

УДК 338.9
ББК 65.9(2Р)-2
Г 441

Рецензенты:

доктор экономических наук, профессор К.П. Глушенко,
доктор экономических наук, профессор В.И. Клисторин,
доктор экономических наук, профессор Г.М. Мкртчян.

Г 441 **Гетерогенность как фактор социально-экономического развития** /
Н.А. Кравченко, А.Н. Буфетова, А.А. Горюшкин и др.; под ред.
д.э.н. Н.А. Кравченко, А.А. Горюшкина. – Новосибирск: ИЭОПП
СО РАН, 2022. – 236 с.

ISBN 978-5-89665-368-4
DOI: 10.36264/978-5-89665-368-4-2022-006-236

Монография отражает результаты коллективной работы, в которой обобщаются результаты исследований проблем идентификации, оценки и обоснования факторов и каналов воздействия социальной и экономической гетерогенности на развитие.

Новизна работы связана с идентификацией проблем измерения и оценки множественной гетерогенности, разработкой теоретического обоснования исследований и полученными результатами, которые позволили идентифицировать и дать оценки значимости сложных каналов воздействия гетерогенности на экономическое развитие.

Содержание данной монографии представляет интерес для широкого круга исследователей в области экономики, магистрантов и аспирантов, работников органов власти и управления, чья деятельность связана с принятием решений в области политики развития федерального и регионального уровней.

ISBN 978-5-89665-368-4
DOI: 10.36264/978-5-89665-368-4-2022-006-236

УДК 338.9
ББК 65.9(2Р)-2
Г 441

© ИЭОПП СО РАН, 2022 г.
© Коллектив авторов, 2022 г.

ГЛАВА 8

РАСПРОСТРАНЕНИЕ КОРОНАВИРУСА COVID-19: ФАКТОРЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ

Уже больше года люди большинства стран мира живут в условиях «новой реальности», которая формируется в результате распространения пандемии коронавируса и борьбы с ней. Пандемия коронавируса отличается от ранее возникающих пандемий своим глобальным масштабом и скоростью распространения, информационной прозрачностью и активностью взаимодействий.

Первая волна пандемии коронавируса COVID-19 распространилась по миру в ситуации неуправляемой неопределенности. В настоящее время, хотя достигнуты значительные успехи не только в понимании механизмов распространения инфекции, но и в разработке лекарственных средств и методов профилактики (вакцины) и лечения, неопределенность сохраняется, уровень заболеваемости продолжает увеличиваться (141 млн заражений в мире на 18 апреля 2021 г.), и существует опасность дальнейшей эскалации заболеваемости. Уже накоплено значительное количество эмпирического материала и исследований, которые показывают, что в разных странах динамика и масштаб распространения и воздействие пандемии на общество и экономику различаются, при этом внутри стран дифференциация между регионами еще более значительна.

По данным на ноябрь 2020 г. (OECD Policy..., 2020) в Китае 83% подтвержденных случаев заболевания были выявлены в провинции Хубэй, в Италии сильнее всего пострадал регион Ломбардии (47% случаев заболевания), во Франции – регион Иль-де-Франс (34%), в США – Нью-Йорк (14,6%), в Бразилии – Сан-Паулу (25%).

Россия в настоящее время занимает пятое место в мире по числу случаев заражения коронавирусом COVID-19 (после США, Бразилии, Индии и Франции), и седьмое место по числу умерших (после США, Бразилии, Мексики, Индии, Италии, Великобритании)¹.

¹ Данные Университета Джона Хопкинса, Coronavirus Resource Center. URL: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html> (дата обращения 09.04.2021).

В Москве было зарегистрировано 24% от общего числа случаев по состоянию на ноябрь 2020 г. (OECD Policy..., 2020), по последним данным (3 апреля 2021 г., расчеты авторов) доля Москвы в общем числе зараженных изменилась незначительно и составила 23%. На три российских региона с наибольшим числом заразившихся (г. Москва, г. Санкт-Петербург и Московская область) приходится 36% всех случаев COVID-19, а на 10 российских регионов с наибольшим числом заражений – почти половина всех пострадавших. Удельный вес зараженных коронавирусом по отношению к численности населения в г. Москва в 16 раз превышает этот показатель в Республике Татарстан.

Волнообразное наступление коронавируса и факторы, с ним связанные, отличаются по данным первой и второй волны, наступившей в России с середины сентября. Если распространение первой волны было связано со многими непредсказуемыми случайностями, то в настоящее время, когда прошел год жизни в условиях новой реальности – пандемии, можно считать, что уже проявились более устойчивые взаимосвязи масштабов заражения с особенностями разнообразных российских регионов. Угроза третьей волны, атаковавшей США и Западную Европу, поддерживает актуальность дальнейших исследований, направленных на выявление характеристик регионов, оказывающих влияние на распространение коронавируса и его воздействие.

Основная цель данной работы состоит в выявлении характеристик регионов, оказывающих влияние на масштаб распространения заражения коронавирусом COVID-19 на территории Российской Федерации.

**Состояние исследований:
какие региональные особенности влияют
на заражение?**

Асимметричное воздействие распространения и последствий коронавируса COVID-19 между странами и регионами внутри стран¹ находится под воздействием множества факторов различной природы, каждый из которых вносит свой вклад в стохастический процесс, сложные нелинейные связи формируют особую ситуацию для каждой местности.

¹ Значительная дифференциация наблюдается и по районам внутри городов, в частности, в Москве (Пузанов, Алов, 2020).

Истоки пространственной асимметрии регионального развития разнообразны, они связаны как с факторами первой (география и климат), так и второй природы (плотность населения и концентрация экономической деятельности) (Коломак, 2013; Bailey, et al., 2020). В условиях пандемии факторы, которые были явными преимуществами в прошлом (например, агломерационные эффекты и плотность взаимодействий) могут способствовать распространению заражения COVID-19 и его последствий.

Для разных этапов распространения пандемии имеют значение разные региональные характеристики. Наиболее пострадавшими регионами в первую волну коронавируса стали крупнейшие агломерации, такие как Нью-Йорк и Лондон, с активной социальной жизнью, разнообразным населением и густонаселенными жилыми районами. На втором месте по распространению заражения находились крупные промышленные центры, связанные глобальными цепочками поставок (Azzolina, et al., 2020).

Первая волна пандемии в России (март – май 2020) в наибольшей степени затронула крупнейшие агломерации с высокой плотностью населения и высоким уровнем контактов – международные центры транспортных, товарных и финансовых потоков, а также приграничные и прибрежные регионы, при этом отмечается преобладание случайных факторов (Земцов, Бабурин, 2020; Kalabikhina, Panin, 2020). Однако, как подчеркивается в (Пузанов, Алов, 2020; OECD Policy..., 2020), непосредственной взаимосвязи между плотностью населения и заболеваемостью не было установлено. Уровень заболеваемости по отношению к населению региона в первую волну был выше не в наиболее населенных регионах, а в меньших по размерам поселениях, где случались вспышки заражений, связанные с «суперносителями» инфекции (Bailey, et al., 2020), что свидетельствует о сильном влиянии не-системных (случайных) факторов на эпидемическую обстановку. Пожалуй, самый известный пример – это конференция в Бостоне, США, в феврале 2020 г., на которую собрались лидеры биотехнологий со всего мира, где было заражено 90 человек¹, которые разъехались по городам и странам.

¹ По последним данным, основанным на расшифровке генома, заражение распространилось на 20 тысяч человек.

Вторая волна началась в сентябре 2020 г. и мы полагаем, что на динамику и масштаб заражения влияют более фундаментальные характеристики регионов, что подтверждается устойчивостью рэнкинга (сохранением порядка) наиболее пострадавших регионов.

Для целей настоящей работы мы разделили многочисленные особенности регионов, которые могут оказывать влияние на процессы распространения коронавируса, на две группы характеристик: (1) отражающие уязвимость региона к распространению инфекции и (2) формирующие возможности сопротивления распространению заболевания.

Уязвимость региона к распространению вируса зависит от широкого спектра факторов: природно-климатических (в более теплых и сухих регионах распространение коронавируса меньше), географических, демографических, экономических, социальных, политических (в США штаты, возглавляемые республиканцами, вводили менее жесткие ограничения и испытывали больший рост заболеваемости, чем штаты, возглавляемые демократами (Hallas, et al., 2020) и других, которые прямо или косвенно влияют на заболеваемость коронавирусной инфекцией.

Сопротивление распространению передаваемой контактным путем новой неизвестной инфекции в условиях отсутствия специфических вакцин и медицинских препаратов зависит от скорости и строгости осуществления мер, направленных на ограничение мобильности и контактов между людьми (закрытие внешних границ, а также границ между регионами внутри стран, остановка деятельности предприятий, введение карантинных мер, социальное дистанцирование и т.д.). Введение ограничений на экономические и социальные контакты и их соблюдение были и продолжают оставаться главными нефармацевтическими воздействиями, направленными на торможение процессов заражения.

Мы сосредоточили внимание на нескольких региональных характеристиках, которые, как показывают результаты исследований, связаны с распространением коронавируса.

Богатство регионов. Показатель валового дохода на душу населения традиционно используется в региональных исследованиях, его связь с уровнем заражения и смертности может быть как отрицательной, так и положительной. Регионы с высоким

ВРП на душу более урбанизированы, встроены в глобальные товарные и транспортные потоки, в них размещены крупные компании, для них характерна насыщенная общественная жизнь. В результате концентрации экономической и социальной активности в богатых регионах можно ожидать более высокого уровня заражения и смертности. Это предположение подтверждают, например, результаты исследования (Kapitsinis, 2020) по 119 регионам в 9 странах Европейского Союза – в более богатых регионах выше уровень заражения и смертности. Однако богатые регионы имеют не только плотную сеть контактов, но и более развитую инфраструктуру, здравоохранение, наконец, большие возможности для дистанционной работы.

С другой стороны, в бедных регионах многие люди не могут прекратить экономическую деятельность из-за низкого дохода, кроме того, у них меньше возможностей работать дистанционно в связи с характером работы или отсутствием доступа к инфраструктуре удаленного доступа. В таких регионах также ниже обеспеченность услугами здравоохранения. В исследовании (Woods, 2020) аргументируется обратная связь богатства региона и заражения – как коронавирус, так и меры, принятые для контроля его распространения, больше всего поражают бедные слои населения и районы. Факторы, которые способствуют более высокой смертности в бедных районах, включают взаимосвязь между бедностью и хроническими заболеваниями, ограниченный доступ к здравоохранению, демографические и профессиональные характеристики населения.

Плотность населения. Среди факторов, способствующих распространению инфекции, исследователи рассматривают плотность и численность населения, в том числе присутствие в регионе крупных городских агломераций, однако полученные результаты неоднозначны.

Крупные города отличаются высокой плотностью предприятий, развитой сетью коммуникаций, в том числе общественным транспортом, крупными магазинами и другими местами концентрации людей, что позволяет рассматривать COVID-19 как пандемию мегаполисов, при этом сельские районы пострадали меньше всего (Woods, 2020).

Пономарев и Радченко (Пономарев, Радченко, 2020) подтверждают, что города-миллионники наиболее подвержены риску

заражения и распространения коронавирусной инфекции. Аналогичной точки зрения придерживаются Земцов и Бабурин (Zemtsov, Baburin, 2020a, 2020b), отмечая, что регионы с высокой долей городского населения наиболее подвержены распространению пандемии, так как в городах не только выше интенсивность коммуникаций, но и ухудшаются природные и экологические условия, что негативно сказывается на здоровье населения.

Однако есть данные, противоречащие этой точке зрения. Так, последние данные по США показывают, что больше пострадали регионы с более высокой долей сельского населения. Пузанов и Алов (Пузанов, Алов, 2020) на основе обзора мировых публикаций, обосновывают отсутствие непосредственной связи между плотностью населения и заражением тем, что в развитых странах плотно населенные регионы с высоким уровнем благосостояния, высоким уровнем образования и лучшим доступом к широкополосному интернету имеют больший потенциал для социального дистанцирования и удаленной работы, что позволяет более успешно сопротивляться распространению заражения.

Окружающая среда, прежде всего качество атмосферного воздуха, оказывает существенное воздействие на заболеваемость, (заражение и летальность). Уровень загрязнения воздуха может влиять на заболеваемость COVID-19 по нескольким направлениям, среди которых наиболее существенными считаются более высокая подверженность заболеваниям легких в регионах с высоким уровнем загрязнения воздуха взвешенными частицами, а также возможность переноса вируса этими частицами на большие расстояния. Более того, результаты различных исследований (Accarino, 2021; Vecchetti, et al., 2021; Perone, 2020) позволяют предположить наличие причинно-следственной связи между загрязнением воздуха¹ и последствиями инфекции.

Сопротивление пандемии. Вплоть до начала 2021 основными способами сопротивления распространению заражения были «нефармацевтические вмешательства». Социальное дистанцирование и остановка или ограничение деятельности (локауты), свя-

¹ Особенно значимы выбросы твердых частиц, которые не только повышают восприимчивость людей к заболеванию, но и могут выступать в качестве «транспорта» для распространения вируса (см. (Perone, 2020))

занной с контактами, было и продолжает оставаться основным способом борьбы с распространением заболевания. Большинство стран приняли различные ограничивающие меры, но имеют значение не только установленные законом нормы и правила, но и соблюдение установленных норм и правил.

Реакция людей на ограничения и необходимость им следовать в течение, как оказалось, длительного периода, связана с переплетением множества обстоятельств, среди которых важное значение имеют не только экономические потери (например, утрата средств к существованию), но и резкое изменение повседневности в результате вынужденной изоляции и разрыва социальных связей, сопровождаемой нарастанием тревожности, страхов и депрессии. Принуждение к социальному дистанцированию вызывает сопротивление, что подтверждается массовыми штрафами за нарушения, а также отменой наиболее жестких ограничений (в частности, быстрой отменой введения электронных пропусков в нескольких российских регионах).

Соблюдение ограничений непосредственно нелегко оценить. Если передвижения людей отслеживаются (в какой-то степени) с помощью данных мобильных устройств¹, то нарушения соблюдения социального дистанцирования, а также санитарных норм и использования индивидуальных средств защиты оценить значительно труднее. Косвенной характеристикой может служить число штрафов, наложенных за нарушение ограничений. Так, на конец ноября 2020 г. в России было привлечено к административной ответственности за нарушения ограничений, введенных в связи с пандемией, более 1,1 млн человек².

Исследование (Maloney, Taskin, 2020) по регионам США показывает, что снижение мобильности в развитых странах в значительной степени является добровольным, зависит от осведомлен-

¹ Статистика о мобильности людей собирается Google на основе данных пользователей, которые включили историю местоположений в аккаунте Google на своих мобильных устройствах, и компания подчеркивает ограниченность ее применения. Яндекс также публикует «Индекс самоизоляции», но не раскрывает, как он формируется.

² Более 1,1 млн россиян оштрафовали за нарушения ограничений по COVID-19. Портал РБК. URL: <https://www.rbc.ru/society/28/11/2020/5fc1e2579a794715d3bb8187>

ности, страха или социальной ответственности и происходит независимо от требований со стороны государственных организаций, т.е. отражает более осознанное и информированное поведение, а не реакцию на репрессивные меры. Однако для самых бедных стран такой эффект не проявился, что интерпретируется авторами как вынужденный отказ от выполнения ограничений по мобильности из-за отсутствия средств к существованию.

Мы полагаем, что на долгосрочном горизонте соблюдение ограничений в большей степени связано с социальным капиталом, накопленным в региональном или местном сообществе. Социальный капитал рассматривается как совокупность принятых в сообществе норм, ценностей и взаимодействий, которые способствуют сотрудничеству внутри или между группами и обеспечивают организацию коллективных действий для достижения общественных благ (Grootaert, et al., 2004; Косарев и др., 2019). Социальный капитал включает доверие и солидарность, коллективные действия и сотрудничество, гражданскую ответственность и социальную сплоченность, и др. категории.

Мы предполагаем, что в сообществах с более высоким уровнем социального капитала уровень соблюдения ограничительных требований будет выше, что окажет позитивное влияние на опасность заражения. Поддерживают наше предположение исследования (Всемирный банк, 2020; OECD Policy..., 2020), где отмечается большая смертность от коронавируса в странах, где низок уровень доверия к правительству. Доверие правительству помогает людям преодолевать накопившуюся «усталость от ограничений», и продолжать соблюдать ограничения. Во время первой волны коронакризиса во многих странах увеличивался уровень доверия к правительству, при этом чаще растет доверие по отношению к правительствам регионального и местного уровня.

Измерение социального капитала – трудная задача, если для национального уровня есть несколько распространенных показателей, то для российских регионов существует очень мало эмпирических инструментов для оценки социального капитала. Ученые используют различные показатели, которые косвенным образом отражают уровень социального капитала¹. Мы использовали

¹ Земцов и Бабурин использовали уровень преступности и неофициальную занятость как обратный индикатор доверия членов сообщества друг к другу.

данные о явке на выборы как индикатор гражданской ответственности, сплоченности и доверия власти (отметим, что это индикатор, используемый в международных оценках социального капитала (Grootaert, et al., 2004).

Данные и методы

Для проверки взаимосвязи перечисленных региональных характеристик с распространением коронавируса COVID-19 был проведен эмпирический анализ данных для 85 субъектов Российской Федерации. Для расчетов были использованы данные Федеральной службы государственной статистики¹ за 2019 и 2020 гг., данные Оперативного штаба по коронавирусу в России² (на 22 сентября 2020 года и 13 февраля 2021 года; данные Центральной избирательной комиссии³ о явке избирателей на выборы).

Выбор временного периода определялся следующими соображениями:

1. Большая обоснованность данных – в начале пандемии высказывались мнения о значительной недооценке масштабов заболеваемости и смертности из-за ограниченности возможностей тестирования и расхождений в установлениях причины смерти; вторая волна заболевания сопровождалась масштабным тестированием и большей уверенностью в причинах летальных исходов.

2. Уменьшение зависимости динамики заражений от случайных событий – значительный прирост заразившихся во время второй волны снизил значение случайных событий, в частности, влияя на всплеск и суперраспространителей инфекции.

3. Завершающее соображение – период наблюдения от начала второй волны до начала массовой вакцинации демонстрирует региональные особенности в отсутствие специфических медикаментозных средств профилактики и лечения, позднее действенность нефармацевтических воздействий постепенно должна уступить место эффективности вакцинирования и формированию коллективного иммунитета. Мы предполагаем, что в текущих условиях сохранения неопределённости характеристики уязвимости и сопротивления регионов имеют самостоятельную ценность, и

¹ Сайт Росстата. URL: <https://rosstat.gov.ru/> .

² Сайт Оперативного штаба по коронавирусу в России. URL: <https://стопкоронавирус.рф/> .

³ Сайт Центральной избирательной комиссии. URL: <http://www.cikrf.ru/>

их особенно важно понимать в условиях непрогнозируемых глобальных угроз.

В рамках данного исследования были рассмотрены модели, где в качестве зависимых переменных использовались число заболевших коронавирусом в субъекте РФ и число умерших от коронавируса в субъекте РФ.

В качестве объясняющих переменных использованы показатели, приведенные в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Переменные модели

Региональные факторы	Показатели
Экономические характеристики	– Валовой региональный продукт на душу населения – Доля занятого населения в возрасте 25-64 лет, имеющего высшее образование в общей численности занятого населения соответствующей возрастной группы
Структура расселения	– Плотность населения – Присутствие города-миллионника
Структура экономики	– Доля сельского населения в общей численности населения – Число системообразующих предприятий
Капитал здоровья	– Ожидаемая продолжительность жизни – Заболеваемость на 1000 человек – Численность населения на одну больничную койку
Социальный капитал	– Явка на выборы 13 сентября 2020 года ¹ , %
Окружающая среда	– Выбросы загрязняющих веществ

Для оценки влияния региональных факторов на заболеваемость и смертность от коронавируса использовался регрессионный анализ – построение линейной регрессии (OLS). Итоговое уравнение регрессии имеет вид:

$$\ln(Covid) = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot Density + \alpha_2 \cdot \ln(GRP) + \alpha_3 \cdot Education + \alpha_4 \cdot Election + \alpha_5 \cdot \ln(Pollution) + \alpha_6 \cdot \ln(Life) + \varepsilon,$$

¹ Для г. Москва и г. Санкт-Петербург использовались данные о явке избирателей на выборы губернатора Санкт-Петербурга в 2019 г. и мэра Москвы в 2018 г.

где: *Covid* – показатель, характеризующий заболеваемость и смертность от коронавируса в регионах РФ, в одной спецификации модели мы использовали в качестве зависимой переменной число заболевших коронавирусом в регионе РФ (человек), в другой – число умерших от коронавируса в регионах РФ (человек); *Density* – плотность населения (тыс. человек/ кв. км); *GRP* – валовой региональный продукт на душу населения (млн рублей); *Education* – доля занятого населения в возрасте 25–64 лет, имеющего высшее образование в общей численности занятого населения соответствующей возрастной группы (%); *Election* – явка на выборы 13 сентября 2020 года (%); *Pollution* – выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух (тыс. тонн); *Life* – ожидаемая продолжительность жизни (лет).

В табл. 8.2 и 8.3 представлены результаты эконометрического моделирования.

Таблица 8.2

**Влияние региональных факторов
на заболеваемость коронавирусом в субъектах РФ**

Фактор	22 сентября 2020 г.	13 февраля 2021 г.
	коэффициент (p-value)	коэффициент (p-value)
Плотность населения	0,390 (0,002)***	0,568 (0,000)***
Валовой региональный продукт на душу населения	-0,373 (0,000)***	-0,410 (0,000)***
Доля занятых с высшим образованием	4,536 (0,007)***	2,689(0,048)**
Явка на выборы	-0,929 (0,061)*	-1,412(0,001)***
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух	0,412 (0,000)***	0,344 (0,000)***
Ожидаемая продолжительность жизни	8,931(0,000)***	6,778(0,002)***
F-статистика (p-value)	20,76 (0,000)	30,75 (0,000)
R ² (R ² -скорректированный)	0,62 (0,59)	0,70 (0,68)

*– значимость при 1%, **– значимость при 5%, ***– значимость при 10%.

Наибольшей значимостью и устойчивостью (значимы как для данных 22 сентября 2020 года, так и для данных 13 февраля 2021 года) обладают такие факторы, как плотность населения, валовой региональный продукт на душу населения, выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух и ожидаемая продолжительность жизни.

Таблица 8.3

Влияние региональных факторов на смертность от коронавируса в субъектах РФ

Фактор	22 сентября 2020 г.	13 февраля 2021 г.
	Коэффициент (p-value)	Коэффициент (p-value)
Плотность населения	0,642 (0,000)***	0,733 (0,000)***
Валовой региональный продукт на душу населения	-0,646 (0,000)***	-0,652 (0,000)***
Доля занятых с высшим образованием	4,260 (0,078)*	–
Явка на выборы	-1,295 (0,074)*	-1,162(0,074)*
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух	0,450 (0,000)***	0,485 (0,000)***
Ожидаемая продолжительность жизни	11,837(0,002)***	10,432(0,002)***
F-статистика (p-value)	17,16 (0,000)	25,86 (0,000)
R ² (R ² -скорректированный)	0,57 (0,54)	0,62 (0,60)

*– значимость при 1%, **– значимость при 5%, ***– значимость при 10%.

Как и в случае с заболеваемостью коронавирусом в данной спецификации модели также наиболее значимы такие факторы, как плотность населения, валовой региональный продукт на душу населения, выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух и ожидаемая продолжительность жизни.

Можно сделать вывод, что данные показатели в большей степени влияют как на заболеваемость, так и на смертность от коронавируса в российских регионах, при этом влияние данных факторов наблюдалось как в начале, так и в конце периода наблюдения развития второй волны коронавируса в РФ.

Такие факторы, как доля занятых с высшим образованием и явка на выборы в большей степени влияют на заболеваемость коронавирусом, чем на смертность от коронавируса.

Итак, нами выполнены оценки взаимосвязей ряда характеристик регионов с уровнем заражений и смертности от коронавирусной инфекции. В исследование были включены уже обоснованные в зарубежных и отечественных работах факторы, а также новые характеристики, связанные с социальным капиталом регионов. Часть выделенных характеристик амбивалентно связана с распространением инфекции и тяжестью ее последствий для населения. Так, демографические характеристики региона, агломерационные эффекты и структура экономики в зависимости от конкретных условий могут действовать различным образом.

Уязвимость региона к коронавирусу значимо зависит от плотности населения, качества атмосферного воздуха, доли пожилых людей, и, неожиданно, уровня образования.

Важным результатом считаем выявленное сильное и значимое влияние качества атмосферного воздуха на заражение и еще более сильное – на смертность.

Распространение заражения зависит от капитала здоровья – менее отягощённые болезнями люди в большей степени защищены от заражения и в меньшей степени распространяют инфекцию. Более высокая ожидаемая продолжительность жизни увеличивает число более пожилых людей, которые в наибольшей степени уязвимы по отношению к заболеванию.

Мы включили в рассмотрение несколько статистических характеристик капитала здоровья – общий уровень заболеваемости, ожидаемую продолжительность жизни, и число больничных коек как характеристику доступности ресурсов системы здравоохранения. Подтвердилось только предположение, что заболеваемость выше в регионах с более возрастным населением.

Ряд характеристик, которые мы использовали в расчетах, оказались незначимыми, это использованные нами показатели структуры экономики региона (доля сельского населения и число системообразующих предприятий), показатели, связанные с возможностями системы здравоохранения (обеспеченность местами в больницах) и здоровьем населения (заболеваемость), и присутствие в регионе города-миллионника.

Регионы с большей долей сельского населения отличаются меньшей плотностью, меньшим числом контактов, но более возрастным населением, и, как правило, меньшим доступом к ресурсам системы здравоохранения. Доля сельского населения в российских регионах оказалась незначимой, что отличается от данных по США, где вторая волна коронавируса особенно сильно проявилась именно в сельских регионах.

Системообразующие предприятия – это крупные предприятия с большой численностью занятых, которые не прекращали деятельность в условиях пандемии. Расчеты показали, что присутствие таких предприятий на территории региона не оказывает влияния на распространение коронавируса, что можно объяснить действием разнонаправленных факторов. С одной стороны, вероятность увеличения контактов и сокращение социального дистанцирования стимулирует распространение инфекции, с другой стороны, многие крупные предприятия предприняли экстраординарные меры по повышению безопасности взаимодействий на рабочих местах (тестирование, средства защиты, дистанцирование и др.), что работает на сопротивление росту заражения.

Более высокий уровень образования населения положительно и значимо связан с заражением коронавирусом, что оказалось неожиданным результатом. Мы предполагаем, что возможны различные комбинации поведенческих, поселенческих и профессиональных характеристик, которые могут объяснить такой результат. В частности, более образованная часть населения концентрируется в крупных городах, где выше плотность и частота контактов. Она может быть в большей степени профессионально вовлечена в сферы деятельности с высокой угрозой заражения – здравоохранение и образование. Кроме того, образованные люди могут быть более восприимчивы к поступающей информации о расширении тестирования и разработках протоколов лечения, что может снизить уровень страха и тревожности и повысить активность передвижений и контактов. В частности, такой вариант влияния увеличения проводимых тестов на соблюдение ограничений представлен в работе (Azzolina, et al., 2020).

Итак, высокая дифференциация российских регионов отразилась и на масштабах проникновения заражения коронавирусом. На основе анализа факторов уязвимости и факторов сопротивле-

ния регионов нам удалось продемонстрировать значимость нескольких региональных характеристик, связанных с распространением инфекции.

Факторами сопротивления стали богатство региона и социальный капитал его населения. Население более обеспеченных российских регионов меньше подвергается заражению, наиболее уязвимы более бедные регионы, регионы с высокой плотностью населения, регионы с худшим качеством окружающей среды, и с более пожилым населением.

Важным результатом мы считаем выявление роли социального капитала в сопротивлении пандемии коронавируса. Социальный капитал имеет значение, что и проявилось в наших расчетах – более высокое качество социального капитала связано с более низким уровнем заражения, а также смертности.

Разработка методов профилактики и лечения, а также переход к массовой вакцинации способны обеспечить качественный прорыв в борьбе с пандемией коронавируса. Тем не менее, основные характеристики регионов имеют устойчивый характер, и их важно учитывать при обоснования мер региональной политики, чтобы потенциально замедлить распространение COVID-19 и контролировать другие инфекционные заболевания в будущем.