

**Федорова Е. А.¹, Новикова И. И.², Романенко С. П.², Куликова О. М.^{2,3}, Невредин А. Р.⁴, Усачева Е. В.⁵,
Михеев В. Н.²**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕР ПРОФИЛАКТИКИ И ФОРМИРОВАНИЯ ПРАВИЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ ЛЮДЕЙ
КАК ИНСТРУМЕНТ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ИЗБЫТОЧНЫХ РИСКОВ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ
(НА ПРИМЕРЕ ПАНДЕМИИ COVID-19)**

¹ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ (Финансовый университет)», 125167, г. Москва;

²ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека», 630108, г. Новосибирск;

³ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», 644080, г. Омск;

⁴ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана», 105005, г. Москва;

⁵ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, 644099, г. Омск

Цель исследования — определить влияние поведения населения на реализацию государственных противоэпидемических мероприятий и сдерживание пандемии.

Методология исследования построена на применении методов текстового анализа, эластичной сети и построения регрессионных уравнений. Анализ показателей, характеризующих меры государственной политики в отношении пандемии, выполнен по данным портала The Oxford COVID-19 Government Response Tracker. Оценка поведенческих реакций населения проведена методом текстового анализа сообщений в социальных сетях Твиттер и ВКонтакте с использованием словаря тональностей русского языка rulexicon. Анализ мобильности проведен на основании данных Google Community Mobility Reports (GCMR). База исследования включает данные за период с 12 марта 2020 г. по 1 августа 2021 г.

Установлено, что при сдерживании пандемии наиболее эффективно применение сочетания мероприятий, реализуемых на государственном уровне (министерств здравоохранения и экономического развития РФ), что позволяет компенсировать негативное воздействие карантинного режима. Влияние мер по самоизоляции, организации дистанционной формы работы сотрудников предприятий, закрытию школ в РФ, ношению масок неоднозначно, некорректное их применение может способствовать распространению вируса. Меры по вакцинации также эффективны для снижения заболеваемости населения, но они действуют с эффектом запаздывания. Одобрение и принятие государственных противоэпидемических мер населением существенно влияет на эффективность сдерживания пандемии.

Результаты исследования могут быть использованы в практике реализации противоэпидемических мероприятий как инструмент предотвращения избыточных рисков заболеваемости и смертности населения.

Ключевые слова: пандемия; COVID-19; государственные противоэпидемические мероприятия; меры государственной политики; поведенческая реакция; мобильность; социальные сети; текстовый анализ.

Для цитирования: Федорова Е. А., Новикова И. И., Романенко С. П., Куликова О. М., Невредин А. Р., Усачева Е. В., Михеев В. Н. Моделирование мер профилактики и формирования правильного поведения людей как инструмент предотвращения избыточных рисков заболеваемости и смертности (на примере пандемии COVID-19). Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2024;32(4):703—710. DOI: <http://dx.doi.org/10.32687/0869-866X-2024-32-4-703-710>

Для корреспонденции: Куликова Оксана Михайловна, канд. техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник Новосибирского научно-исследовательского института гигиены Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, e-mail: grabko_lb@niig.su

**Fedorova E. A.¹, Novikova I. I.², Romanenko S. P.², Kulikova O. M.^{2,3}, Nevredinov A. R.⁴, Usacheva E. V.⁵,
Mikheev V. N.²**

**THE MODELING OF MEASURES OF PREVENTION AND SHAPING PROPER BEHAVIOR
IN POPULATION AS TOOL OF AVERTING REDUNDANT RISKS OF MORBIDITY AND MORTALITY
AS EXEMPLIFIED BY COVID-19 PANDEMIC**

¹The Federal State Educational Budget Institution “The Financial University under the Government of the Russian Federation”, 125167, Moscow, Russia;

²The Federal Budget Institution of Science “The Novosibirsk Research Institute of Hygiene” of Rospotrebnadzor, 630108, Novosibirsk, Russia;

³The Federal Budget Institution of Science “The Siberian State Automobile Road University”, 644080, Omsk, Russia;

⁴The Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “The Omsk State Medical University” of Minzdrav of Russia, Omsk, Russia

The article considers issues of how population behavior impacts realization of state anti-epidemic measures and efforts to control pandemic. Materials and Methods. The methodology of the study is based on such methods as text analysis, elastic network and construction of regression equations. The analysis of indicators characterizing state policy measures controlling pandemic was applied according to data from The Oxford COVID-19 Government Response Tracker portal. The behavioral reactions of population were assessed by text analysis of messages in Twitter and VKontakte social networks using the Rulexicon, tonalities dictionary of Russian language. The analysis of mobility was implemented on basis of data from Google Community Mobility Reports (GCMR). The study base includes data of March 12, 2020 — August 1, 2021. It is established that in controlling pandemic the most effective is to apply combination of measures implemented at state level of the Ministry of Health and the Ministry of Economic Development of the Russian Federation that permits to compensate negative effect of quarantine regimen. In the Russian Federation, effect of self-isolation measures, organization of remote work of employees of enterprises, closure of schools, wearing masks is controversial and their incorrect application can contribute to virus propagation. The vaccination measures are also effective in reducing morbidity of disease, but they are characterized by lagging effect. The approval and acceptance by population anti-epidemic measures significantly impact efficiency of pandemic control.

The study results can be applied in practice of implementation of anti-epidemic measures as a tool preventing excessive risks of population morbidity and mortality.

Key words: pandemic; COVID-19; state anti-epidemic measures; public policy measures; behavioral reaction; mobility; social networks; text analysis.

For citation: Fedorova E. A., Novikova I. I., Romanenko S. P., Kulikova O. M., Nevredinov A. R., Usacheva E. V., Mikhhev V. N. The modeling of measures of prevention and shaping proper behavior in population as tool of averting redundant risks of morbidity and mortality as exemplified by COVID-19 pandemic. *Problemi socialnoi gigieni, zdravookhranenia i istorii meditsini*. 2024;32(4):703–710 (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.32687/0869-866X-2024-32-4-703-710>

For correspondence: Kulikova O. M., candidate of technical sciences, associate professor, the Leading Researcher of the Federal Budget Institution of Science “The Novosibirsk Research Institute of Hygiene” of Rospotrebnadzor. e-mail: grabko_lb@niig.su

Conflict of interests. The authors declare absence of conflict of interests.

Acknowledgment. The study had no sponsor support.

Received 19.11.2023

Accepted 27.03.2024

Введение

Пандемия COVID-19 привела к беспрецедентному социально-экономическому кризису, коренным образом изменившему привычные условия жизнедеятельности и отношение населения к базовым ценностям. Впервые в современной истории возникла необходимость реализовывать согласованные коллективные действия в масштабе мирового сообщества. В связи с интенсивным ростом заболеваемости COVID-19 потребовалось вмешательство государства для эффективного мониторинга эпидемического процесса, предотвращения распространения новой коронавирусной инфекции, преодоления ее последствий.

Как показал опыт борьбы с пандемией в разных странах, не все мероприятия стали эффективным инструментом сдерживания коронавирусной инфекции, некоторые из них не только имели отложенный эффект, но и способствовали росту числа заболевших [1–4]. Реализация некоторых государственных противоэпидемических мероприятий зависела от поведенческой реакции населения, его готовности исполнять вводимые меры и соблюдать социально-экономические и медицинские режимы [5, 6]. Особо стоит отметить позитивный опыт борьбы с пандемией в Китае: раннее реагирование правительства, жесткость введенных мер и поддержка населения позволили эффективно сдержать распространение вируса в стране [7]. Результаты анализа сообщений в социальной сети Weibo показывают, что китайские пользователи активно обсуждают реализуемые государственные противоэпидемические меры, проявляя при этом уважение к властям и демонстрируя позитивное отношение к вакцинации [8]. Опыт применения противоэпидемических государственных мероприятий в странах Европы и в России определил, что введение запрета на проведение общественных мероприятий и ограничение социальных контактов частично способствовали увеличению заболеваемости населения COVID-19 [9–12]. Это обусловлено тем, что часть населения игнорирует необходимость социального дистанцирования, и самоизоляции. Следовательно, отношение людей к противоэпидемическим мероприятиям является одним из ключевых аспектов их эффектив-

ности в борьбе с распространением заболевания, что определяется характером распространения вирусной инфекции и подтверждается рядом исследований [13].

Этот факт определяет необходимость проведения комплексного исследования оценки влияния государственных мер сдерживания пандемии в различных условиях, в том числе с учетом поведенческих реакций населения. Следовательно, цель настоящего исследования — проанализировать влияние государственных противоэпидемических мер на пандемию, вызванную новой коронавирусной инфекцией, с учетом фактора поведенческой реакции населения.

Несмотря на большое число научных работ, посвященных оценке эффективности реагирования государства на развитие эпидемического процесса во время пандемии, в данной области остается ряд научных проблем и дискуссионных вопросов. Мы предлагаем следующие нововведения.

Во-первых, в части постановки проблемы, поскольку в отечественных научных публикациях тематика эффективности мер борьбы с пандемией в контексте поведенческой реакции населения не рассматривалась. Мы развиваем модель конкордантности в медицине, суть которой применительно к нашей области исследования состоит в том, что люди принимают решение о выполнении медицинских рекомендаций, в том числе под воздействием бытовых историй (нарративов), распространяющихся через социальные сети и во многом определяющих коллективную реакцию на меры государственной политики.

Во-вторых, в части расширения эмпирической базы исследования и разработки комплекса критериев для оценки готовности населения выполнять государственные противоэпидемические меры. Мы впервые использовали показатели мобильности населения, характеризующие соблюдение карантинного режима, и отношения населения к вакцинации, полученные из социальных сетей Твиттер и ВКонтакте.

В-третьих, в части применения современного инструментария эластичных сетей (elastic nets) с автоматическим подбором параметров регуляризации и смешения моделей для отбора входных переменных

COVID-19

и окончательного построения регрессионных моделей.

Материалы и методы

Схема проведения исследования включает следующие этапы:

- формирование набора данных;
- построение комплекса регрессионных моделей с применением метода эластичных сетей;
- анализ взаимосвязей паттернов поведения населения с реализацией государственных противоэпидемических мероприятий с помощью теста Грейнджера;
- анализ полученных результатов.

Статистические данные о заболеваемости, смертности населения, реализации противоэпидемических мероприятий, мобильности населения взяты с сайтов The Oxford COVID-19 Government Response Tracker (OxCGRT)²³, Google Community Mobility Reports²⁴, Our World in Data²⁵. Исследование проведено за период с 11 марта 2020 г. по 1 августа 2021 г. Выбор указанных периодов обусловлен спецификой и временем реализации мер неспецифической и специфической профилактики. Данные об отношении населения к вакцинации получены путем применения методов текстового анализа к постам в социальных сетях Твиттер и ВКонтакте. Парсинг сообщений (постов) из социальных сетей осуществлялся по ключевым словам: «Вакцинация», «Вакцина», «Ковивак», «Эпивак», «Эпиваккорона», «Спутник», «Гам-ковид-вак», «Спутник лайт» с учетом геолокации. Выполнена очистка текста от стоп-слов (предлогов, наречий и др.), специфических символов, цифр и гиперссылок. Оценка тональности выполнена с использованием библиотеки *rulexicon*, содержащей словарь тональности русского языка [15, 16] и позволяющей анализировать степень позитивности и негативности сообщений.

Для оценки эффективности мер государственной политики в отношении пандемии COVID-19 с учетом поведенческой реакции населения мы построили комплекс регрессионных моделей [16]. Для отбора регрессоров, применяемых в дальнейшем анализе, использована эластичная сеть. Было построено 100 моделей, из которых выбрана наилучшая на основании анализа показателя среднеквадратичной ошибки (Root Mean Squared Error, RMSE). Также были рассчитаны значения метрик точности: средняя абсолютная ошибка (Root Mean Squared Error, MAE) и коэффициент детерминации (R^2).

В качестве зависимой переменной в модели использован показатель количества выявленных новых случаев COVID-19 в день, в качестве контрольной переменной — количество умерших от COVID-19 в день. Независимыми переменными в модели

выступают показатели, характеризующие реализацию государственных противоэпидемических мер, отношение населения к данным мерам и уровень вакцинации населения (количество человек, вакцинированных в день, и количество человек, полностью вакцинированных в текущий день).

В исследовании использованы следующие модели:

для 2020 г.:

$$N_{i,t} = \alpha + \sum_i^1 \beta \cdot c_{i,t+7} + \sum_i^7 \gamma_{i,t} \cdot M1_{i,t-7} + \sum_i^9 \zeta_i \cdot M2_{i,t-7} + \sum_i^9 \eta_i \cdot Ind_{i,t-7} + \sum_i^5 \mu_i \cdot Mob_{i,t-7} \quad ; \quad (1)$$

для 2021 г.:

$$NN_{i,t} = \alpha + \sum_i^1 \beta \cdot c_{i,t+7} + \sum_i^7 \gamma_{i,t} \cdot M1_{i,t-7} + \sum_i^9 \zeta_i \cdot M2_{i,t-7} + \sum_i^9 \eta_i \cdot Ind_{i,t-7} + \sum_i^5 \theta_i \cdot Vacc_{i,t-7} \quad , \quad (2)$$

где $N_{i,t}$ — число новых случаев заражения на основе i переменных в день; c — контрольная переменная (число новых смертей); $M1$ — вектор мер в области экономики, здравоохранения и вакцинации; Ind — вектор индексных показателей; Mob — вектор показателей мобильности; $Vacc$ — вектор показателей вакцинации.

Недельные лаги выбраны исходя из статьи [17] и проведенных экспериментов по нахождению лучшей модели.

Для выявления влияния поведенческих реакций населения на особенности реализации государственных противоэпидемических мероприятий применен тест Грейнджера (Granger causality test). Для проверки на стационарность временных рядов использована статистическая процедура для тестирования на единичный корень с применением расширенного теста Дики—Фуллера (Augmented Dickey Fuller test, ADF Test) [18].

Результаты исследования

Первые противоэпидемические мероприятия в России были запущены в середине марта 2020 г., после того как ВОЗ объявила о начале пандемии. Для целей настоящего исследования мы разделили государственные противоэпидемические мероприятия на две группы:

- меры в области экономики, здравоохранения и вакцинации — $M1$;
- ограничительные меры — $M2$ (табл. 1, 2).

Отметим, что в России, как и во всем мире, в первую очередь начали реализовывать ограничительные меры ($M2$), снижающие мобильность населения: были введены ограничения на международные поездки, проведение общественных мероприятий. Затем закрылись школы, часть сотрудников была переведена на дистанционную форму работы, людям, имеющим высокий риск заражения, было ре-

²³ <https://www.bsg.ox.ac.uk/research/research-projects/covid-19-government-response-tracker>

²⁴ <https://www.google.com/covid19/mobility/>

²⁵ <https://ourworldindata.org/coronavirus>

Таблица 1

Результаты двухэтапного моделирования влияния переменных в период с 12 марта 2020 г. по 31 декабря 2020 г.

Параметр	M1	M2	Индекс
Контрольная переменная			
Количество умерших от COVID-19 в день, абс. ед.	48,83*** (1,41)	47,27*** (1,11)	49,21*** (1,35)
Меры в области экономики, здравоохранения и вакцинации (M1)			
Финансовая помощь безработным или теряющим работу, баллы	-2023,53*** (694,12)		
Замораживание финансовых обязательств для домашних хозяйств, баллы	-1393,26*** (368,52)		
Правила ношения масок, баллы	1154,25*** (306,62)		
Ограничительные меры (M2)			
Заккрытие рабочих мест, баллы		2187,97*** (390,18)	
Ограничение передвижения общественного транспорта, баллы		-2976,91*** (359,51)	
Самоизоляция населения, баллы		869,09*** (146,75)	
Индексы			
Индекс строгости, %			-3,13* (13,08)
Константа c	3333,30*** (572,83)	-1783,54** (771,91)	2087,04*** (954,34)
Параметры модели:			
LL	-2708,99	-2654,24	-2719,73
AIC	18,84	18,46	18,90
R ²	0,87	0,91	0,86

Примечание. Здесь и в табл. 2 уровни статистической значимости: *** — 1%, ** — 5%, * — 10%; в скобках приведены стандартные ошибки коэффициентов модели; LL — значение логарифмической функции правдоподобия, AIC — значение информационного критерия Акаике, R² — значение коэффициента детерминации.

Таблица 2

Результаты двухэтапного моделирования влияния переменных в период с 1 января 2021 г. по 1 августа 2021 г.

Параметр	M1	M2	Индекс	Вакцинация
Контрольная переменная				
Количество умерших от COVID-19 в день, абс. ед.	-3,69* (2,63)	22,49*** (3,73)	11,75*** (3,87)	44,03*** (4,11)
Меры в области экономики, здравоохранения и вакцинации (M1)				
Финансовая помощь безработным или теряющим работу, баллы	-8587,50*** (475,68)			
Правила ношения масок, баллы	4057,11*** (574,79)			
Политика вакцинации	-1063,73*** (129,01)			
Политика тестирования (диагностики) на COVID-19				
Ограничительные меры (M2)				
Заккрытие школ, баллы		2530,19*** (271,47)		
Заккрытие рабочих мест, баллы		4020,14*** (463,03)		
Самоизоляция населения, баллы		-2250,82*** (486,78)		
Ограничения на передвижения внутри страны, баллы				
Индексы				
Индекс реакции правительства, %			295 348,90*** (68 861,76)	
Индекс сдерживания и здоровья, %			-257 709,30*** (60 224,50)	
Вакцинация				
Количество человек, полностью вакцинированных в текущий день, абс. ед.				-0,00008*** (0,00)
Константа c	24 419,81*** (1710,44)	-3151,77*** (1323,65)	-1 411 782,00*** (323 469,90)	-5257,68*** (2083,60)
Параметры модели:				
LL	-1386,73	-1445,24	-1460,90	-1494,47
AIC	17,51	18,24	18,42	18,83
R ²	0,90	0,79	0,74	0,61

комендовано соблюдать самоизоляцию. С некоторым запаздыванием стали реализовывать меры в области экономики, здравоохранения и вакцинации (M1): были введены новые режимы оказания медицинских услуг населению, к концу марта 2020 г. началось предоставление финансовой помощи пострадавшим от коронавирусной инфекции.

В табл. 1 и 2 представлены результаты регрессионного анализа; входными параметрами для моделей служили переменные, отобранные с помощью эластичных сетей.

Анализ построенных регрессионных моделей позволил выявить меры, значимо повлиявшие на снижение заболеваемости населения COVID-19 в России. В области экономики, здравоохранения и вакцинации наиболее эффективными стали меры, направленные на финансовую поддержку населения и бизнеса (см. табл. 1). При этом финансовая поддержка безработных или теряющих работу более значимо влияет на динамику эпидемического процесса, чем отсрочка по оплате долгов и замораживание финансовых обязательств. Данные результаты

COVID-19

подтверждаются и другими исследованиями. Причиной этого явления в том, что снижение доходов в период пандемии вызывает повышение уровня психологического стресса и увеличение числа случаев депрессии [19].

Значимо влияют на динамику заболеваемости COVID-19 меры по организации ношения медицинских масок, однако их реализация в РФ недостаточно способствует снижению интенсивности эпидемического процесса. Дело в том, что люди относятся к этому режиму в основном формально, строго не следуют рекомендациям по ношению средств индивидуальной защиты, неправильно размещают маски на лице, используют самодельные маски или маски низкого качества. Выявлено, что люди, носящие маски несоответствующего качества, вдыхают микро-частицы пластика, что отрицательно сказывается на их здоровье [20]. На эффективность использования средств индивидуальной защиты влияют уровень медицинской грамотности населения, доступность, безопасность и удобство использования медицинских масок и респираторов. Следовательно, необходимо улучшить медицинское информирование населения и активизировать производство качественных средств индивидуальной защиты.

Среди мер, направленных на блокирование распространения вируса SARS-CoV-2, наиболее эффективны самоизоляция и сокращение социальных контактов. К данным мерам в РФ, по результатам проведенного исследования, относятся ограничения на передвижение общественным транспортом. При этом закрытие рабочих мест, перевод сотрудников на дистанционную форму работы, требование оставаться дома и соблюдать самоизоляцию могут приводить и к распространению инфекции. Это объясняется тем, что данные меры действуют в долгосрочной перспективе, поскольку для их принятия и выполнения населением требуются время, а также мониторинг активности людей в общественных местах. Чем строже реализуются государственные противоэпидемические меры, тем эффективнее сдерживается пандемия (см. табл. 1).

В январе 2021 г. началась вакцинация населения России и, следовательно, изменилось воздействие мероприятий неспецифической профилактики (см. табл. 2). В 2021 г. стали незначимыми государственные меры, связанные с замораживанием финансовых обязательств для домашних хозяйств, усилилось влияние мер по вакцинации населения. Это объясняется тем, что одним из наиболее эффективных инструментов сдерживания пандемии выступают меры специфической профилактики, способствующие формированию коллективного иммунитета [21]. В 2021 г. еще не удалось полностью убедить население использовать средства индивидуальной защиты (маски). В 2021 г. по сравнению с 2020 г. незначительно изменилась структура государственных мер, направленных на обеспечение самоизоляции населения и соблюдение социального дистанцирования. В этот период, как и в 2020 г., значимое влияние на пандемию оказывали меры, связанные с

самоизоляцией населения и переводом сотрудников организаций на дистанционную форму работы. Характер влияния мер, связанных с переводом сотрудников на дистанционную форму работы, не изменился. Направление влияния изменилось в отношении мер самоизоляции населения в РФ, ужесточение требований нахождения людей в домашних условиях в 2021 г. стало эффективным инструментом сдерживания пандемии. На развитие эпидемического процесса в 2021 г., в отличие от предыдущего года, не влияли меры ограничения передвижения населения общественным транспортом. Стали значимыми при воздействии на пандемию меры, связанные с закрытием школ и переводом обучающихся на дистанционную форму обучения, но они отрицательно влияли на эпидемический процесс и привели к распространению вирусной инфекции. Как показано выше, закрытие школ неоднозначно влияет на развитие пандемии, что требует особого подхода к реализации такой меры [11].

Анализ построенных уравнений регрессии позволяет сделать вывод о том, что для сдерживания пандемии необходимо ускорить реализацию мер специфической профилактики, увеличить количество людей, прошедших полный курс вакцинации. На данном этапе она охватывает только часть населения РФ. По результатам анализа индексных показателей можно сделать вывод о том, что в 2021 г. уровень жесткости и оперативности реализации мер государственной политики отрицательно влиял на динамику заболеваемости населения в РФ. Возможно, это вызывает негативное отношение населения, следовательно, приводит к снижению доли тех, кто правильно их выполняет. В то же время значимое положительное влияние на сдерживание пандемии оказывали в 2021 г. поддержка системы здравоохранения и повышение приоритетов здоровья населения при реализации государственной политики, в том числе в социально-экономической сфере.

Следующим шагом нашего исследования стала оценка влияния поведенческих реакций населения на реализацию государственных противоэпидемических мероприятий с применением теста Грейнджера. Для 2020 г. анализировали показатели, характеризующие мобильность населения, как индикаторы, характеризующие поведенческие реакции на государственное сдерживание пандемии, поскольку вакцинация в России еще не началась. Государственные противоэпидемические мероприятия взяты из табл. 1. Результаты расчета приведены на рис. 1.

Поведенческие реакции населения, характеризующие его мобильностью, за исключением связанных с профессиональной деятельностью (посещение рабочих мест), значительно влияют на реализацию государственных противоэпидемических мероприятий в России в 2020 г. с эффектом запаздывания 2—7 дней (см. рис. 1). Наиболее сильно влияет на реализацию вышеуказанных мероприятий мобильность населения страны, связанная с посещением



Рис. 1. Результаты расчетов теста Грейнджера для переменных, характеризующих поведенческие реакции населения и реализацию государственных противоэпидемических мероприятий, за период с 12 марта по 31 декабря 2020 г.

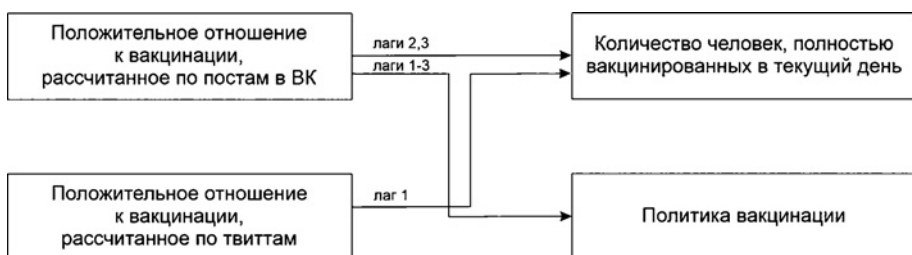


Рис. 2. Результаты расчетов теста Грейнджера для переменных, характеризующих отношение населения к вакцинации и реализацию государственных противоэпидемических мероприятий, за период с 1 января по 1 августа 2021 г.

ВК — социальная сеть ВКонтакте.

магазинов и отдыхом. При этом данный вид мобильности практически без эффекта запаздывания (один день) изменяет реализацию правил ношения индивидуальных средств защиты.

Для 2021 г. в связи с запуском процессов специфической профилактики населения России выполнен анализ влияния отношения людей к вакцинации с применением теста Грейнджера (рис. 2). Переменные, характеризующие реализацию государственных противоэпидемических мероприятий в области вакцинации, взяты из табл. 2.

На основании проведенных расчетов можно утверждать, что медицинское информирование населения и формирование лояльности людей к вакцинации являются одним из важных условий быстрого формирования коллективного иммунитета.

Заключение

Результаты проведенного исследования позволяют заключить следующее. В числе государственных мер по сдерживанию пандемии наиболее эффектив-

но сочетание противоэпидемических мероприятий, реализуемых на государственном уровне (министерств здравоохранения и экономического развития РФ), что позволяет компенсировать негативное воздействие карантинного режима. Меры по самоизоляции, организации дистанционной формы работы сотрудников предприятий, закрытию школ в РФ значительно влияют на сдерживание развития пандемии, особенно в самом начале, когда люди обеспокоены и с готовностью исполняют предписания. Но их влияние неоднозначно, часто они ведут к росту заболеваемости COVID-19. Это связано с несоблюдением населением соответствующих правил поведения в общественных местах и с недостаточным мониторингом его активности. Неоднозначный эффект в сдерживании пандемии проявляет ношение защитных масок, несоблюдение правил их ношения способствует росту заболеваемости населения. Меры по вакцинации также эффективны для снижения заболеваемости населения, однако они характеризуются отложенным воздействием, для полного охвата населения страны вакцинацией и формирования коллективного иммунитета требуется определенное время.

Одобрение и принятие государственных противоэпидемических мер населением существенно влияет на эффективность сдерживания пандемии. Это подтверждается результатами построения регрессионных моделей, применения теста Грейнджера. Этот факт служит эмпирическим доказательством правомерности применения концепции конкордантности при планировании реализации государственных мероприятий сдерживания пандемий, согласно которой при принятии ответственных решений люди руководствуются не только и не столько принципами рационального поведения, сколько различными бытовыми историями (нарративами), услышанными от родственников, знакомых или известных медиа-персон, которым они априори больше доверяют.

Исследование не имело спонсорской поддержки.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Niu Y., Li Zh., Meng L., Wang Sh., Zhao Z., Song T. The collaboration between infectious disease modeling and public health deci-

COVID-19

- sion-making based on the COVID-19. *J. Saf. Sci. Resilience*. 2021;2(2):69–76. doi: 10.1016/j.jnlssr.2021.06.001
2. Leung K., Wu J. T., Leung G. M. Effects of adjusting public health, travel, and social measures during the roll-out of COVID-19 vaccination: a modelling study. *Lancet Pub. Health*. 2021;6(9):e674–82. doi: 10.1016/S2468-2667(21)00167-5
3. Leung T. Y., Sharma P., Aditipyangkul P., Khosi P. Gender equity and public health outcomes: The COVID-19 experience. *J. Business Res.* 2020;116:193–8. doi: 10.1016/j.jbusres.2020.05.031
4. Sobol M., Blachnio A., Przepiórka A. Time of pandemic: Temporal perspectives related to compliance with public health regulations concerning the COVID-19 pandemic. *Soc. Sci. Med.* 2020;265:113408. doi: 10.1016/j.socscimed.2020.113408
5. Kwok A., Yan M., Huang Y., Gao Ch., Li W. What shapes people's willingness to wear a face mask at the beginning of a public health disaster? A qualitative study based on COVID-19 in China. *Int. J. Disast. Risk Reduct.* 2021;65:102577. doi: 10.1016/j.ijdrr.2021.102577
6. Bender K. E., Badiger A., Roe B. E., Shu Yi., Qi D. Consumer behavior during the COVID-19 pandemic: An analysis of food purchasing and management behaviors in U.S. households through the lens of food system resilience. *Socio-Econ. Plan. Sci.* 2022(82):101107. doi: 10.1016/j.seps.2021.101107
7. Wang X. How Chinese attitudes toward COVID-19 policies changed between June and early December 2022: Risk perceptions and the uses of mainstream media and WeChat, SSM. *Popul. Health*. 2023(23):101467. doi: 10.1016/j.ssmph.2023.101467
8. Luo Ch., Chen An., Cui B., Liao W. Exploring public perceptions of the COVID-19 vaccine online from a cultural perspective: Semantic network analysis of two social media platforms in the United States and China. *Telemat. Informat.* 2021;65:101712. doi: 10.1016/j.tele.2021.101712
9. Alimoradi Z., Lin C. Y., Pakpour A. H. Worldwide estimation of parental acceptance of COVID-19 vaccine for their children: a systematic review and meta-analysis. *Vaccines*. 2023;11(3):533. doi: 10.3390/vaccines11030533
10. Staguin E. D., Weston-Farber E., Castillo R. C. The impact of state-wide school closures on COVID-19 infection rates. *Am. J. Infect. Control*. 2021;49:503–5. doi: 10.1016/j.ajic.2021.01.002
11. Viner R. M., Russell S. J., Croker H., Packer J., Ward J., Stansfield Cl., et al. School closure and management practices during coronavirus outbreaks including COVID-19: A rapid systematic review. *Lancet Child Adolesc. Health*. 2021;4:397–404. doi: 10.1016/S2352-4642(20)30095-X
12. Bou-Karroum L., Khabsa J., Jabbour M., Hilal N., Haidar Z., Khalil P. A., et al. Public health effects of travel-related policies on the COVID-19 pandemic: A mixed-methods systematic review. *J. Infect.* 2021;83(4):413–23. doi: 10.1016/j.jinf.2021.07.017
13. Leung K., Wu J. T., Leung G. M. Effects of adjusting public health, travel, and social measures during the roll-out of COVID-19 vaccination: A modelling study. *Lancet Pub. Health*. 2021;6(9):e674–e682. doi: 10.1016/S2468-2667(21)00167-5
14. Leung T. Y., Sharma P., Adithipyangkul P., Hosie P. Gender equity and public health outcomes: The COVID-19 experience. *J. Business Res.* 2020;116:193–8. doi: 10.1016/j.jbusres.2020.05.031
15. Федорова Е. А., Афанасьев Д. О., Демин И. С., Пыльцин И. В., Нерсисян Р. Г., Лазарев А. М. и др. Разработка тонально-тематического словаря EcSentiThemeLex для анализа экономических текстов на русском языке. *Прикладная информатика*. 2020;15(6):58–77. doi: 10.37791/2687-0649-2020-15-6-58-77
16. Афанасьев Д. О., Федорова Е. А., Рогов О. Ю. О влиянии тональности новостей в международных СМИ на рыночный курс российского рубля: текстовый анализ. *Экономический журнал Высшей школы экономики*. 201;23(2):264–89. doi: 10.17323/1813-8691-2019-23-2-264-289
17. Chruściel P. T., Szybka S. J. On the lag between deaths and infections in the first phase of the Covid-19 pandemic. *medRxiv*. 2021;2021.01.01:21249115. doi: 10.1101/2021.01.01.21249115
18. Rosoł M., Młyńczak M., Cybulski G. Granger causality test with nonlinear neural-network-based methods: Python package and simulation study. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 2022;216:106669. doi: 10.1016/j.cmpb.2022.106669
19. Santana C. L. A., Manfrinato C. V., Souza P. R. P., Marino A., Condé V. F., Stedefeldt E. Psychological distress, low-income, and socio-economic vulnerability in the COVID-19 pandemic. *Pub. Health*. 2021;199:42–5. doi: 10.1016/j.puhe.2021.08.016
20. Han J., He Sh. Need for assessing the inhalation of micro(nano)plastic debris shed from masks, respirators, and home-made face coverings during the COVID-19 pandemic. *Environment. Pollut.* 2021;268:115728. doi: 10.1016/j.envpol.2020.115728
21. Kou L., Wang X., Li Y., Guo X., Zhang H. A multi-scale agent-based model of infectious disease transmission to assess the impact of vaccination and non-pharmaceutical interventions: The COVID-19 case. *J. Saf. Sci. Resilience*. 2021;2:199–207. doi: 10.1016/j.jnlssr.2021.08.005

Поступила 19.11.2023
Принята в печать 27.03.2024

REFERENCES

1. Niu Y., Li Zh., Meng L., Wang Sh., Zhao Z., Song T. The collaboration between infectious disease modeling and public health decision-making based on the COVID-19. *J. Saf. Sci. Resilience*. 2021;2(2):69–76. doi: 10.1016/j.jnlssr.2021.06.001
2. Leung K., Wu J. T., Leung G. M. Effects of adjusting public health, travel, and social measures during the roll-out of COVID-19 vaccination: a modelling study. *Lancet Pub. Health*. 2021;6(9):e674–82. doi: 10.1016/S2468-2667(21)00167-5
3. Leung T. Y., Sharma P., Aditipyangkul P., Khosi P. Gender equity and public health outcomes: The COVID-19 experience. *J. Business Res.* 2020;116:193–8. doi: 10.1016/j.jbusres.2020.05.031
4. Sobol M., Blachnio A., Przepiórka A. Time of pandemic: Temporal perspectives related to compliance with public health regulations concerning the COVID-19 pandemic. *Soc. Sci. Med.* 2020;265:113408. doi: 10.1016/j.socscimed.2020.113408
5. Kwok A., Yan M., Huang Y., Gao Ch., Li W. What shapes people's willingness to wear a face mask at the beginning of a public health disaster? A qualitative study based on COVID-19 in China. *Int. J. Disast. Risk Reduct.* 2021;65:102577. doi: 10.1016/j.ijdrr.2021.102577
6. Bender K. E., Badiger A., Roe B. E., Shu Yi., Qi D. Consumer behavior during the COVID-19 pandemic: An analysis of food purchasing and management behaviors in U.S. households through the lens of food system resilience. *Socio-Econ. Plan. Sci.* 2022(82):101107. doi: 10.1016/j.seps.2021.101107
7. Wang X. How Chinese attitudes toward COVID-19 policies changed between June and early December 2022: Risk perceptions and the uses of mainstream media and WeChat, SSM. *Popul. Health*. 2023(23):101467. doi: 10.1016/j.ssmph.2023.101467
8. Luo Ch., Chen An., Cui B., Liao W. Exploring public perceptions of the COVID-19 vaccine online from a cultural perspective: Semantic network analysis of two social media platforms in the United States and China. *Telemat. Informat.* 2021;65:101712. doi: 10.1016/j.tele.2021.101712
9. Alimoradi Z., Lin C. Y., Pakpour A. H. Worldwide estimation of parental acceptance of COVID-19 vaccine for their children: a systematic review and meta-analysis. *Vaccines*. 2023;11(3):533. doi: 10.3390/vaccines11030533
10. Staguin E. D., Weston-Farber E., Castillo R. C. The impact of state-wide school closures on COVID-19 infection rates. *Am. J. Infect. Control*. 2021;49:503–5. doi: 10.1016/j.ajic.2021.01.002
11. Viner R. M., Russell S. J., Croker H., Packer J., Ward J., Stansfield Cl., et al. School closure and management practices during coronavirus outbreaks including COVID-19: A rapid systematic review. *Lancet Child Adolesc. Health*. 2021;4:397–404. doi: 10.1016/S2352-4642(20)30095-X
12. Bou-Karroum L., Khabsa J., Jabbour M., Hilal N., Haidar Z., Khalil P. A., et al. Public health effects of travel-related policies on the COVID-19 pandemic: A mixed-methods systematic review. *J. Infect.* 2021;83(4):413–23. doi: 10.1016/j.jinf.2021.07.017

13. Leung K., Wu J. T., Leung G. M. Effects of adjusting public health, travel, and social measures during the roll-out of COVID-19 vaccination: A modelling study. *Lancet Pub. Health.* 2021;6(9):e674–e682. doi: 10.1016/S2468-2667(21)00167-5
14. Leung T. Y., Sharma P., Adithipyangkul P., Hosie P. Gender equity and public health outcomes: The COVID-19 experience. *J. Business Res.* 2020;116:193–8. doi: 10.1016/j.jbusres.2020.05.031
15. Fedorova E. A., Afanasyev D. O., Demin I. S., Pyltsin I. V., Nersesyan R. G., Lazarev A. M. Development of the tonal-thematic dictionary EcSentiThemeLex for the analysis of economic texts in Russian. *Applied Informatics. Prikladnaya informatika.* 2020;15(6):58–77. doi: 10.37791/2687-0649-2020-15-6-58-77 (in Russian).
16. Afanasyev D. O., Fedorova E. A., Rogov O. Y. On the impact of news tonality in international media on the Russian ruble exchange rate: Textual analysis. *HSE Economic Journa. Ekonomicheskii zhurnal Vysshey shkoly ekonomiki.* 2019;23(2):264–89. doi: 10.17323/1813-8691-2019-23-2-264-289 (In Russian).
17. Chruściel P. T., Szybka S. J. On the lag between deaths and infections in the first phase of the Covid-19 pandemic. *medRxiv.* 2021;2021.01.01:21249115. doi: 10.1101/2021.01.01.21249115
18. Rosoł M., Młyńczak M., Cybulski G. Granger causality test with nonlinear neural-network-based methods: Python package and simulation study. *Computer Methods and Programs in Biomedicine.* 2022;216:106669. doi: 10.1016/j.cmpb.2022.106669
19. Santana C. L. A., Manfrinato C. V., Souza P. R. P., Marino A., Condé V. F., Stedefeldt E. Psychological distress, low-income, and socio-economic vulnerability in the COVID-19 pandemic. *Pub. Health.* 2021;199:42–5. doi: 10.1016/j.puhe.2021.08.016
20. Han J., He Sh. Need for assessing the inhalation of micro(nano)plastic debris shed from masks, respirators, and home-made face coverings during the COVID-19 pandemic. *Environment. Pollut.* 2021;268:115728. doi: 10.1016/j.envpol.2020.115728
21. Kou L., Wang X., Li Y., Guo X., Zhang H. A multi-scale agent-based model of infectious disease transmission to assess the impact of vaccination and non-pharmaceutical interventions: The COVID-19 case. *J. Saf. Sci. Resilience.* 2021;2:199–207. doi: 10.1016/j.jnlssr.2021.08.005