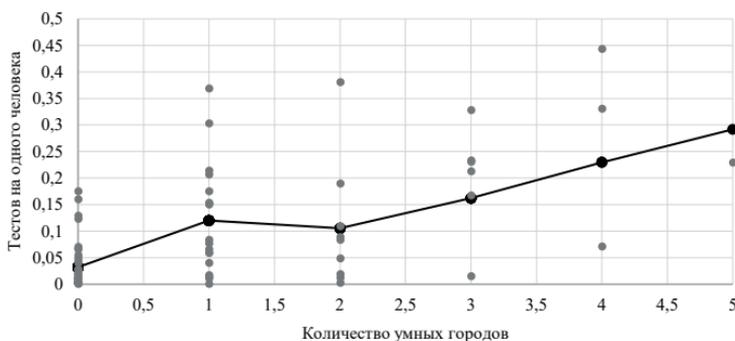


Рис. 2. Количество тестов и количество умных городов

Как видно из рисунка 1, зависимость между числом зараженных и количеством умных городов визуально не прослеживается, но рисунок 2 показывает наличие потенциальной положительной связи между умными городами и числом тестов на душу населения: чем больше умных городов в стране, тем больше тестов.

Был сделан регрессионный анализ с учетом не только количества умных городов в странах, но и доли городского населения, и размера ВВП на душу населения. Еще одним из факторов был выбран индекс прав человека<sup>21</sup>.

<sup>21</sup> The World Bank. [Эл. ресурс]. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/> (дата обращения: 20.10.2020).

Обозначим количество заболевших на 1 млн населения  $S$ . Тогда:

$$S = a \times SC_i + b \times u_i + d \times GDP_i + e \times HR_i + c,$$

где  $SC_i$  – количество умных городов в стране  $i$ ,  $u_i$  – доля городского населения в стране  $i$ ,  $GDP_i$  – ВВП страны  $i$  на душу населения,  $HR_i$  – соблюдение прав человека в стране  $i$ ,  $c$  – константа.

Аналогичная регрессия строится и для числа тестов на 1 млн населения. Рассмотрим подробнее выбранные факторы.

Даже из приведенных в первой части статьи примеров применения умных технологий можно сделать вывод об их неравномерном распределении по странам. С одной стороны, это очевидное разделение на «бедные/богатые» страны. Для применения большинства описанных технологий требуется довольно дорогостоящая инфраструктура. С другой стороны, большое влияние на распространенность некоторых технологий оказывает отношение граждан к соблюдению личных прав и свобод.

Хотя технологии предоставляют большие возможности, их широкое применение зачастую ведет к ограничению прав человека на защиту личных данных. Если, например, в Китае и Южной Корее коллективное здоровье и безопасность ставятся выше личных прав и свобод граждан, то в Европе наоборот, что находит отражение в законодательстве и делает невозможным или неэффективным применение отдельных технологий. Ярким примером являются приложения по отслеживанию заболевших. В странах Азии они весьма широко распространены, во Франции же подобное приложение установили только около 3% населения (тогда как эффективность достигается при охвате не менее 20%). Аналогично обстоят дела и с распознаванием лиц. Поэтому имеет смысл добавить фактор соблюдения прав человека в исследование.

Важным фактором для распространения COVID-19 является доля городского населения в стране. Как правило, в городах сложнее, чем на селе, соблюдать социальную дистанцию, там больше мест общего пользования (речь не только про общественный транспорт, торговые, развлекательные и культурные центры – даже в подъездах многоквартирных домов есть риск близкого контакта с зараженным). Крупные города плюс к этому обычно являются и транспортными узлами, их население активно перемещается и может распространять инфекцию, в них часто высока доля мигрантов. Но при этом в городах, особенно до-

статочны крупных и богатых, как правило, лучше соблюдаются санитарные нормы, лучше развита система здравоохранения.

Результаты расчетов зависимости числа заражений на 1 млн человек и тестов на 1 млн человек от указанных факторов представлены в таблице.

**Регрессии числа заражений на 1 млн населения  
и числа тестов на 1 млн населения**

Показатель	Число заражений на 1 млн населения		Число тестов на 1 млн населения	
	Значение	P-value (Значимость)	Значение	P-value (Значимость)
Константа (с)	-5152	0,001 (**)	-1,6e-02	0,5
Процент городского населения (u)	182,6	2,7e-10 (***)	9 e-04	0,044
ВВП на душу населения (GDPi)	Фактор незначим		4,3e-06	1,2e-07
Индекс прав человека (HRI)	Фактор незначим		Фактор незначим	
Количество умных городов в стране (SCI)	Фактор незначим		Фактор незначим	
Количество наблюдений	87		76	
R2	0,38		0,57	

**Источник:** расчеты авторов.

Полученные результаты показывают, что *число заражений* на 1 млн населения положительно зависит от доли городского населения: чем больше людей проживает в городах, тем больше происходит заражений, остальные факторы оказались незначимыми. В свою очередь *число тестов* на 1 млн населения положительно зависит от ВВП на душу населения (чем «богаче» страна, тем больше тестов она делает) и от доли городского населения (чем больше людей проживает в городах, тем больше тестов).

Фактор умного города в обоих регрессиях оказался незначим. Это свидетельствует о том, что, несмотря на те положительные возможности, которые дает умная среда и городская инфраструктура, в данный момент умные города не в состоянии пересилить негативные в ситуации пандемии эффекты урбанизации. Поскольку умные города в большинстве своем – мегаполисы, негативные эффекты от скученности населения в них, невозможности соблюдения социальной дистанции пересиливают возможности цифровых технологий по борьбе с болезнью.

Кроме того, следует учитывать, что доля населения, живущего в умных городах, является небольшой в масштабах всей страны, что тоже может быть причиной незначимости фактора.

### **Дальнейшее развитие умных технологий**

Хотя фактор наличия умных городов оказался незначимым на уровне стран в борьбе против коронавируса, пандемия COVID-19 подчеркнула важность развития цифровых технологий вообще и умных городов в частности. Дистанционные технологии показали свою эффективность во время локдауна, люди осознали необходимость создания и развития различных приложений и программ, обеспечивающих доступ к онлайн-услугам, способствующих росту автоматизации и цифровизации бизнес-процессов и пр.

Представленные в тексте сферы применения высоких технологий тесно связаны с инфраструктурой и возможностями умного города. Хороший пример применения этих возможностей дает Newcastle Urban Observatory<sup>22</sup>. За счет установленных по всему Ньюкаслу датчиков в информационной сети ежеминутно обновляются данные многих городских показателей, включая транспорт (дорожный трафик, загруженность автостоянок, движение общественного транспорта), пешеходные потоки, содержание вредных веществ в воздухе и воде, климатические переменные (ветер, осадки, температура, влажность), данные о работе коммунальной инфраструктуры (потребление энергии и воды) и многое другое. В период пандемии система позволила оперативно отслеживать эффективность защитных мер (объявление карантина или закрытие школ) и связанные с этим социальные изменения. Этому способствовали налаженные доверительные отношения между властями города и университетом, а также успешное использование этой системы и датчиков в течение пяти с лишним лет [Philip James et al., 2020].

Пандемия указала наиболее актуальные направления развития умного города. В первую очередь необходимо сфокусировать внимание на обеспечении обратной связи, развитии телемедицины, коммуникативных платформ для общения, информирования,

---

<sup>22</sup> Newcastle Urban Observatory. [Эл. ресурс]. URL: <https://newcastle.urbanobservatory.ac.uk/> (дата обращения: 20.10.2020).

ресурсов дистанционного инклюзивного образования, формировании систем быстрой связи, видеонаблюдения, развитии городских приложений, роботизации, оптимизации транспортной структуры и внедрении геолокационных информационных технологий. Как показал опыт 2020 г., датчики и камеры наблюдения легко переключить на распознавание больных и заботу о здоровье города, большой вклад в борьбу с пандемией вносит интернет вещей.

Одним из уроков пандемии является напоминание о важности системы здравоохранения, необходимости ее постоянного технологического, организационного совершенствования. Существует опыт успешного внедрения в эту сферу технологий искусственного интеллекта, больших данных, виртуальной реальности, машинного обучения, повышающих эффективность работы больниц, положительно влияющих на качество диагностики, прогноз заболеваемости и распространения инфекций.

По мере развития и распространения цифровых технологий все более остро встают вопросы защиты информации – как личной, так и корпоративной. Многие из приведённых в работе мер для поиска зараженных лиц и определения их круга общения сопряжены с ограничениями прав человека. Это, помимо прочего, требует определенных законодательных изменений, направленных на пресечение злоупотреблений. Так, в Корее были случаи, когда выявленные зараженные люди подвергались публичной критике и даже угрозам<sup>23</sup>. Вообще, утечки информации по заражению коронавирусом происходят регулярно и, по некоторым данным, треть из них приходится на Россию<sup>24</sup>.

## **Заключение**

Пандемия многим помогла осознать преимущества, связанные с глубокой интеграцией информационных технологий в нашу жизнь и цифровой трансформацией. Несмотря на то, что затраты на развертывание умных городов велики, они могут использоваться для самых разных ситуаций и имеют широкое применение.

---

<sup>23</sup> Coronavirus privacy: Are South Korea's alerts too revealing? [Эл. ресурс]. URL: <https://www.bbc.com/news/world-asia-51733145> (дата обращения: 20.10.2020).

<sup>24</sup> Кто нас знает – треть утечек данных пациентов с COVID-19 пришла в Россию. Известия. [Эл. ресурс]. URL: <https://iz.ru/1043482/anastasiia-gavriliuk/kto-nas-znaet-tret-teчек-dannykh-patientsov-s-covid-19-prishlas-na-rossiiu>. (дата обращения: 20.10.2020).

ние. На примере отдельных стран показана быстрая адаптация цифровой инфраструктуры и Gis-технологий для противодействия кризисам в области общественного здравоохранения.

Представленные примеры использования современных технологий подтверждают необходимость совершенствования городской среды и дальнейшего внедрения технологий, позволяющих сократить «скученность» населения в общественных местах, уменьшить длительность присутствия в них граждан, оптимизировать потоки перемещений людей, перенести часть деятельности в онлайн-пространство и соблюдать социальную дистанцию.

Исследование показало, что, с учетом отмеченных ограничений используемого метода, эффект от умных городов на настоящий момент незначим в общенациональном масштабе. Это может быть связано как с особенностями доступных данных, так и с выявленной положительной зависимостью между долей городского населения и числом официально выявленных заболевших. Также была выявлена положительная зависимость числа тестов от доли городского населения и от ВВП на душу населения: чем богаче страна, тем больше тестов.

Дальнейшим направлением исследования данной проблемы может быть включение в модель новых факторов, влияющих на снижение распространения заболеваемости, как общих социально-экономических, так и специальных, связанных с цифровым развитием общества и умных городов. Другим возможным направлением является исследование российского опыта применения технологий умного города в борьбе с пандемией.

В заключение, хочется привести опыт Японии, которая затратила рекордную сумму в 2 трлн долл. (42,2% ВВП) на поддержание экономики в период пандемии, при этом большая часть средств была израсходована в рамках проектов «Общество 5.0» и «Цели устойчивого развития», которые, помимо прочего, включают создание умных городов, увеличение мощности больниц и других объектов социальной инфраструктуры, усиление коммуникаций и инфраструктуры на случай критических нагрузок [DeWit, 2020]. Таким образом, Японии удалось совместить инвестирование в устойчивое развитие страны, дальнейшую цифровизацию экономики и борьбу с пандемией.

## Литература/References

Земцов С. П., Бабурин В. Л. Коронавирус в регионах России: особенности и последствия распространения // Государственная служба. 2020. № 2(124). С. 48–55.

Zemtsov, S.P., Baburin, V.L. (2020). Coronavirus in the regions of Russia: features and consequences of the spread. *Public Administration*. No. 2(124). Pp. 48–55. (In Russ.).

Зырянов А. И. Географические особенности распространения коронавируса // Социально-экономическая география. Вестник ассоциации российских географов-обществоведов. 2020. № 1 (9). С. 135–137.

Zyrianov, A.I. (2020). Geographical features of coronavirus diffusion. *Socio-economic geography*. Bulletin of the Association of Russian Geographers and Social Scientists. No. 1 (9). Pp. 135–137. (In Russ.).

Пузанов А. С., Боброва К. В. Города на передней линии борьбы с коронавирусом: обзор международной экспертной повестки и оценка ее адекватности российским реалиям // сайт Фонда «Институт экономики города». [Эл. ресурс] URL: <http://www.urbanecomomics.ru/research/mind/goroda-na-peredney-linii-borby-s-koronavirusom-obzor-mezhdunarodnoy-ekspertnoy> (дата обращения: 20.12.2020).

Puzanov, A.S., Bobrova, K.V. (2020). Cities on the front line of the fight against coronavirus: an overview of the international expert agenda and an assessment of its adequacy to Russian realities. The Institute for urban economics, Available at: <http://www.urbanecomomics.ru/research/mind/goroda-na-peredney-linii-borby-s-koronavirusom-obzor-mezhdunarodnoy-ekspertnoy>. (accessed 20.12.2020).

Angelidou, M. (2014). Smart city policies: a spatial approach. *Cities*. No. 41. Pp. 3–11.

Baqui, Pedro, Ioana, Bica, Valerio Marra, Ari Ercole, Mihaela 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, Issue 8. Pp. 1018–1026.

Camboim G.F., Zawislak P.A. Pufal N.A. (2019). Driving elements to make cities smarter: Evidences from European projects. *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 142. Pp. 154–167.

Caragliu, A. C. Del, Bo, Nijkamp, P. (2011). Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*. Vol. 18, Issue 2: Creating Smarter Cities. Pp. 65–82.

Chen, Bei, Simon, Marvin, Aidan, While. (2020), Containing COVID-19 in China: AI and the robotic restructuring of future cities. *Dialogues in Human Geography*. Vol. 10(2). Pp. 238–241.

Clark, Andrew, Mark, Jit, Charlotte, Warren-Gash, Bruce, Guthrie, Harry, H.X. Wang, Stewart, W. Mercer, Colin, Sanderson, Martin McKee, Christopher Troeger, Kanyin L Ong, Francesco Checchi, Pablo Perel, Sarah Joseph, Hamish P Gibbs, Amitava Banerjee, Rosalind M 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, Issue 8. Pp. 1003–1017.

Czifra, G., Molnar, Z. (2020). COVID-19 and Industry 4.0. Research papers Faculty of materials science and technology in Trnava Slovak University of technology in Bratislava. 28(46). Pp. 36–45.

DeWit Andrew. 2020. Japan's Integration of All-Hazard Resilience and Covid-19 Countermeasures. *The Asia-Pacific Journal*. Japan Focus Volume 18. Issue 11. Number 2.

Fazeli, Shayan, Babak, Moatamed, Majid, Sarrafzadeh. Statistical analytics and Regional Representation Learning for COVID-19 Pandemic Understanding. Available at: <https://arxiv.org/pdf/2008.07342.pdf> (accessed: 20.12.2020).

Frontera, A., Martin, C., Vlachos, K., Sgubin, G. (2020). Regional air pollution persistence links to COVID-19 infection zoning. *J Infect.* 81(2). Pp. 318–356.

Gupta, Maanak, Mahmoud, Abdelsalamy, Sudip, Mittal. Enabling and Enforcing Social Distancing Measures using Smart City and ITS Infrastructures: A COVID-19 Use Case. Available at: <https://arxiv.org/pdf/2004.09246.pdf> (accessed: 20.12.2020).

Hashem Ibrahim Abaker Targio, Absalom E. Ezugwu, Mohammed A. Al-Garadi, Idris N. Abdullahi, Olumuyiwa Otegbeye, Queeneth O. Ahman, Godwin C.E. Mbah, Amit K. Shukla, Haruna Chiroma. A Machine Learning Solution Framework for Combatting COVID-19 in Smart Cities from Multiple Dimensions. Available at: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.05.18.20105577v3.full.pdf> (accessed: 20.12.2020).

Hollands, R.G. (2008). Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial? //City. 12 (3). Pp. 303–320.

Huang, R.H., Liu, D.J., Tlili, A., Yang, J.F., Wang, H.H., et al. (2020). Handbook on Facilitating Flexible Learning During Educational Disruption: The Chinese Experience in Maintaining Undisrupted Learning in COVID-19 Outbreak. Beijing: Smart Learning Institute of Beijing Normal University. March, version 1.2/ Available at: <http://www.alecso.org/nsite/images/pdf/1-4-2.pdf> (accessed: 20.12.2020).

Philip, James, Ronnie, Das, Agata, Jalosinska, Luke, Smith. (2020), Smart cities and a data-driven response to COVID-19. *Dialogues in Human Geography*. Vol. 10(2). Pp. 255–259.

Kumar, Aishwarya, Puneet, Kumar Gupta, Ankita, Srivastava. (2020). A review of modern technologies for tackling COVID-19 pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 14. Pp. 569–573.

Lee, David, Jaehong, Lee. (2020). Testing on the move: South Korea's rapid response to the COVID-19 pandemic. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. Vol. 5. Pp. 100-111.

Li, Wanga, Guannan, Wangb, Lei Gaoa, Xinyi Lic, Shan Yu Spatiotemporal Dynamics, Nowcasting and Forecasting of COVID-19 in the United States. Available at: <https://arxiv.org/pdf/2004.14103.pdf> (accessed: 20.12.2020).

Vaishnavi, P.; Preethika, T.; Agnishwar, J.; Padmanathan, K.; Umashankar, S.; Annapoorani, S.; Subash, M.; Aruloli, K. (2020). Artificial Intelligence and Drones to Combat COVID – 19. Preprints, 2020060027 (DOI: 10.20944/preprints202006.0027.v1).

Madurai Elavarasan Rajvikram, Rishi Pugazhendhi. Restructured society and environment: A review on potential technological strategies to control the COVID-19 pandemic (2020) *Science of the Total Environment*. Vol. 725. 138858.

Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A.C., Mangano, G., Scorrano, F. (2014) Current trends in Smart City initiatives: some stylized facts. *Cities*. 38. Pp. 25–36.

Ratzan, S., Gostin, L., Meshkati, N., Rabin, K., Parker, R. (2020). COVID-19: An Urgent Call for Coordinated, Trusted Sources to Tell Everyone What they Need to Know and Do. *NAM Perspectives*. Commentary National Academy of

Medicine, Washington, DC. Available at: <https://doi.org/10.31478/202003a> (accessed: 20.12.2020).

Singh, R.P., Mohd, Javaid, Abid, Haleem, Rajiv Suman. (2020). Internet of things (IoT) applications to fight against COVID-19 pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 14. Pp. 521–524.

Tan, Lii Inn. (2020). Smart City Technologies Take on COVID-19. Maranalysing Penang, Malaysia and the region. Available at: [https://penanginstitute.org/wp-content/uploads/2020/03/27\\_03\\_2020\\_TLI\\_download.pdf](https://penanginstitute.org/wp-content/uploads/2020/03/27_03_2020_TLI_download.pdf) (accessed: 20.12.2020).

Wilder, Bryan, Marie, Charpignon, Jackson, A. Killian, Han-Ching, Ou, Aditya Mate, Shahin Jabbari, Andrew Perrault, Angel, Desai, Milind, Tambe, Maimuna S. (2020). Majumder. Modeling between population variation in COVID-19 dynamics in Hubei, Lombardy, and New York City. *PNAS*. 117 (41). Pp. 25904–25910.

Статья поступила 15.01.2021.

Статья принята к публикации 05.03.2021

**Для цитирования:** Костина Е. А., Костин А. В. Технологии умного города против коронавируса // ЭКО. 2021. № 6. С. 119–138. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2021-6-119-138

## Summary

**Kostina, E.A.**, *Institute of Economics and Industrial Engineering, SB RAS*  
**Kostin, A.V.**, *Cand. Sci. (Econ.), Institute of Economics and Industrial Engineering, SB RAS, Novosibirsk State Research University, Novosibirsk*

### Smart City Technologies against COVID-19

**Abstract.** Technologies are rapidly developing due to the COVID-19 pandemic. They help fight the virus and make life easier during the times of restraint. “Smart” cities are the places where such technologies are concentrated. They have developed digital infrastructure, they often have an intelligent urban system, video surveillance, fast communication, smart healthcare and education. All of these contribute to faster adoption and use of digital technologies. This is important in times of sharp changes due to the pandemic and the need for social distancing. This paper examines smart technologies that help fight the pandemic. There are examples of artificial intelligence and machine learning in such areas as medicine for diagnosis and treatment, predicting the spread of infection, special contact tracking systems for infected people, automation of workplaces, distance work and education, etc. The authors employ global statistics to analyze the relationship between the sickness rate of coronavirus infection and the number of smart cities.

**Keywords:** *smart city; digital technologies; artificial intelligence; big data; drone technology; internet technologies; isolation and social distance; COVID-19*

**For citation:** Kostina, E.A., Kostin, A.V. (2021). Smart City Technologies against COVID-19. *ECO*. No. 6. Pp. 119–138. (In Russ.). DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2021-6-119-138