

А. Н. Пилясов<sup>а)</sup>, Н. Ю. Замятина<sup>б)</sup>, Е. А. Котов<sup>в)</sup>

<sup>а, б)</sup> МГУ им. М. В. Ломоносова, Институт регионального консалтинга, г. Москва, Российская Федерация

<sup>в)</sup> Высшая школа экономики, г. Москва, Российская Федерация

<sup>а)</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2249-9351>, e-mail: pelyasov@mail.ru

<sup>б)</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4941-9027>

<sup>в)</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6690-5345>

## Распространение пандемии COVID-19 в регионах России в 2020 году: модели и реальность<sup>1</sup>

*Ввиду комплексного влияния пандемии COVID-19 на здоровье населения регионов России актуальным становится исследование связи региональных особенностей социально-экономического развития и результатов первого года пандемии (выраженных в избыточной смертности в регионах). Цель настоящей работы — объяснить на основании количественной и качественной модели процесс диффузии коронавируса в регионах России, используя для этого фонд накопленных зарубежных публикаций, данные российской региональной статистики и базы данных нормативных правовых документов «Консультант Плюс». Методологией исследования стала концепция пространственной диффузии, разработанная в 1950–1980-е гг. Основными методами работы стали картографический анализ помесечной динамики проникновения коронавируса в регионы России, регрессионный анализ региональных различий в уровне избыточной смертности с отбором наиболее значимых объясняющих переменных. В ходе исследования разработана регрессионная модель, объясняющая распространение вируса COVID-19 в пространстве российских регионов в 2020 г., предложена качественная модель «сети — места — масштабирование» для описания процесса пространственной диффузии вируса в регионах России, доказана связь распространения вируса с экономической специализацией регионов, в то время как широко обсуждаемые факторы физической плотности, уровня урбанизации, подушевых доходов при корреляции с уровнем избыточной смертности в регионах России не показали значимой связи. Основные результаты работы: 1) выявлены значительные расхождения реальной ситуации в регионах России по сравнению с ожидаемыми по упрощенной центрально-периферийной модели, 2) определены значимые переменные регрессионной модели, объясняющие межрегиональные различия в уровне избыточной смертности 2020 г.: доля занятых в контактоемкой оптовой и розничной торговле, обрабатывающей промышленности (крупные производственные коллективы), доля населения старше 65 лет, количество объектов розничного ритейла на 1000 чел. населения, 3) обоснована адекватность качественной модели «сети — места — масштабирование», которая позволяет объяснить механизмы процесса распространения коронавируса в регионах России. В будущем предполагаются исследования механизмов и социально-экономических последствий пандемии на муниципальном уровне крупных городов и городских агломераций России.*

**Ключевые слова:** регионы России, пандемия COVID-19, многофакторная регрессионная модель «переменные — избыточная смертность», контактоемкость отраслей, контактоемкость социально-культурных событий, модель «сети — места — масштабирование», иерархическая диффузия вируса в пространстве, горизонтальная диффузия вируса в пространстве, передислокационная диффузия вируса в пространстве

### Благодарность

Финансирование исследования осуществлялось по гранту РФФИ №20-04-60490 Вирусы «Разработка территориально дифференцированных методов регулирования социально-экономических взаимодействий, отраслевой структуры и локальных рынков труда в целях обеспечения сбалансированного регионального развития в условиях сложной эпидемиологической обстановки».

<sup>1</sup> © Пилясов А. Н., Замятина Н. Ю., Котов Е. А. Текст. 2021.

Авторы благодарят аспиранта географического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова Б. В. Никитина за подготовленную карту избыточной смертности по регионам России.

**Для цитирования:** Пилиасов А. Н., Замятина Н. Ю., Котов Е. А. Распространение пандемии Covid-19 в регионах России в 2020 году: модели и реальность // Экономика региона. 2021. Т. 17, вып. 4. С. 1079-1095. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-4-3>.

## RESEARCH ARTICLE

*Alexander N. Pilyasov*<sup>a)</sup>, *Nadezhda Yu. Zamyatina*<sup>b)</sup>, *Egor A. Kotov*<sup>c)</sup>

<sup>a, b)</sup> Institute of Regional Consulting, Moscow, Russian Federation

<sup>a, b)</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

<sup>c)</sup> National Research University "Higher School of Economics", Moscow, Russian Federation

<sup>a)</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2249-9351>, e-mail: pelyasov@mail.ru

<sup>b)</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4941-9027>

<sup>c)</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6690-5345>

## The Spread of the Covid-19 Pandemic in Russian Regions in 2020: Models and Reality

Considering the widespread of Covid-19 and its impact on the population health in Russian regions, it is necessary to examine the impact of the pandemic (as excess mortality) on the regional socio-economic development in 2020. Based on a quantitative and qualitative model, the study explains the process of coronavirus diffusion at the regional level, using information from foreign publications, Russian regional statistics and a database of legal documents «Consultant +». The concept of spatial diffusion, developed in the 1950s-1980s, was chosen as the research methodology. The study methods include a cartographic analysis of the monthly dynamics of coronavirus spread in Russian regions and regression analysis of regional differences in excess mortality regarding the most significant explanatory variables. The developed regression model explains the spread of Covid-19 across Russian regions in 2020, while the proposed qualitative model «network-place-scaling» describes the spatial diffusion of the virus. The conducted analysis confirmed the relationship between the spread of the virus and economic specialisation of regions. Simultaneously, such widely discussed factors as physical density, urbanisation level and per capita income did not show significant correlation with excess mortality. The study revealed the following results. There is a significant discrepancy between the actual situation in Russian regions and expected developments according to the simplified centre-periphery model. The important regression variables, explaining the interregional differences in excess mortality in 2020, include the share of employed in contact-intensive wholesale and retail trade and manufacturing (large production teams); proportion of the population over 65; the number of retail facilities per 1000 people. The qualitative model «network-place-scaling» was deemed suitable for explaining the mechanisms of the spread of coronavirus in Russian regions. Future studies should focus on examining the mechanisms and socio-economic consequences of the pandemic at the municipal level of large cities and urban agglomerations in Russia.

**Keywords:** Russian regions, Covid-19 pandemic, multivariate regression model «variables-excess mortality», contact intensity of various industries and socio-cultural events, model «network-place-scaling», hierarchical virus diffusion, horizontal virus diffusion, relocation virus diffusion

### Acknowledgements

The article has been prepared with the support of the Russian Foundation for Basic Research, the research project No. 20-04-60490 Viruses «Development of territorially differentiated methods of regulating socio-economic interactions, sectoral structure and local labor markets in order to ensure balanced regional development in a difficult epidemiological situation».

The authors would like to thank the postgraduate student of the Faculty of Geography of the Lomonosov Moscow State University Boris Nikitin for the prepared map of excess mortality in Russian regions.

**For citation:** Pilyasov, A. N., Zamyatina, N. Yu. & Kotov, E. A. (2021). The Spread of the Covid-19 Pandemic in Russian Regions in 2020: Models and Reality. *Ekonomika regiona [Economy of regions]*, 17(4), 1079-1095, <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-4-3>.

### 1. Введение

Анализ географии распространения пандемии COVID-19 в российских пространствах по данным ежемесячной избыточной смертности в регионах ставит исследователя в тупик.

Обнаруживаемая картина не соответствует ожиданиям. Очевидно, что объяснения картины заболеваемости уже не дают прежние представления о переносе возбудителей эпидемий по наземным и водным транспортным пу-

тям — как это было при распространении чумы в средние века. Однако и ключевая для второй половины XX в. концепция Т. Хёгерстранда об иерархическом переносе инноваций от центра на периферию тоже не позволяет объяснить картину в полной мере.

Не работают и многочисленные закономерности, изученные классиками советской эпидемиологической географии [1–3], которые имели дело преимущественно с малообжитыми, слабо затронутыми урбанизацией и индустриализацией территориями.

Детальные данные по распространению новой коронавирусной инфекции позволили уточнить, а в чем-то и изменить представления о связи пространственных особенностей расселения и хозяйственной деятельности и путей распространения эпидемии. Сегодня очевидно, что оно происходит не последовательно, а параллельно, сразу в нескольких очагах; хорошо известные и, казалось бы, очевидные факторы диффузии пандемии в виде высокой плотности населения, наличия крупных городских агломераций либо вовсе перестают работать, либо работают очень избирательно. Например, даже в пределах сравнительно небольшой Италии ситуация в крупнейших городах была абсолютно разной: в Милане значительно хуже, чем в Риме и Неаполе. Среди европейских столиц Лондон, Париж и Мадрид демонстрировали в первом полугодии 2020 г. значительно худшие показатели избыточной смертности, чем крупнейшая городская агломерация Германии — Рурская [4].

Исследователи сформулировали даже парадокс плотности [5], который состоял в том, что некоторые менее заселенные страны имели более высокие уровни избыточной смертности, чем страны с более высокой плотностью населения: например, Швеция и Словения. Нью-Йорк, который стал в США эпицентром пандемии, имеет плотность населения меньшую, чем Сеул, в котором подушевой уровень заболеваемости и смертности был несопоставимо меньше.

Что касается России, то постепенно становилось очевидно, что в случае распространения COVID-19 мы впервые столкнулись с феноменом многомерного пространства, которое имеет различные свойства и измерения, и поэтому диффузия заражения в нем также происходит одновременно по нескольким различающимся алгоритмам. Так перед нами возник исследовательский вызов — предложить модель, способную объяснить особенности распространения пандемии COVID-19

в 2020 г. Именно пандемия — как принудительный эксперимент — вскрыла как никогда раньше многие структурные свойства российского пространства.

Объектом нашего исследования стала уязвимость здоровья населения регионов России для пандемии COVID-19, а предметом — связь региональных особенностей социально-экономического развития, в том числе экономической специализации, особенностей расселения, структуры населения и др., и результатов первого года пандемии. Особенность нашего подхода состоит в том, что пандемия коронавирусной инфекции понимается как многоплановое явление, включающее не только распространение заболевания, но и институциональную перестройку, беспрецедентные меры противодействия пандемии, а также мощное информационное поле вокруг пандемии. Логическим следствием такого комплексного подхода является выбор ключевого индикатора развития пандемии — вместо обычно используемого в работах по распространению инфекций уровня заболеваемости выбрана избыточная (по сравнению с предыдущими годами) смертность как интегральный результат распространения пандемии.

В основу исследования была положена гипотеза о влиянии региональных особенностей на уязвимость здоровья представителей различных территориальных сообществ для вирусной пандемии. Показатель избыточной смертности от COVID-19 зависит от социально-экономических особенностей территории. Влияние социально-экономических взаимодействий на распространение вируса зависит от его собственной контагиозности (заразности), с одной стороны, и интенсивности и характера контактов между людьми, с другой стороны.

Логично предположить, что среди прочих факторов, влияющих на интенсивность взаимодействий (плотность населения, особенности системы расселения и др.), окажется и отраслевая специализация — в силу того, что разные виды экономической деятельности связаны с разной интенсивностью взаимодействий, например, конвейерное производство или работа торгового центра и офисная работа с возможностью перевода работников в дистанционный режим. Оставляя за рамками рассмотрения собственно свойства вируса, мы сосредоточились на втором аспекте, а именно — на влиянии факторов, обуславливающих ту или иную интенсивность социально-экономических взаимодействий, на ход и последствия

первого года пандемии, уделив особое внимание структуре региональной экономической системы.

Цель (исследовательский вопрос) работы — выявить связь между региональными социально-экономическими особенностями и результатами первого года пандемии (которая опосредована социально-экономическими взаимодействиями) и представить теоретическую модель полученных результатов. Данная цель потребовала решения следующих задач:

1) отбор элементов и компоновка адекватной качественной модели, описывающей первый год диффузии пандемии в пространстве России;

2) проверка разработанной качественной модели на примере пространственно-временного процесса распространения коронавируса в России в 2020 г. на основании динамики показателя избыточной смертности и нормативно-правового регулирования этого процесса в регионах;

3) тестирование факторов, потенциально влияющих на уровень избыточной смертности в регионах России в 2020 г., и отбор наиболее репрезентативных среди них в регрессионную модель для финальной проверки.

## 2. Формирование методологических подходов к исследованию. Анализ накопленного опыта исследования пространственно-временной динамики пандемии COVID-19

Большинство работ в сфере социально-экономической географии, посвященных пандемии COVID-19, остается в рамках традиционного подхода, основанного на анализе распространения болезни. Многие зарубежные статьи, которые описывают распространение пандемии в пространстве крупных и малых стран, Европейского союза, подчеркивают предельную неравномерность географии заражения (эпидемиологической географии) и определяют основные факторы, объясняющие диффузию вирусной инфекции, в результате конструирования различных регрессионных моделей [6–11]. Результатирующими показателями обычно являются не всегда надежные данные об официально зафиксированных заражениях и / или смертях от новой коронавирусной инфекции (в большинстве случаев — помесечные), в некоторых случаях — данные об избыточной смертности населения по сравнению со средней смертностью за предыдущий период или по отношению к тренду изменений уровня смертности (то есть с учетом ожи-

даемого снижения уровня смертности в 2020 г. без учета пандемии).

В случае использования данных об избыточной смертности, с одной стороны, устраняется проблема неточностей при фиксации смерти от коронавирусной инфекции, с другой — является новая проблема в виде сложности разделения смертей непосредственно от новой инфекции и избыточных смертей от других причин. Тем не менее, именно избыточная смертность обычно рассматривается как кумулятивный показатель результатов пандемии — от прямых и косвенных причин совокупно. Поэтому мы именно ее и используем в качестве результирующей функции в нашем регрессионном анализе.

Что касается объясняющих факторов, то общим трендом стало изучение зависимости заболеваемости не только от проницаемости пространства для заболевания (как в классических моделях диффузии нововведений), но и от факторов собственно местной и региональной среды: здесь можно провести аналогии с понятием «поглощающей способности» (*absorptive capacity*), широко используемым в географии инноваций (в том числе в концепции региональных инновационных систем). Так, наряду с общими показателями общей численности населения, плотности, возрастной, гендерной, этнической, профессиональной и квалификационной структуры населения, отраслевой занятости присутствуют также и специфические индикаторы, зависящие от конкретной страны и направленности исследования, например, подушевого дохода, размера домохозяйства, доли иммигрантов, наличия домов престарелых [12], среднегодовой или среднемесячной температуры и количества осадков, аэропортов, среднего размера социальной дистанции, выраженной в минутах [13] и др.

В контексте нашего исследования особого внимания заслуживают несколько работ, посвященных производственным факторам, которые в промышленных районах и странах выступили катализаторами заражения: в старопромышленных районах угледобычи в Польше такими причинами стали урбанизация и индустриализация, а очагами — депрессивные монопрофильные города [14], в Марокко — промышленные кластеры [15]. Промышленные предприятия выступают очагами, точками концентрации больших масс людей, которые, возвращаясь с работы домой, заражают свои семьи.

В России наиболее близка к тематике нашей работы статья С.П. Земцова и В.Л. Бабурина

[16], в которой описаны основные факторы и дан анализ пространственной динамики пандемии. Другие работы наших коллег посвящены экономическим последствиям коронавирусной пандемии для российских регионов [17–19], оценке влияния кризиса, вызванного пандемией, на малый и средний бизнес и мерам господдержки [20–21], описанию федеральной бюджетной политики (с тенденцией к еще большей централизации) в 2020 г. [22] и слабо пересекаются с тематикой нашего исследования.

Для выбора наиболее адекватной методологической базы исследования был проведен анализ выборки работ зарубежных авторов, опубликованных с января 2020 г. по май 2021 г. по географическим, экономическим, социокультурным аспектам пандемии, размещенных в открытом доступе на сайте [wileyonlinelibrary «Covid-19 Research»](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cob.12500)<sup>1</sup>. Проведенный анализ убеждает, что обращение к основоположникам концепции пространственной диффузии позволяет создать прочную отправную базу для объяснения пространственно-временного развертывания пандемии в России. Поэтому методологической основой нашего исследования стала концепция пространственной диффузии (диффузии инноваций, вирусной, профессиональной и других социально-экономических явлений, распространяющихся в пространстве), которая в своей классической иерархической форме впервые была описана (на шведском языке) Т. Хегерстрандом еще в 1950 г. [23], затем дополнена и расширена в 1980-е и последующие годы Э. Клиффом и соавторами [24] и К. Хорнсби<sup>2</sup>, описавшими новые виды диффузии расширения (в том числе контактной) и перемещения. Однако специфика российских пространств, конечно, потребовала создания местной надстройки на эту базовую концептуальную часть.

Анализ литературы позволил выдвинуть гипотезу об уязвимости здоровья региональных сообществ для пандемии под воздействием сочетания двух групп факторов, проистекающих из особенностей социально-экономического развития. Первая группа — классические диффузионные. Это все особенности региона, способствующие повышению уровня контактов между людьми на всех уровнях. На глобальном и национальном уровне это доступность

международного авиасообщения, миграционная подвижность и т. д.: открытость региона вовне должна, согласно гипотезе, способствовать раннему проникновению вируса в регион (далее будем для краткости называть их факторами распространения). На локальном уровне действуют факторы, обуславливающие интенсивность контактов между людьми в месте проживания / работы и, следовательно, обуславливающие скорость распространения вируса внутри региона: плотность населения, уровень развития сферы услуг, местного транспорта, занятость в той или иной сфере и т. д.

Вторая группа факторов — это уровень сопротивляемости местной среды (то есть, строго говоря, понятие, обратное вышеупомянутой «поглощающей способности»): возрастная структура, уровень обеспеченности медицинскими услугами на момент начала пандемии и др. (эту группу факторов будем называть факторами сопротивления).

### 3. Методика исследования

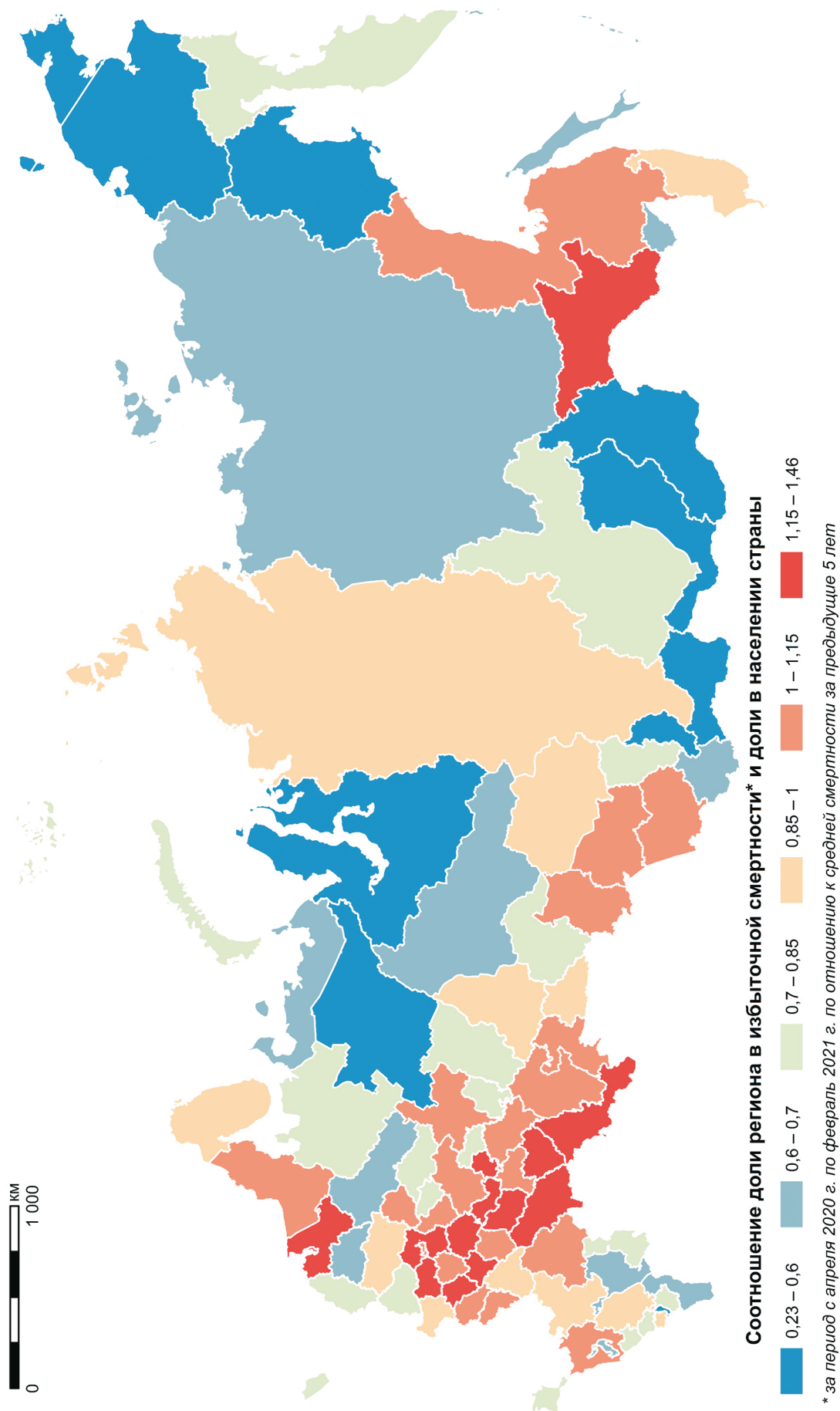
В качестве главного показателя хода пандемии была выбрана статистика избыточной смертности, обладающая, по мнению большинства экспертов, в России существенно большей надежностью, чем показатели заболеваемости коронавирусом [25] (абсолютное и относительное превышение смертности в 2020 г. над средним уровнем за 2015–2019 гг.). Другие показатели, которые использовались как переменные в регрессионной модели с функцией избыточной смертности, были взяты из базы данных ЕМИСС, сборников «Регионы России. Социально-экономические показатели».

Избыточная смертность по регионам России была вычислена как превышение смертности за период с апреля 2020 г. по февраль 2021 г. над средней за соответствующие периоды 2015–2019 гг., взвешенное на душу населения без учета тренда изменений смертности (рис. 1). Взвешенный показатель был использован для ликвидации эффекта исходной низкой базы, который проявляется при обычно используемом показателе процентного превышения абсолютных значений смертности 2020 г. среднего значения за 2015–2019 гг.

Уже беглый взгляд на карту показывает, что система расселения, плотность населения, наличие крупных городов — не главные факторы формирования избыточной смертности. Из семерки регионов с максимальной избыточной смертностью (Липецкая, Рязанская, Пензенская, Оренбургская, Самарская области, Республики Мордовия и Чувашия) только

<sup>1</sup> <https://novel-coronavirus.onlinelibrary.wiley.com>.

<sup>2</sup> См.: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.36.8177&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения: 25.07.2021).



**Рис. 1.** Избыточная смертность по регионам России за период с апреля 2020 г. по февраль 2021 г. по сравнению со средней за предыдущий пятилетний период (2015—2019 гг.)  
**Fig. 1.** Excess mortality by Russian regions for the period from April 2020 to February 2021 compared to the average value for the previous five-year period (2015–2019)

Самарская область имеет городские центры первого порядка, которые (теоретически) должны были первыми принять удар пандемии. Из регионов с крупнейшими городами-миллионерами Свердловская и Ростовская области имеют средние показатели, тогда как относительно редконаселенный Алтайский край или Кировская область — повышенные.

Первичный картографический анализ позволяет предположить наличие факторов распространения пандемии, не связанных с классической диффузией, — ни иерархической, ни иной: то есть факторов сопротивления, а не только проницаемости.

В основу работы был положен регрессионный анализ. Сам процесс выбора модели для анализа показал сложность картины пандемии: линейные модели не подошли для адекватного описания ситуации. После перебора нескольких вариантов моделирования были определены две модели, которые позволили сделать более точные оценки коэффициентов.

Первая — модель SARAR (*Spatial Auto Regressive — Auto Regressive model*) (1), способная компенсировать пространственную автокорреляцию зависимой переменной, а также неизвестных факторов (через компенсацию пространственной автокорреляции остатков), что особенно важно для анализа показателей пандемии на уровне регионов за счет их связи между собой. Данная модель способна учесть неизвестные исследователю факторы через компенсацию пространственной автокорреляции остатков модели. Общий вид модели:

$$Y = \rho WY + X\beta + u, u = \lambda Wu + \varepsilon, \quad (1)$$

где  $Y$  — зависимая переменная (избыточная смертность);  $\rho$  — скалярный параметр пространственной авторегрессии зависимой переменной;  $W$  — матрица весов (на основе матрицы соседства регионов);  $X$  — вектор независимых переменных (характеристик регионов);  $\beta$  — векторы коэффициентов независимых переменных;  $u$  — параметр пространственного взаимодействия ошибок модели;  $\lambda$  — скалярный параметр пространственной авторегрессии ошибок модели;  $\varepsilon$  — вектор ошибок модели.

Данная модель захватывает одновременно локальные эффекты (прямое соседство), а также глобальные эффекты (волновое распространение явлений через всю систему). В среднем применение пространственных моделей в релевантных случаях улучшает базовую линейную модель в плане увеличения объясняемой дисперсии, — ошибки в таких моде-

лях также ниже по сравнению с базовым вариантом регрессии.

В качестве альтернативной, более простой пространственной модели была выбрана модель SEM (*Spatial Error Model*) (2), которая имеет вид:

$$Y = X\beta + u, u = \lambda Wu + \varepsilon, \quad (2)$$

то есть, в отличие от модели SARAR (1), не учитывает пространственную автокорреляцию независимой переменной.

В качестве целевой переменной был использован ранее описанный показатель избыточной смертности. В качестве независимых (объясняющих) переменных было проанализировано свыше 170 различных статистических показателей, в числе которых интенсивность миграционных потоков, социально-демографический состав населения, уровень доходов населения, уровень экономического развития региона и уровень цифровизации, уровень обеспеченности транспортом, базовые характеристики климата, коммерческая активность, обеспеченность медицинской помощью, число поисковых запросов в системе Яндекс по отобранным ключевым словам-маркерам и др. Детально была проанализирована структура занятости населения.

Для каждой из переменных была рассмотрена корреляция ее значения со значением избыточной смертности (в таблице 1 представлены переменные с максимальными абсолютными значениями корреляции с показателем избыточной смертности и максимальной статистической значимостью взаимосвязи). Корреляционный анализ позволил сузить список переменных для более детального последующего анализа.

#### 4. Результаты исследования

Уже первый этап анализа — корреляционный — позволил выявить некоторые закономерности распространения пандемии. Так, очевидно некоторое преимущество периферийности экономико-географического положения (во всяком случае, в первый исследованный год пандемии): меньше избыточная смертность в бедных регионах с развитым автобусным сообщением и выше в наиболее инновационных, с развитой третичной сферой и малым предпринимательством. Но это ситуация первого года пандемии, и результаты могут быть связаны с тем, что пандемия еще в основном не дошла до российской периферии.

Практически не проявилось и влияние открытости региона на внешний мир: ни число

Список показателей с наиболее значимой корреляцией с целевой переменной (избыточной смертностью)

Table 1

## Indicators significantly correlated with the target variable (excess mortality)

Показатель, %	Коэффициент Пирсона
Доля населения старше трудоспособного возраста	0,6234
Доля населения, занятого в обрабатывающей промышленности, в общей численности трудоспособного населения	0,5820
Доля населения, занятого в оптовой и розничной торговле, в общей численности трудоспособного населения	0,5387
Доля малого и среднего предпринимательства в ВРП	0,3890
Доля ВРП субъекта в суммарном ВРП всех субъектов РФ	0,3780
Число патентов на 10000 чел.*	0,3098
Число зарегистрированных на юрлиц автобусов на душу населения	-0,3205
Доля населения, занятого в добыче полезных ископаемых, в общей численности трудоспособного населения	-0,3731
Доля населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума	-0,4081
Доля населения, занятого в образовании, в общей численности трудоспособного населения	-0,4722
Доля населения, занятого в государственном управлении, в общей численности трудоспособного населения	-0,4971
Доля населения моложе трудоспособного возраста	-0,6347

\* Разумеется, этот показатель не связан непосредственно с пандемией, однако может служить маркером инновационных центров (которые, интуитивно, можно было ожидать увидеть как раз в крупных городских агломерациях).

аэропортов (абсолютное или нормированное), ни уровень автомобилизации, ни разнообразные характеристики железнодорожной сети, ни даже миграционная ситуация не оказали значимого влияния на формирование показателей избыточной смертности. Все это подтверждает сложный характер распространения пандемии в современных региональных сообществах, что, впрочем, не вызывает удивления: уже в работах по географической, организационной, институциональной близости констатировалась необходимость перехода от линейного, сугубо топологического восприятия географического пространства к многомерному пространству, проницаемость которого опосредована разными формами сетевых взаимодействий.

Нашла подтверждение гипотеза о связи уязвимости здоровья населения для пандемии и экономической специализации: с избыточной смертностью положительно связана занятость в обрабатывающей промышленности, оптовой и розничной торговле (сферы, очевидно требующие прямых личных контактов) и отрицательно связана занятость в добывающей промышленности (возможно, в случае добывающие регионы, в целом, отличаются меньшей плотностью населения и некоторыми другими параметрами, также препятствующими повышенной смертности от COVID-19 —

например, большей долей молодых в возрастной структуре населения).

На следующем этапе в ходе разработки регрессионной модели удалось отобрать наиболее значимые переменные, которые в совокупности объясняют 62 % дисперсии избыточной смертности в случае лучшей отобранной модели *Spatial Error Model* (2). В качестве контрольных переменных, в том числе на основе опыта других исследователей, мы использовали плотность населения (через комбинацию числа жилых площадей на душу и непосредственно числа жителей на единицу общей площади региона), внутренние миграционные потоки, численность врачей на душу населения (как показатель качества здравоохранения), долю ВРП региона в ВВП страны (как показатель общего уровня благосостояния региона), среднюю температуру воздуха за 10 лет (как показатель климатических особенностей).

Описание результатов моделирования представлено в таблице 2. Парные корреляции переменных и значения фактора инфляции дисперсии (не превышающие 4,5) представлены в графическом виде на рисунке 2.

Как видно из сравнения моделей, для модели *SEM* значение критерия Акаике (*AIC*) минимально, для модели *SARAR* (1) коэффициент *Rho* незначим, что позволяет говорить о том, что модель *SEM* (2) оптимальна, несмотря



		Doctors_per_capita_x1000							
Excess_mortality_apr_feb_per_capita (Избыточная смертность)	<del>0.04</del>								
Floor_Area_per_capita (Общая площадь жилых помещений на жителя)	<del>0.17</del>	0.5							
GRDP_in_GDP_Share_log (Доля ВРП субъекта в ВВП РФ)	0.26	0.38	<del>0.05</del>						
Jul_Temp_Mean_10yr (Средняя температура в июле за 10 лет)	-0.32	0.26	<del>0.01</del>	<del>0.06</del>					
Migr_IntraReg_3Y_mean_per_capita_x10000 (Внутрирегиональная миграция на 10 тыс. чел., средняя за 3 года)	<del>0.07</del>	-0.24	<del>0.03</del>	<del>0.13</del>	-0.46				
Population_Density_log (Плотность населения в регионе)	<del>0.17</del>	0.46	<del>0.15</del>	0.26	0.64	-0.57			
Post_Working_Age_Population_Share (Доля населения старше трудоспособного возраста)	-0.25	0.62	0.75	<del>0.09</del>	0.24	<del>0.06</del>	0.41		
Retail_N_per_capita_x1000 (Количество объектов ритейла на 1000 человек)	-0.23	-0.22	0.23	-0.34	-0.22	0.28	-0.45	<del>0.13</del>	
Workers_in_C_EconAct_Share (Доля работников в сфере производства)	-0.3	0.58	0.66	0.25	<del>0.02</del>	<del>0.03</del>	0.31	0.74	<del>0.02</del>
Workers_in_G_EconAct_Share (Доля работников в сфере торговли)	<del>0.1</del>	0.54	0.46	0.58	<del>0.09</del>	<del>0.08</del>	0.36	0.57	<del>0.18</del>

Незначимые на уровне 5% корреляции зачеркнуты

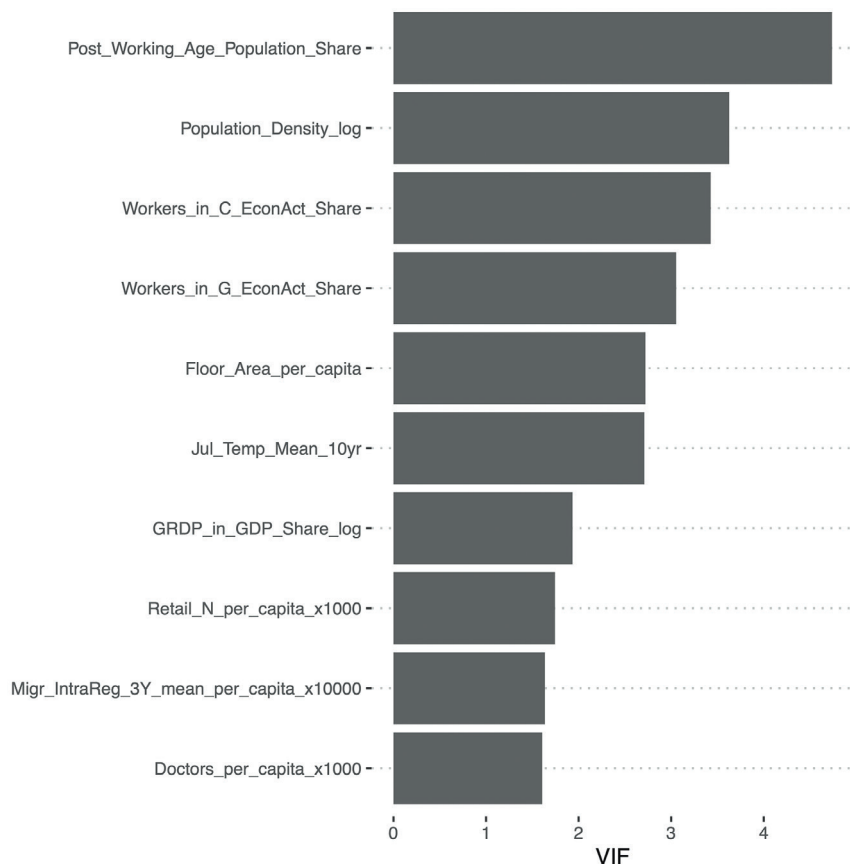


Рис. 2. Парные корреляции переменных и фактор инфляции дисперсии  
 Рис. 2. Pairwise correlations and variance inflation factor

## Переменные итоговой модели избыточной смертности в регионах России

Table 2

## Variables of the final model of excess mortality in Russian regions

Переменная	Модель LM	Модель SEM (2)	Модель SARAR (1)
(Intercept)	0.00	-0.02	0.00
	(0.08)	(0.11)	(0.19)
Population_Density_log (Плотность населения в регионе)	-0.10	-0.17	-0.17
	(0.16)	(0.14)	(0.15)
Floor_Area_per_capita (Общая площадь жилых помещений на жителя)	0.14	0.14	0.11
	(0.13)	(0.10)	(0.09)
Migr_IntraReg_3Y_mean_per_capita_x10000 (Внутрирегиональная миграция на 10 тыс. чел., средняя за 3 года)	-0.12	-0.05	-0.01
	(0.11)	(0.09)	(0.08)
Doctors_per_capita_x1000 (Число врачей на 1000 населения)	0.11	0.05	0.03
	(0.10)	(0.08)	(0.07)
GRDP_in_GDP_Share_log (Доля ВРП субъекта в ВВП РФ)	0.20	0.21*	0.23**
	(0.11)	(0.09)	(0.09)
Jul_Temp_Mean_10yr (Средняя температура в июле за 10 лет)	0.20	0.19	0.16
	(0.13)	(0.13)	(0.15)
Post_Working_Age_Population_Share (Доля населения старше трудоспособного возраста)	0.33	0.31*	0.35*
	(0.21)	(0.15)	(0.14)
Retail_N_per_capita_x1000 (Количество объектов ритейла на 1000 чел.)	-0.17	-0.19*	-0.18*
	(0.11)	(0.08)	(0.08)
Workers_in_C_EconAct_Share (Доля работников в сфере производства)	0.26	0.26*	0.27*
	(0.14)	(0.13)	(0.13)
Workers_in_G_EconAct_Share (Доля работников в сфере торговли)	0.03	0.09	0.10
	(0.14)	(0.11)	(0.10)
Lambda ( $\lambda$ )		0.41**	0.66***
		(0.12)	(0.14)
Rho ( $\rho$ )			-0.25
			(0.21)
N	85	85	85
R2	0.59	0.63	0.67
Adj. R2	0.52	0.57	0.62
AIC	193	189	191
RMSE	0.64	0.6	0.57

Стандартизованные коэффициенты; робастные стандартные ошибки \*\*\*  $p < 0.001$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*  $p < 0.05$ . Для модели SARAR указаны только прямые эффекты.

на чуть большую, чем у SARAR (1), ошибку и более низкий  $R^2$ . То есть можно говорить о том, что при помощи пространственной модели путем компенсации пространственной автокорреляции ошибок мы учли ряд не включенных в модель в явном виде пространственно автокоррелированных факторов.

Переменная «доля занятых в сфере торговли (G) (в общей численности трудоспособного населения)» имеет положительную высокую степень корреляции с целевой переменной и характеризует высокую долю занятых в торговле как фактор увеличения избыточной смертности. Однако коэффициент переменной незначим в модели. Занятость в сфере

торговли предполагает повышенную интенсивность взаимодействий, что в итоге приводит к увеличению скорости распространения инфекции. Высокий уровень занятости в сфере торговли характерен для крупных агломераций, где, в целом, уровень случайных взаимодействий в городском пространстве повышен (как это обычно отмечается в большинстве современных урбанистических концепций).

Различные виды занятости сильно коррелируют друг с другом, поэтому использование различных комбинаций таких переменных в одной модели приводит к снижению значимости коэффициентов прочих показателей этой же группы.

Другие показатели, однако, указывают на более сложный, опосредованный множеством других факторов, характер распространения пандемии. Так, переменная «Количество объектов ритейла на 1000 человек», обладающая низким уровнем отрицательной корреляции, в какой-то мере противоположна предыдущей: крупные города, как правило, обладают и множеством объектов ритейла. Однако тут очевидно влияние на смертность самой организации городского пространства: если уровень занятости в торговле в целом повышает опасность, то деконцентрация объектов торговли ее снижает. Действительно: большее количество объектов ритейла позволяет минимизировать взаимодействия между людьми, и позитивно влияет на снижение избыточной смертности.

Наконец, переменная «доля населения старше трудоспособного возраста» имеет положительный уровень корреляции с целевой переменной и отражает специфический биологический аспект текущей пандемии: поскольку COVID-19 более опасен для пожилых, то очевидно, что повышенная доля жителей пенсионного возраста влияет на увеличение уровня избыточной смертности.

Таким образом, выявлена очевидная связь экономической структуры регионов и хода пандемии: ключевую роль при этом играет доля сферы услуг, в частности, торговли, важным фоновым фактором выступает возрастная структура населения (что связано с особенностями вируса COVID-19).

## 5. Обсуждение результатов. Дискуссия

### *Модель СММ уязвимости здоровья населения регионов для пандемии*

Важнейшая особенность пандемии COVID-19, с которой соглашается большинство исследователей в России и в мире, состоит в ее многоаспектном характере, не сводимом к воздействию только одного-двух факторов. Пространство пандемии предстает как многопризнаковое, включающее в себя множество измерений, свойств, характеристик, — социальное, экономическое, даже экологическое (факторы климата и загрязнения влияют на распространение вируса). Но важнейшей его характеристикой для понимания внутренних пружин распространения пандемии в пространстве являются социально-экономические взаимодействия (коммуникация).

Для этого нового многомерного пространства не подходят традиционные метрики рас-

стояний и времени: неслучайно, как уже говорилось, распространение пандемии в России далеко от простой иерархической модели от центра к периферии: здесь и относительно слабо пострадавшие крупные города, и пострадавшая периферия, и наоборот, «островки стабильности» в непосредственной близости от крупнейших городов страны (рис. 1). Для понимания механизмов распространения пандемии необходимы сетевые измерения, опирающиеся на понятия географической, организационной, институциональной близости [26–28].

### *Сеть: от доступности к коннективности (С)*

Прежние медико-географические и медико-статистические модели описания распространения эпидемий с точки зрения пространственной топологии были слишком простыми — линейными и одноканальными. Но в современных обществах заражение редко распространяется лишь по одному цепочечному линейному или центрo-периферийному алгоритму. Эпидемия теперь движется в пространстве не только по раз и навсегда заданным транспортным каналам, но и по сверхдинамичным социальным сетям (которые поддерживаются средствами личной мобильности, быстрыми авиаперелетами и др.), по многим пространственным направлениям одновременно. Это означает, что для ее распространения важна не традиционная транспортная доступность как таковая, а социальная контактность, проницаемость, коннективность пространства. Именно сети социальных отношений, формирующие устойчивые взаимодействия, являются теперь главным механизмом распространения пандемии.

Прежде всего это связано с тем, что сами социально-экономические взаимодействия современного человека радикально изменились с раннеиндустриального времени: они стали многообразнее, дискретнее (более краткосрочными), интенсивнее. Об этом емко написано в книге Р. Флориды о креативном классе [29].

Но человеческая коммуникация под влиянием быстрого технического прогресса не просто радикально изменилась, она в возрастающей степени стала местносцифична: конкретные свойства городского сообщества, региональной популяции людей, институты (культурные традиции, экономический профиль, модель управления и др.) мощно воздействуют на природу, структуру, качество (обобщенно конкретный местный тип) сетевой со-

циальной коммуникации. А она уже воздействует на пространственно-временной процесс социально-экономических взаимодействий людей конкретного места и его отличия от других, даже находящихся рядом, мест. Например, коллективный и индивидуальный социальный капитал сообщества определяет интенсивность и многообразие личных контактов, которые потенциально способны стать каналами инфекционного заражения.

#### **Место: среда имеет значение (М)**

В классической советской медицинской географии местом был стационарный (чаще природный) очаг заражения, из которого по центрo-периферийному алгоритму инфекция диффундировала вокруг. При этом по умолчанию полагалось, что само место никак не изменяется и остается константным источником (резервуаром) заражения, а сами места единокобразны с точки зрения восприимчивости к инфекции местного сообщества. Однако стационарное пространство иерархических городов разной крупности и радиуса влияния на территорию, аналогичное пространству центральных мест В. Кристаллера [30], как модель не работает для объяснения диффузии COVID-19 — точнее, работает частично: более крупные города действительно, в целом, раньше приняли удар пандемии. Однако данная закономерность имеет множество исключений (и неудивительно, что в перечне показателей регрессионной модели доля городского населения не сработала).

Это новое пространство мест оказалось неразрывно связано с сетями заражения (человеческими взаимодействиями, коммуникацией, по которым вирус распространялся в пространстве: люди и вирусы с ними перемещаются в пространстве внутри своих общественных социальных связей и сетей). Конкретное место — город, район — опредмечивается типом социально-экономических взаимодействий находящихся в нем людей; с другой стороны, и само место, его портрет и характеристики оказывают значимое воздействие на тип взаимодействия его жителей. Например, в национальных селах взаимодействие людей приурочено к сезонным циклам традиционных промыслов, а в моноресурсных городах — к сучточным и сезонным ритмам работы главного градообразующего добычного предприятия.

При этом влияние места на уязвимость к пандемии многоаспектно: с одной стороны, местные особенности ускоряют или тормозят заражение (высокий уровень развития тор-

говли оказался ожидаемо связан с повышением избыточной смертности), с другой — усиливают или ослабляют сопротивляемость (пожилые более уязвимы к COVID-19).

#### **Масштабирование: от статичной полимасштабности к динамике связей между уровнями (М)**

Идея полимасштабности, предложенная советским экономико-географом И.М. Маергойзом еще в 1970-е гг. и развитая А.И. Трейвишем [31], отразила необходимость изучения географического явления одновременно как бы с разных ступенек лестницы, на микро-, мезо- и макроуровне. При этом сборка уровней происходила как бы по умолчанию, ввиду того, что единство изучаемого явления как бы само интегрирует все эти изучаемые уровни.

Однако выполненные в парадигме полимасштабности исследовательские работы свидетельствовали, что сама собой эта сборка уровней не происходит — типичной становилась ситуация, когда результатом тщательного анализа уровней (обычно в таком изучении находящихся в статичном неизменном состоянии) становилось, наоборот, рассыпание самого изучаемого явления: из-за тщательно выписанных статичных деревьев терялось целостное видение живого, динамично изменяющегося леса.

Недостаточный акцент на связи между уровнями, и их замороженный, статичный характер, становились встроенными недостатками концепции полимасштабности. Поэтому изучение распространения пандемии COVID-19 одновременно на уровне города, района, страны никак не продвигает нас к объяснению динамики маршрутов распространения его в пространстве России.

Ключом, который способен решить эту методологическую проблему, является процесс / понятие масштабирования (*scaling*), в котором добавлены факторы времени и связей между уровнями изучаемого явления. И это является методологическим прорывом, потому что дает в руки исследователям социальных сетей и полимасштабных уровней (социологам, географам, экономистам и др.) реальный инструмент интеграции, связывания различных уровней и различных сетей между собой в единую целостную систему. В теоретическом плане это означает интеграцию концепции социальных сетей и концепции пространственной диффузии социально-экономических явлений.

Масштабирование означает процесс пространственной диффузии социально-экономи-

ческого явления разных видов: горизонтальной, вертикальной и передислокационной. Именно масштабирование способно превратить обычное отдельно стоящее место в глобальный хаб распространения вируса — например, город Ухань [32].

Процесс масштабирования связывает места через социальные сети (социально-экономические взаимодействия). Он резко ускоряет распространение вируса в пространстве, потому что позволяет вирусу внутри человека мобильного, входящего одновременно в несколько сетей, осуществить прыжок из локального измерения в глобальное, из местной социальной сети в глобальную, и наоборот.

Но масштабирование — это не только процесс, это интегральная характеристика мест, сетей и территорий, которая увязывает их между собой в единую систему в нашей модели «СММ». Живущий в конкретном месте человек, одновременно входящий в различные локальные и глобальные сети, позволяет из этого места осуществить прыжок вирусу на другую территорию. Сеть обладает определенными границами, которые определяются числом входящих в нее элементов (например, людей). Но если один из элементов сети входит еще и в другую сеть, он становится привратником, позволяя элементам первой сети через него заражать другую сеть.

Но каков конкретный механизм пространственного заражения через масштабирование? Ответ на этот вопрос дает уже достаточно хорошо разработанная концепция пространственной диффузии социально-экономических явлений, в том числе эпидемий. Различают три основных вида пространственной диффузии, и все они отчетливо проявились в мире в 2020 г. пандемии COVID-19.

Первая — это классическая иерархическая (центро-периферийная) диффузия (ИД) по узлам наземной транспортной сети, по иерархической системе городов — центральных мест разного ранга: от более крупного центра к менее крупному. Она детально описана для штата Сан-Паулу в Бразилии: от города Сан-Паулу, крупного регионального транспортного центра заражение шло по автомагистралям до ближайших центров муниципалитетов, оттуда — в более мелкие населенные пункты районов [33]. Однако таких территорий, на которых не искажено проявилась иерархическая диффузия, было относительно немного. Как правило, это были регионы и страны с относительно простой структурой пространства и социальных сетей. Но как только возникали искажения

за счет городской полицентричности, федеративности, слабой дорожной обустроенности, масштабирование за счет центро-периферийной диффузии ослабевало или исчезало вовсе. В ковидном мире и России 2020 г. этот тип масштабирования был скорее исключением, чем правилом.

Вторая — контактная диффузия и диффузия расширения (плоская) (КДР) связана с регулярным будничным или событийным (например, фестиваль) общением людей друг с другом в местах проживания и работы, но также и в процессе коммутирования из места проживания на работу и обратно в контуре местного рынка труда. Такое заражение в результате горизонтального масштабирования на пространстве единого рынка труда происходило, например, в Италии [34]. В этом случае действует эффект затухания с расстоянием (*distance decay*): срабатывают эффекты географической близости и характеристики (прежде всего размер) конкретного места. К этому же типу относится заражение от массового культурного события — карнавала, фестиваля, спортивного соревнования и др.

Но наибольшую роль и значение в пандемии COVID-19 обрела передислокационная диффузия (ПД), когда вирус, обнаруженный в одном, часто относительно анклавном месте, потом через своего носителя-мигранта, давал неожиданную вспышку заболеваемости в сотнях и тысячах километров от него, на новом месте. По этому алгоритму из компактных лыжных курортов Германии вирус диффундировал в десятки новых мест по всей стране [32].

В реальной практике 2020 г. несколько видов диффузии действовали одновременно (табл. 3): в зависимости от особенностей конкретного места и социальных сетей приоритет обретала либо передислокационная диффузия, либо диффузия расширения, либо контактная диффузия, которая давала вспышки заболеваемости в закрытых сообществах / пространствах (например, шведские дома престарелых или российские вахтовые поселения). Маршруты пространственной диффузии вируса при всей своей визуальной хаотичности на самом деле никогда не были случайными, а отражали структуру конкретной социальной сети, внутри которой был носитель вируса.

Модель «СММ» — «сети — места — масштабирование», идею которой нам подсказала работа немецких географов [32], признает множественность измерений (структурностей) пространства, и потому способна интегрировать комплексные отношения между зара-

## Характеристика основных типов диффузии вируса Covid-19 в пространстве

Table 3

## Main types of spatial diffusion of coronavirus

Тип диффузии	Место	Сети	Масштабирование	Доминирующая близость
1. КДР а) рынок труда; крупное социокультурное мероприятие (событие) с высоким потенциалом заражения	xxx	x	xxx	географическая, в том числе временная
б) закрытые среды (дома престарелых и др.)	xxx	xxx	x	географическая
2. ПД	x	xxx	xxx	организационная (социальная)
3. ИД	x	x	—	географическая

xxx — значительная роль (конкретных местных свойств в заражении), x — незначительная роль.

женными и заражаемыми людьми и местами в единую конструкцию. Считаем, что она способна адекватно объяснить на качественном уровне уязвимость здоровья населения регионов для пандемии коронавиральной инфекции в 2020 г.

### 5. Выводы

1. Выявлена очевидная связь экономической специализации российских регионов и уровня избыточной смертности: ключевыми переменными регрессионной модели, объясняющей межрегиональные различия в избыточной смертности, являются доля сферы услуг, в частности, торговли в общей занятости, доля занятых в обрабатывающей промышленности; важным фоновым фактором выступает возрастная структура населения. Широко обсуждаемые факторы физической плотности, уровня урбанизации, подушевых доходов при корреляции с уровнем избыточной смертности в регионах России не показали значимой связи.

2. Для объяснения пространственно-временного механизма распространения пандемии COVID-19 в российских регионах в 2020 г. пригодна модель, базовыми элементами которой являются понятия сети, места, масштабирования заражения («СММ-модель»). Сеть — подвижная пространственная конфигурация, состоящая из взаимодействующих друг с другом по разнообразным социальным и производственным связям людей, которые в случае пандемии становятся каналами заражения. Место — подвижное пространство заражения, существующее либо в виде открытого сообщества (предельное проявление феноменов

временной близости и временных социально-экономических взаимодействий), либо в форме закрытого сообщества (уязвимость к проникновению вируса извне). Масштабирование — процесс соединения различных сетей (от локальной до глобальной) носителем вируса за счет того, что он одновременно входит в несколько из них и сегодня способен активно перемещаться между ними, играя роль привратника из зараженной сети в заражаемую.

3. Конкретными механизмами заражения в российских пространствах, являлись три вида пространственной диффузии: иерархическая, горизонтальная (плоская) и передислокационная. Иерархическая диффузия обеспечивала проникновение коронавируса в пространстве центральных городских мест. Для российских пространств и регионов в целом она имела относительно слабое значение, но на уровне отдельных муниципальных образований могла обеспечить быстрое распространение вируса.

Плоская диффузия в контуре местных рынков труда (ежесуточное коммутирование «дом — работа» в общественном транспорте) обеспечивала локальное проникновение вируса ввиду географической близости и эффекта затухания интенсивности контактов за пределами полуторачасовой суточной доступности наземным транспортом. Ее роль в российских пространствах была значительной, но ограниченной в пространственном контуре.

Подлинный пространственный размах пандемии обеспечила передислокационная диффузия за счет быстрого перемещения зараженного между различными сетями в процессе межгородских, межрегиональных и международных воздушных перелетов.

### Список источников

1. Шошин А. А. Основы медицинской географии. Москва-Ленинград : Изд-во АН СССР, 1962. 147 с.
2. Чаклин А. В. Медицинская география. Москва : Знание, 1977. 128 с.

3. Концепции медицинской географии // Советская география / А. А. Келлер, В. Я. Подолян, С. Е. Шпиленя, Н. Н. Алфимов. Ленинград : Наука, 1984. С. 312–320.
4. *Rodríguez-Pose A., Burlina C.* Institutions and the uneven geography of the first wave of the COVID-19 pandemic. London : CEPR Centre for Economic Policy Research. 2020. 54 p. URL: [cepr.org/active/publications/discussion\\_papers/dp.php?dpno=15443](https://cepr.org/active/publications/discussion_papers/dp.php?dpno=15443) (дата обращения: 24.06.2021).
5. *Florida R.* The geography of coronavirus // Citylab. 2020. No 3. 30 p. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-04-03/what-we-know-about-density-and-covid-19-s-spread> (дата обращения: 24.06.2021).
6. *Kapitsinis N.* The underlying factors of the COVID-19 spatially uneven spread. Initial evidence from regions in nine EU countries // RegSci Policy Pract. 2020. No 12. P. 1027–1045.
7. A spatial analysis of the COVID-19 period prevalence in U.S. counties through June 28, 2020: where geography matters? / F. Sun, S. A. Matthews, T. Yang, M. Hu // *Annals of Epidemiology*. 2020. Vol. 52. P. 54–59.
8. *Ascani A., Faggian A., Montresor S.* The geography of COVID-19 and the structure of local economies: The case of Italy // *J Regional Sci*. 2020. P. 1–35.
9. *Ghosh P., Cartone A.* A Spatio-temporal analysis of COVID-19 outbreak in Italy // RegSci Policy Pract. 2020. No 12. P. 1047–1062.
10. The geography of the COVID-19 crisis in England / A. Davenport, C. Farquharson, I. Rasul, L. Sibietta, G. Stoye. London : The Institute for Fiscal Studies, 2020. 33 p.
11. Geography of COVID-19 in Denmark / T. Holmager, E. Lynge, C. E. Kann, S. Gry // *Scandinavian Journal of Public Health*. 2021. No 49. P. 88–95.
12. *Florida R., Mellander C.* The Geography of COVID-19 in Sweden // CESIS Electronic Working Paper Series. 2020. No 487. 32 p. URL: <https://www.cesis.se> (accessed: 24.06.2021).
13. *Price G.* The Effect of Social Distancing on the Early Spread of the Novel Coronavirus // *Social Science Quarterly*. 2021. No 2. 10 p. DOI: <https://doi.org/10.1111/ssqu.12988>.
14. *Krzysztofik R., Kantor-Pietraga I., Spórna T.* Spatial and functional dimensions of the COVID-19 epidemic in Poland // *Eurasian Geography and Economics*. 2020. Vol. 61. No 4–5. P. 573–586. DOI: <https://doi.org/10.1080/15387216.2020.1783337>.
15. *Boumahdi I., Zaoujal N., Fadlallah A.* Is there a relationship between industrial clusters and the prevalence of COVID-19 in the provinces of Morocco? // *Regional Science Policy and Practice*. 2021. P. 1–20. DOI: <https://doi.org/10.1111/rsp3.12407> (accessed: 24.06.2021).
16. *Земцов С. П., Бабурин В. Л.* COVID-19. Пространственная динамика и факторы распространения по регионам России // *Известия Российской академии наук*. 2020. Т. 84, № 4. С. 485–505. (Географическая).
17. *Земцов С. П., Бабурин В. Л.* Коронавирус в регионах России. Особенности и последствия распространения // *Государственная служба*. 2020. Т. 22, № 2. С. 44–55.
18. *Зубаревич Н. В.* Пандемия и регионы. Итоги января-августа 2020 г. // *Экономическое развитие России*. 2020. Т. 27, № 11. С. 91–95.
19. *Zubarevich N. V., Safronov S. G.* Russian regions in the acute phase of the coronavirus crisis: Differences from previous economic crises of the 2000s // *Regional Research of Russia*. 2020. Vol. 10, No 4. P. 443–453.
20. *Баринаева В. А., Земцов С. П.* Оценки влияния кризиса на МСП. Сбылись ли прогнозы весны 2020 года // *СоциоДиггер*. 2021. Т. 1, № 6. С. 40–46.
21. Меры поддержки малых и средних предприятий в условиях пандемии и кризиса / С. П. Земцов, А. Н. Красносельских, Ю. В. Царева, В. А. Баринаева // *Мониторинг экономической ситуации в России. Тенденции и вызовы социально-экономического развития*. 2020. Т. 8, № 110. С. 105–115.
22. *Зубаревич Н. В.* Возможности децентрализации в год пандемии: что показывает бюджетный анализ? // *Региональные исследования*. 2021. № 1. С. 46–57.
23. *Hagerstrand T.* Innovation Diffusion as a Spatial Process. Chicago : University of Chicago Press, 1967. 334 p.
24. Spatial Diffusion: An Historical Geography of Epidemics in an Island Community / A. D. Cliff, P. Haggett, J. K. Ord, G. Versey. Cambridge University Press, 1981. 238 p.
25. *Kobak D.* Excess mortality reveals Covid's true toll in Russia. Significance. 2021. February. P. 16–19.
26. *Boschma R.* Proximity and Innovation. A Critical Assessment // *Regional Studies*. 2005. Vol. 39(1). P. 61–74. URL: [https://www.researchgate.net/publication/24087849\\_Proximity\\_and\\_Innovation\\_A\\_Critical\\_Assessment](https://www.researchgate.net/publication/24087849_Proximity_and_Innovation_A_Critical_Assessment) Дата обращения 24.06.2021 (accessed: 24.06.2021).
27. *Torre A.* On the role played by temporary geographical proximity in knowledge transfer // *Regional Studies*. 2008. Vol. 42, No 6. P. 869–889.
28. *Torre A., Gilly J. P.* On the analytical dimension of Proximity Dynamics // *Regional Studies*. 1999. Vol. 34, No 2. P. 169–180.
29. *Флорида Р.* Креативный класс. Люди, которые меняют будущее. Москва : Классика-XXI, 2007. 421 с.
30. *Christaller W.* The central places in Southern Germany. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall, 1966. 230p.
31. *Трейвиш А. И.* Город, район, страна и мир. Развитие России глазами страноведа. Москва : Новый Хронограф, 2009. 372 с.
32. *Kuebart A., Stabler M.* Infectious diseases as socio-spatial processes: the Covid-19 outbreak in Germany // *Tijdschriftvoor Economische Sociale Geografie*. 2020. Vol. 111, No 3. P. 482–496. DOI: [doi.org/10.1111/tesg.12429](https://doi.org/10.1111/tesg.12429).

33. Elementary spatial structures and dispersion of Covid-19. Health geography directing responses to public health emergency in Sao Paulo State, Brazil / C. Fortaleza, R. Guimaraes, R. Catao, C. Ferreira, G. de Almeida, etc. *HealthSciences*, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.04.26.20080895> (accessed: 24.06.2021).

34. Ghosh P., Cartone A. A Spatio-temporal analysis of COVID-19 outbreak in Italy // *Regional Science Policy and Practice*. 2020. No 12. P. 1047–1062.

### References

1. Shoshin, A. A. (1962). *Osnovy meditsinskoy geografii [Fundamentals of Medical Geography]*. Moscow-Leningrad: Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR, 147. (In Russ.)

2. Chaklin, A. V. (1977). *Meditsinskaya geografiya [Medical geography]*. Moscow: Publishing house «Znanie», 128. (In Russ.)

3. Keller, A. A., Podolyan, V. Ya., Shpilenya, S. E. & Alfimov, N. N. (1984). Medical geography concept. In: *Sovetskaya geografiya [Soviet geography]* (pp. 312–320). Leningrad: Science. (In Russ.)

4. Rodríguez-Pose, A. & Burlina, C. (2020). *Institutions and the uneven geography of the first wave of the COVID-19 pandemic*. London: CEPR Centre for Economic Policy Research, 54. Retrieved from: [https://cepr.org/active/publications/discussion\\_papers/dp.php?dpno=15443](https://cepr.org/active/publications/discussion_papers/dp.php?dpno=15443) (Date of access: 24.06.2021).

5. Florida, R. (2020). The geography of coronavirus. *Citylab*, 30. Retrieved from: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-04-03/what-we-know-about-density-and-covid-19-s-spread> (Date of access: 24.06.2021).

6. Kapitsinis, N. (2020). The underlying factors of the COVID-19 spatially uneven spread. Initial evidence from regions in nine EU countries. *Regional Science Policy and Practice*, 12, 1027–1045.

7. Sun, F., Matthews, S. A., Yang, T. & Hu, M. (2020). A spatial analysis of the COVID-19 period prevalence in U.S. counties through June 28, 2020: where geography matters? *Annals of Epidemiology*, 52, 54–59.

8. Ascani, A., Faggian, A. & Montresor, S. (2020). The geography of COVID-19 and the structure of local economies: The case of Italy. *J Regional Sci*, 1–35.

9. Ghosh, P. & Cartone, A. (2020). A Spatio-temporal analysis of COVID-19 outbreak in Italy. *Regional Science Policy and Practice*, 12, 1047–1062.

10. Davenport, A., Farquharson, C., Rasul, I., Sibietta, L. & Stoye, G. (2020). *The geography of the COVID-19 crisis in England*. London: The Institute for Fiscal Studies, 33.

11. Holmager, T., Lynge, E., Kann, C. E. & Gry, S. (2021). Geography of COVID-19 in Denmark. *Scandinavian Journal of Public Health*, 49, 88–95.

12. Florida, R. & Mellander, C. (2020). *The Geography of COVID-19 in Sweden*. CESIS Electronic Working Paper Series, Paper № 487, 32. Retrieved from: <https://www.cesis.se> (Date of access: 24.06.2021).

13. Price, G. & Holm, E. (2021). The Effect of Social Distancing on the Early Spread of the Novel Coronavirus. *Social Science Quarterly*, 2, 1–10. DOI: 10.1111/ssqu.12988.

14. Krzysztofik, R., Kantor-Pietraga, I. & Spórna, T. (2020). Spatial and functional dimensions of the COVID-19 epidemic in Poland. *Eurasian Geography and Economics*, 61(4–5), 573–586. DOI: 10.1080/15387216.2020.1783337.

15. Boumahdi, I., Zaoujal, N. & Fadlallah, A. (2021). Is there a relationship between industrial clusters and the prevalence of COVID-19 in the provinces of Morocco? *Regional Science Policy and Practice*, 1–20. DOI: 10.1111/rsp3.12407.

16. Zemtsov, S. & Baburin, V. (2020). COVID-19: Spatial Dynamics and Diffusion Factors across Russian Regions. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya Geograficheskaya*, 84(4), 273–290.

17. Zemtsov, S. P. & Baburin, V. L. (2020). Coronavirus in the regions of Russia: features and consequences of its spread. *Gosudarstvennaya sluzhba [Public Administration]*, 22(2), 44–55 (In Russ.)

18. Zubarevich, N. V. (2020). Pandemic and regions: January–August 2020 results. *Ekonomicheskoe razvitie Rossii [Russian Economic Development]*, 27(11), 91–95. (In Russ.)

19. Zubarevich, N. V. & Safronov, S. G. (2020). Russian regions in the acute phase of the coronavirus crisis: Differences from previous economic crises of the 2000s. *Regional Research of Russia*, 10(4), 443–453.

20. Barinova, V. A. & Zemtsov, S. P. (2021). Estimates of the impact of the crisis on SMEs: did the forecasts of spring 2020 come true. *SotsioDigger [SocioDigger]*, 1(6), 40–46 (In Russ.)

21. Zemtsov, S. P., Krasnoselskikh, A. N., Tsareva, Yu. V. & Barinova, V. A. (2020). Support measures for small and medium-sized enterprises in a pandemic and crisis. *Monitoring ekonomicheskoy situatsii v Rossii. Tendentsii i vyzovy sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya [Monitoring of Russia's Economic Outlook. Trends and Challenges of Socio-Economic Development]*, 8(110), 105–115. (In Russ.)

22. Zubarevich, N. V. (2021). Possibility of decentralisation during the year of pandemic: what does the analysis of public budgets reveal? *Regionalnye issledovaniya [Regional Research]*, 1, 46–57.

23. Hagerstrand, T. (1967). *Innovation Diffusion as a Spatial Process*. Chicago: University of Chicago Press, 334.

24. Cliff, A. D., Haggett, P., Ord, J. K. & Versey, G. (1981). *Spatial Diffusion: An Historical Geography of Epidemics in an Island Community*. Cambridge University Press, 238.

25. Kobak, D. (2021). Excess mortality reveals Covid's true toll in Russia. *Significance*, 16–19.

26. Boschma, R. (2005). Proximity and Innovation: A Critical Assessment. *Regional Studies*, 39(1), 61–74. Retrieved from: [https://www.researchgate.net/publication/24087849\\_Proximity\\_and\\_Innovation\\_A\\_Critical\\_Assessment](https://www.researchgate.net/publication/24087849_Proximity_and_Innovation_A_Critical_Assessment) (Date of access: 24.06.2021).



27. Torre, A. (2008). On the role played by temporary geographical proximity in knowledge transfer. *Regional Studies*, 42(6), 869–889.
28. Torre, A. & Gilly, J. P. (1999). On the analytical dimension of Proximity Dynamics. *Regional Studies*, 34(2), 169–180.
29. Florida, R. (2007). *The Rise of the Creative Class [Kreativnyy klass. Lyudi, kotorye menyayut budushchee]*. Trans. from English. Moscow: Classica 21, 421. (In Russ.)
30. Christaller, W. (1966). *The central places in Southern Germany*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 230.
31. Treivish, A. I. (2009). *Gorod, rayon, strana i mir. Razvitie Rossii glazami stranoveda [City, region, country and world. Development of Russia through the eyes of a country expert]*. Moscow: New Chronograph, 372. (In Russ.)
32. Kuebart, A. & Stabler, M. (2020). Infectious diseases as socio-spatial processes: the Covid-19 outbreak in Germany. *Tijdschriftvoor Economische Sociale Geografie [Journal of Economic & Social Geography]*, 11(3), 482–496. DOI: 10.1111/tesg.12429.
33. Fortaleza, C., Guimaraes, R., Catao, R., Ferreira, C., de Almeida, G. & Pugliesi, E. (2021). Elementary spatial structures and dispersion of Covid-19: Health geography directing responses to public health emergency in Sao Paulo State, Brazil. *Health Sciences*. DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.04.26.20080895>
34. Ghosh, P., Cartone, A. (2020). A Spatio-temporal analysis of COVID-19 outbreak in Italy. *Regional Science Policy and Practice*, 12, 1047–1062.

### Информация об авторах

**Пилясов Александр Николаевич** — профессор, доктор географических наук, генеральный директор АНО «Институт регионального консалтинга», профессор, МГУ им. М. В. Ломоносова; Scopus Author ID: 7801331164, <https://orcid.org/0000-0003-2249-9351> (Российская Федерация, 117218, Москва, Нахимовский проспект 32; Российская Федерация, 119234, Москва, ул. Ленинские Горы, 1; e-mail: [pilyasov@mail.ru](mailto:pilyasov@mail.ru)).

**Замятина Надежда Юрьевна** — кандидат географических наук, заместитель директора, АНО «Институт регионального консалтинга», доцент географического факультета, МГУ им. М. В. Ломоносова; <https://orcid.org/0000-0002-4941-9027> (Российская Федерация, 117218, Москва, Нахимовский проспект 32; Российская Федерация, 119234, Москва, ул. Ленинские Горы, 1; e-mail: [zamyatina@geogr.msu.ru](mailto:zamyatina@geogr.msu.ru)).

**Котов Егор Андреевич** — научный сотрудник, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»; <https://orcid.org/0000-0001-6690-5345> (Российская Федерация, 101000, Москва, улица Мясницкая, дом 20; e-mail: [kotov.egor@gmail.com](mailto:kotov.egor@gmail.com)).

### About the authors

**Alexander N. Pilyasov** — Professor, Dr. Sci. (Geogr.), General Director of the Institute of Regional Consulting, Professor, Lomonosov Moscow State University; Scopus Author ID: 7801331164, <https://orcid.org/0000-0003-2249-9351> (32, Nakhimovskiy Ave., Moscow, 117218; 1, Leninskie Gory, Moscow, 119234, Russian Federation; e-mail: [pilyasov@mail.ru](mailto:pilyasov@mail.ru)).

**Nadezhda Yu. Zamyatina** — Cand. Sci. (Geogr.), Deputy Director of the Institute for Regional Consulting, Associate Professor, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University; <https://orcid.org/0000-0002-4941-9027> (32, Nakhimovskiy Ave., Moscow, 117218; 1, Leninskie Gory, Moscow, 119234, Russian Federation; e-mail: [zamyatina@geogr.msu.ru](mailto:zamyatina@geogr.msu.ru)).

**Egor A. Kotov** — Research Associate, National Research University “Higher School of Economics”; <https://orcid.org/0000-0001-6690-5345> (20, Myasnitskaya St., Moscow, 101000, Russian Federation; e-mail: [kotov.egor@gmail.com](mailto:kotov.egor@gmail.com)).

Дата поступления рукописи: 25.06.21

Прошла рецензирование: 13.09.21

Принято решение о публикации: 24.09.2021.

Received: 25 Jun 2021.

Reviewed: 13 Sep 2021.

Accepted: 24 Sep 2021.