

1.4. ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННЫХ СТРАТЕГИЙ ВИРУСА COVID-19 И ЛЮДЕЙ ПО МАССОВЫМ ЦИФРОВЫМ ДАННЫМ

Грачев И. Д., д.э.н., к.ф.-м.н., главный научный сотрудник ЦЭМИ РАН, Москва

Ноакк Н. В., к. псих. н., ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН, Москва

Covid-19 наряду с проблемами и катастрофами предоставил возможность протестировать гигантский потенциал и скромную реализацию цифровой отрасли для минимизации негативных последствий эпидемии. Практически достоверно показано, что лимитирующими факторами оказались не недостаток экспериментальной информации (цифровой информации более чем достаточно), а отсутствие идей и адекватных потоку информации управленческих решений. В работе представлены возможности (упущенные и реализованные) оптимального подавления эпидемии, базирующиеся на комбинированной экономико-эпидемиологической модели и аналогии действий так называемых «прорывных» вирусов - с инноваторами в социально-экономической системе.

Введение

Пандемия Covid-19 – первая в эпоху тотальной цифровизации социально-экономических систем. В этом плане она, наряду с огромными проблемами, предоставила прекрасную возможность протестировать потенциальные и реальные возможности цифровой экономики в плане оценок динамики пандемии и эффективности управленческих решений с учётом этого потенциала. Совершенно естественным образом выяснилось, что лидеры цифровой индустрии уже располагают в виде баз подробнейшей информацией о контактах больных и здоровых на работе и дома. Даже общедоступной части этой информации вполне достаточно для построения оптимальных в социально-экономическом смысле стратегий борьбы с вирусом, без специальных длительно неприемлемых и трудоёмких экспериментов. Возможно, впервые лимитирующим оптимальные решения фактором стало не отсутствие объективной экспериментальной информации, а её идейное обеспечение и качество управленческого использования. Характерно, что простое закачивание этих данных в любые «искусственные интеллекты» не позволило получить адекватные оценки динамики эпидемии даже на среднесрочную перспективу. К этому надо добавить, что цифровые гиганты типа Гугл наверняка располагают и необщедоступной цифрой о длительности конкретных контактов, что принципиально позволяет осуществлять очень точную оптимизацию карантинных мероприятий.

В настоящей работе мы коротко представляем нашу попытку проанализировать эти информационные потоки на базе идеи о совместном цифровом решении гибридной системы эпидемиологических и экономических уравнений, а также презентовать идею о «инновационном» типе формирования системой вирус-люди многочисленных волн пандемии - на основе нашей вероятностной модели инноваций в экономических системах.

Эволюция оценки системы вирус-люди. Уже первые массовые цифровые данные из Китая и затем Европы в начале 2020 года продемонстрировали стохастический характер числа заболевших в сутки и позволили оценить суточную вариацию числа зарегистрированных заболевших в 25%. Очень высокий уровень заставил нас на старте использовать самую простую из возможных SIR-моделей эпидемии [3;4].

В рамках этой модели с учётом очень большой случайной составляющей по массовым цифровым данным из Европы были оценены основные параметры (β , α , γ) простейшей SIR-модели для Covid-19. Однако уже здесь для разумных прогнозов (отметим, что все искусственные интеллекты в апреле дали неверные прогнозы пика первой волны) потребовалась дополнительная гипотеза о предполагаемом характере подавления эпидемии на стадии на пике и после. Мы предположили, что оно будет рефлексивно-адаптивным, по схеме (см. рис. 1). Здесь вступают в игру, среди многих других - психологические факторы.

Исследования по психологическим ответам на предыдущие эпидемии и пандемии предполагают значимую роль различных факторов психологической уязвимости, включая переменные индивидуальных различий: нетерпимость к неопределённости, предполагаемую уязвимость к болезням и предрасположенность к тревоге [19]. В литературе описываются такие психические проявления людей в ответ на Covid-19, как: усиление стресса, беспокойства, усталости и чувства небезопасности, вызывающих защитное и рискованное поведение [12; 13] чувства недостатка общения и изоляции от других людей [18].

Значимым и пока малоисследованным социально-психологическим фактором является отношение человека к информации (СМИ, социальные сети) в частности, доверие-недоверие к ней в условиях существующего недостатка информации и дезинформации в эпоху Covid-19, а также уровень доверия к государственным и общественным институтам, обуславливающим качество её (информации) управленческого использования [7]. Подавляющее большинство стран вошли в эпоху COVID-19 с низким уровнем институционального доверия. Согласно опросу [20], из 28 стран, участвовавших в опросе,

Россия по уровню доверия занимает последнее место: лишь 30% опрошенных доверяют социальным институтам – государству, СМИ, бизнесу.

Отношение людей к новому вирусу, информации о нём и соответствующим управленческим мероприятиям уже неоднократно менялось со времени появления первых известий. Амплитуда оценок в рамках этого отношения огромна – от полного скепсиса и абсолютного недоверия к информации, появляющийся в СМИ и соцсетях, до опять же полного следования любым рекомендациям. Колебания оценок носили экстремальный (панический) характер, зачастую прямо следуя за появлением столь же противоречивой информацией из внешних источников. В этих условиях возросло общее недоверие населения – как к данной информации, как и к тем мерам, которые предлагались правительством для совладания с катастрофой [6].

В подавляющем большинстве стран, включая Китай, на уровне 1-100 больных, не принимается никаких значимых мер и фактически работает «естественный» для этого вируса и людей показатель ежесуточного прироста $\beta \cong 0,3$ числа инфицированных. В районе 100-1000 больше начинаются полумеры типа «можете не ходить в школу, не собирайтесь более 5000 чел», увещевания про самоизоляцию и т.д. В результате ежесуточный прирост больных доводится до уровня $\beta \cong 0,2$, что не отменяет эпидемического взрыва. На уровне примерно 10000 заболевших начинает захлёбываться медицина, у власти начинается паника и принимаются неадекватные карантинные мероприятия, доводящие β до примерно 0,05, т.е. примерно до «уханьского» уровня.

На модельном графике 1 дан зрительный образ этой «стандартной неоптимальной стратегии» изменения $\beta(t)$ с поэтапным ужесточением карантинных мер. В это время никто уже не задумывается о структуре подавления контактов, что по сути приводит к коллапсу народного хозяйства. Соответственно, в отличие от «Уханя», ни одна страна не может до выдержать этого уровня и структуры подавления и через 1.5-2 месяца начинает ослаблять карантин в лучшем случае до оптимальных значений $\beta = 0,1$ по интенсивности. Это позволило дать в апреле удовлетворительный по амплитуде и фазе прогноз первой волны для Москвы (начальная (левая) часть рис. 2) и оценить нецелесообразность полномасштабных локдаунов и необходимый уровень интегрального подавления коэффициента β SIR-модели, обеспечивающий социально-экономически оптимальный вариант подавления контактов. Возможность оценки оптимального $\beta(t)$ иллюстрируется рисунком 3 (из работы [1]), на котором оптимальное $\beta(t)$ обеспечивает прохождение страны между Сциллой высокой смертности и Харибдой сильного подавления экономики.

К этому времени (лето 2020) Яндекс и Гугл ввели в оборот массовые данные об изменении уровня (интенсивности) контактов в интегральном и дифференцированном по отраслям варианте [1], которые показали, что наши надежды на управленцев сильно завышены. Во всех странах, включая Россию, за локдаунами последовало полное восстановление контактов, что, собственно, и спровоцировало вторую волну коронавируса.

На «полном» рис. 2 показано удовлетворительное соответствие реальных и квазимодельных графиков числа актуальных больных для Москвы с учётом массивов об интенсивности контактов от Яндекс.

Дифференцированные по отраслям данные об интенсивности контактов от Гугл позволили оценить ранее высказанную нами гипотезу о нецелесообразности тотальных локдаунов, оптимальности дифференцированного по отраслям подавления контактов. Корреляционный анализ волн подавления контактов и волн больных позволяет строить стратегию оптимального дифференцированного карантина. Подчеркнём ещё раз, что реальные общедоступные массивы данных позволили на стадии первой волны и до неё построить оптимальные (в известном смысле инновационные) стратегии дифференцированных карантинных мер, позволяющие избежать значимого экономического спада и полностью избежать второй и последующих волн. Подчеркнём также, что такую возможность инновационной стратегии подавления вируса Covid-19 обеспечили массивы данных от Яндекс, Гугл и др. В этом смысле полностью продемонстрирована потенциальная мощь цифры. Упомянем также, что это позволило работать в рамках простейшей SIR-модели.

Однако ничего близкого к оптимальной стратегии не было продемонстрировано ни в одной стране.

Произошло то, что произошло. Вирус Covid-19 выиграл время и пространство, необходимое ему для предъявления своих инновационных стратегий.

Из анализа массивов актуальных больных (в частности, по Москве, рис. 4) и массивов дифференцированных контактов качественно можно понять, что внешнее управление (коэффициентом $\beta(t)$) не объясняет третьей и четвёртой волн, хотя бы потому, что графики контактов не имеют нескольких выраженных минимумов, подобных первому. Кроме того, с учётом переболевших, приобретших иммунитет, на столь мощную третью волну банально не должно хватать потенциальных объектов заражения.

Этот факт породил обсуждение и поиск чуть более сложных, чем SIR-, моделей [8-11; 14-17; 21, 22], в которых наиболее продвинутой идеей предложено добавить потерю иммунитета переболевшими в темпе примерно 1/180 за сутки и вакцинированными в темпе, нуждающимся в изучении. В вербальной части обсуждения много внимания уделяется двум основным механизмам «прорывных» вирусов – качественному росту заразаности ($\beta(t)$ растёт) и обходу иммунитета, выработанному к конкретному

спектру Covid-19. Термин «прорывные» вирусы нам представляется правильным по существу, но неудачным по форме.

Для нас важно, что здесь имеет место полная аналогия с разрабатываемой нами [2, 3] идеей о двух принципиально различных типах инноваций в экономических системах: 1) улучшающих качественную индивидуальную леонтьевскую матрицу агента, 2) принципиально расширяющих доступные к использованию природные ресурсы. В работе [2] мы показали, что инновации второго типа без искусственных предположений позволяют получить неограниченное количество кондратьевских волн с необходимой периодичностью.

С точки зрения вируса перевод человека с иммунитетом в исходное состояние эквивалентно инновации второго типа, и естественно ожидать появления аналогичных волн в темпе, заданном темпом штаммов-инноваторов.

Важно, что взаимоотношение вирусов инноваторов первого и второго типа влияет на оптимальное сочетание дифференцированных карантинных и вакцинационных мер.

Не менее важно, что общедоступные массивы данных о больных, умерших, выздоровевших и т.д. в сочетании с массивами регулирования контактов содержат в себе достаточную информацию для оценки инновационной стратегии Covid-19. А, следовательно, и для оценки оптимальной стратегии борьбы с ним.

В качестве примера приведена (рис. 5) корреляция с лагом между заболевшими и выздоровевшими для Москвы, которая имеет размытый спектральный вид, отражающий изменения свойств Covid-19 на стадии первой, второй и третьей волны.

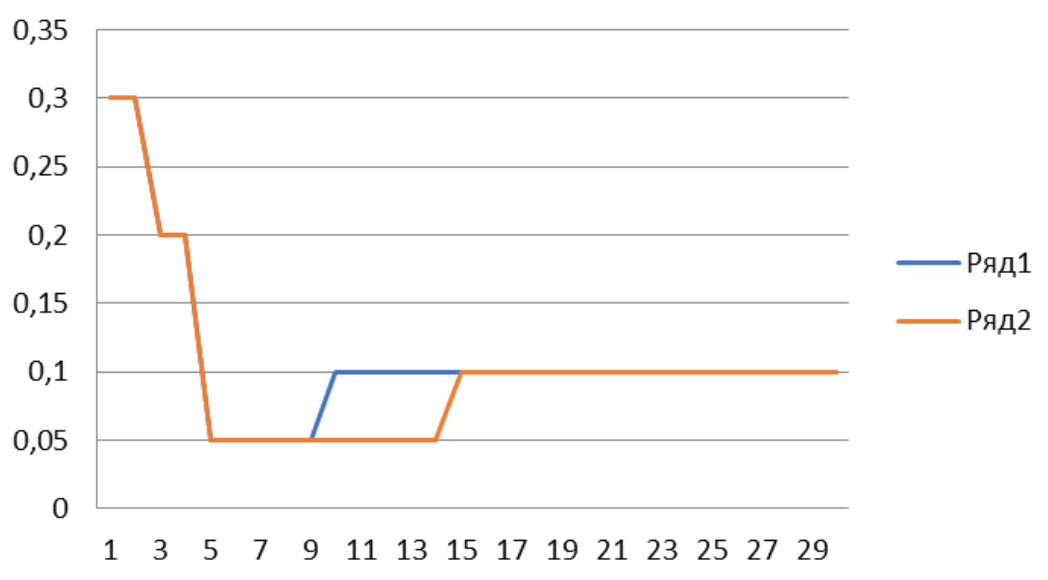


Рис. 1. Типовой график регулируемого изменения интенсивности контактов.

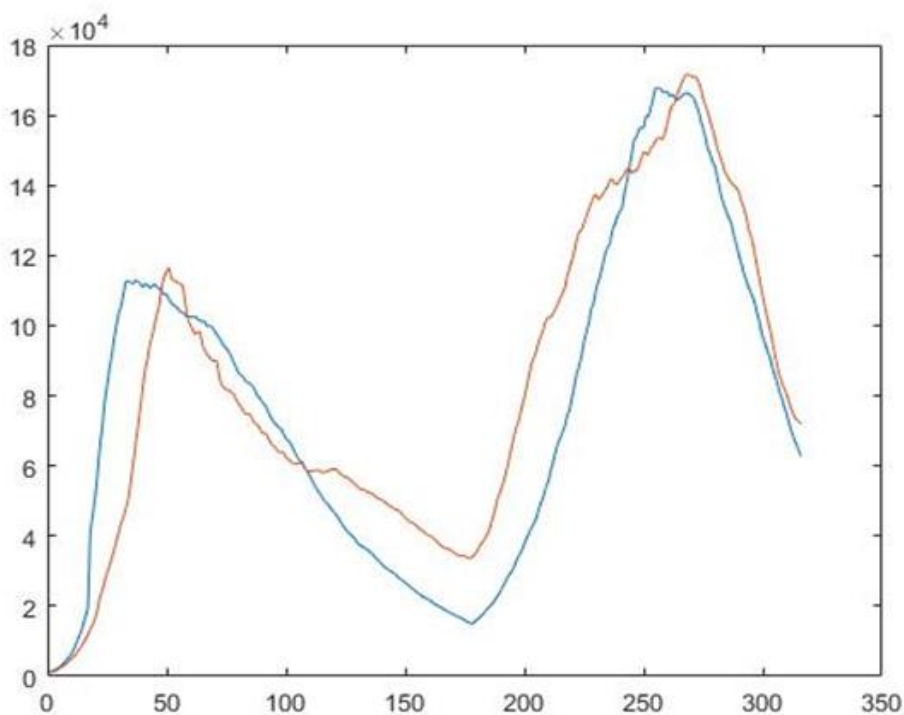


Рис. 2. Реально наблюдаемое (коричневая кривая) числа инфицированных в Москве и его модельное приближение (синяя кривая) с учётом коррекции.

Здесь синяя кривая — модельная, коричневая — реальные данные по столице. Вот наблюдаемые модельные результаты. Еще раз подчеркиваю: никакие суперкомпьютеры с искусственным интеллектом ничего лучше не сосчитали. Другие авторы брали более хорошие, более современные уравнения, использовали компьютеры помощнее, но результат получили хуже. Это значит, действуют какие-то базовые идеи о случайном характере заражений, и, что самое главное, все зависит не от сложности моделей, а от того, насколько эффективно модель прогнозирует карантин и то, как этими карантинами управляют. Грубо говоря, если всем перекрыли кислород, устроили полный локдаун, то, да, на это время рост эпидемии будет задавлен. И результат более всего окажется зависимым от того, как чередуют локдауны, как их оптимизируют, а не от сложности модели. Это и представлено на рисунке 2.

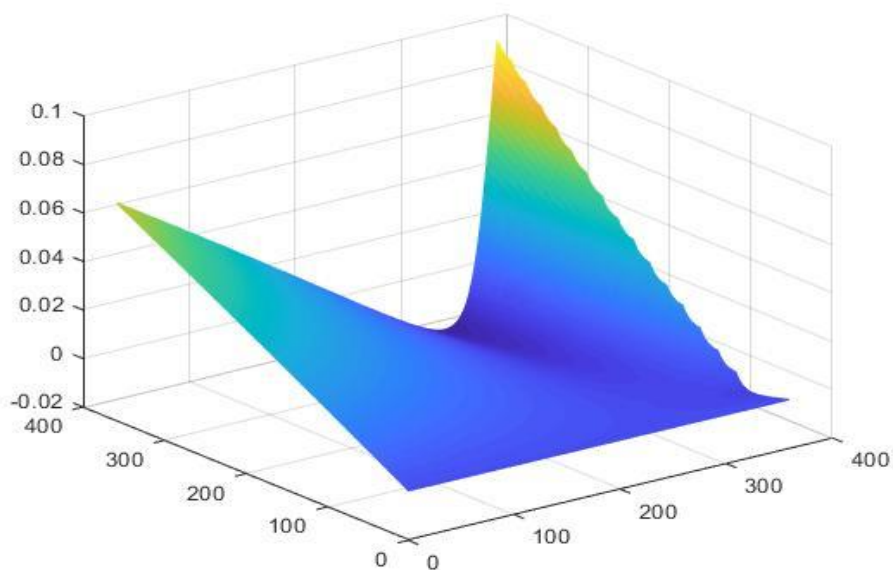


Рисунок 3. Зависимость экономического спада (вертикальная ось) от времени

(дни по левой горизонтальной оси) и исходной интенсивности контактов

β (правая горизонтальная ось с $\beta(360) = 0,2$).

На рисунке 3 показан уровень спада экономики по итогам года (вертикальная прямая) в зависимости от интенсивности контактов (правая горизонтальная прямая) и времени (левая горизонтальная прямая, дни) – причем, в случае, если карантина вообще не будет. Когда просто думаем, решаем и выбираем оптимальный уровень подавления на все время пандемии, на весь год. Тогда спад по итогам года будет приемлемым при условии оптимального подавления интенсивности контактов, который должен быть примерно вдвое сильнее нынешнего уровня, соответствующего 20-процентному суточному приросту числа больных. Иными словами, надо еще вдвое подавить число контактов.

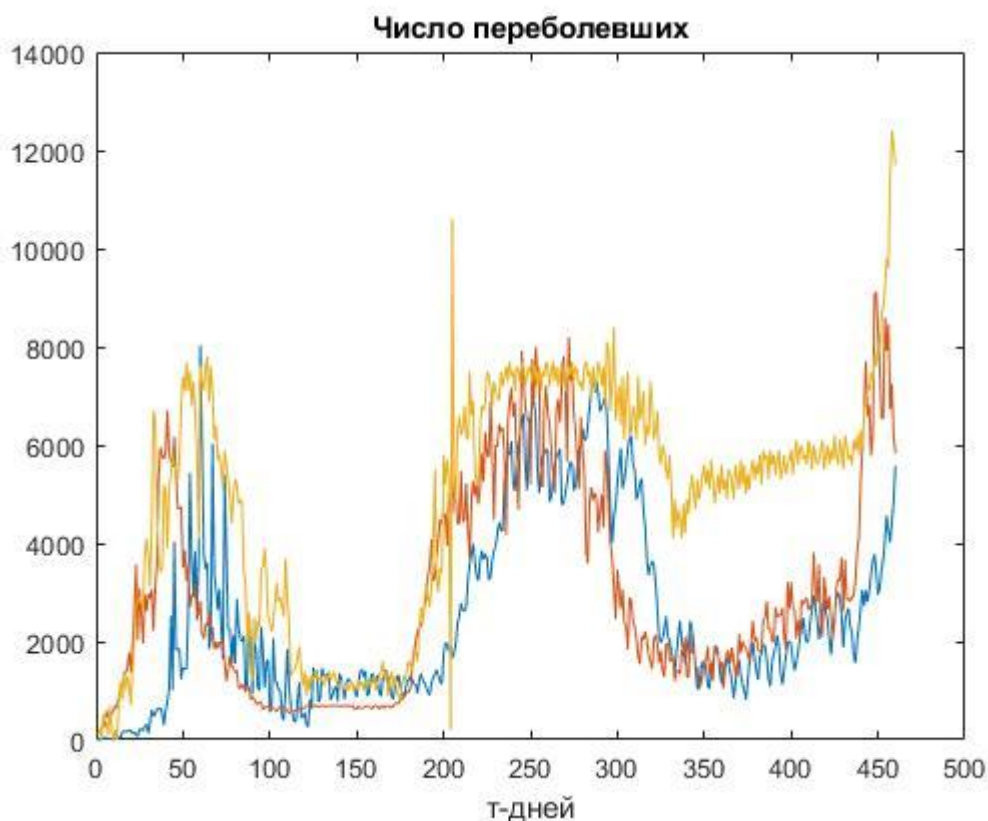


Рисунок 4. Число заболевших, переболевших и умерших в сутки (30.01.2021)

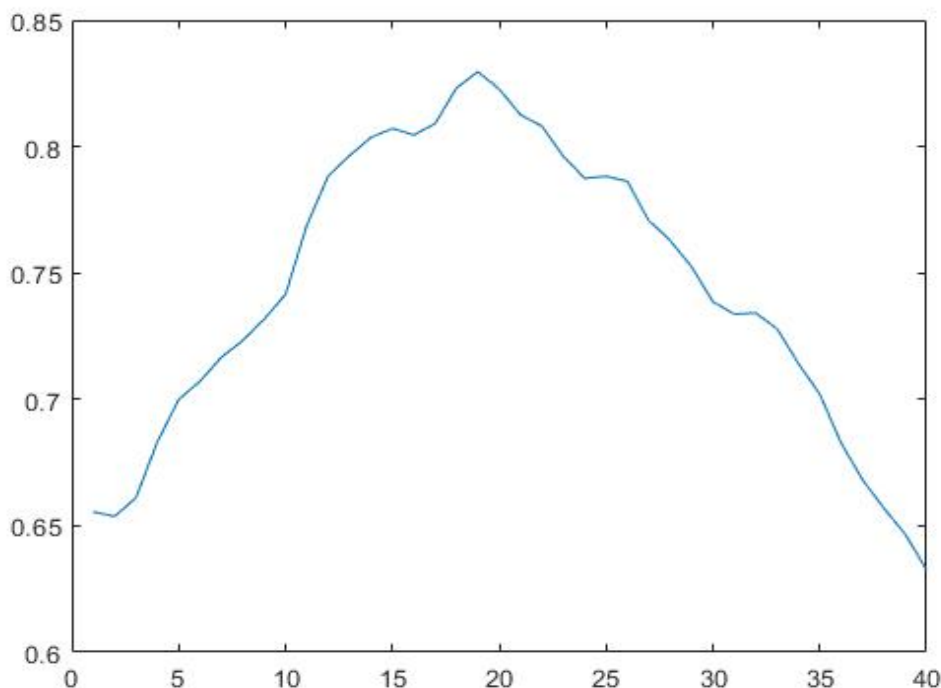


Рисунок 5. Корреляция с лагом между заболевшими и выздоровевшими

Литература

1. Грачев И.Д., Неволин И.В. Дифференцированный подход к карантинным мероприятиям// Цифровая экономика. – 2021. - 2(14), 2021. - С. 16-23.
2. Грачев И.Д., Митин И.Н. Кондратьевские циклы и модель реально-виртуальных рынков// Экономический анализ: теория и практика. Изд-во «Финансы и кредит». М.- 17 (320). - 2013. – С. 24-31.
3. Грачев И.Д. Статфизическая модель экономического прогресса // Электронное научно-практическое периодическое издание «Современные научные исследования и разработки» – 2018. – №10(27). – с. 267-269. (URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36482555>).
4. Грачев И.Д., Грачев Д.И., Ларин С.Н., Ноакк Н.В. Оценка экономических результатов различных вариантов карантин с использованием комбинированной цифровой экономико-эпидемической модели // Экономика и предпринимательство. – 2020. – Вып.14. – №2(115). – с. 902-909. <https://doi.org/10.34925/EIP.2020.115.2.182>.
5. Грачев И.Д., Грачев Д.И., Ларин С.Н., Ноакк Н.В. Цифровая модель экономически оптимальных противоэпидемических ограничений // Экономика и предпринимательство – 2020. – Вып.14. – №2(115). – с. 869-872.
6. Иоселиани А. Д., Зарубина П. Д. Социальное поведение людей в пандемию COVID-19// Мanusкрипт. - 2021. - Том 14. Выпуск 6. – стр. 1151-1155
7. Нестик Т.А. Влияние пандемии Covid-19 на общество: социально-психологический анализ //Институт психологии Российской академии наук. Социальная и экономическая психология. - 2020. - Том 5. - № 2(18). - Стр. 47-83.
8. Al-Raeei M. The Forecasting of Covid-19 with Mortality Using SIRD Epidemic Model for the United States, Russia, China and Syrian Arab Republic. AIP Advances 10: 065325- 2020a. <https://doi.org/10.1063/5.0014275>.
9. Avery C., Bossert W., Clark A., Ellison G., Ellison S.-F. An Economist's Guide to Epidemiology Models of Infectious Disease// Journal of Economic Perspectives. – 2020. - № 34 (4). – p. 79-104. DOI: 10.1257/jep.34.4.79. Режим доступа: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.34.4.79>.
10. Goenka A., Liu L., Nguyen M.-H. SIR Economic Epidemiological Models with Disease Induced mortality. - January 11. - 2021. Режим доступа: https://www.tse-fr.eu/sites/default/files/TSE/documents/doc/wp/2020/wp_tse_1150.pdf
11. Hou C., Chen J., Zhou Y., Hua L., Yuan J., He S., et al.. The effectiveness of quarantine in Wuhan city against coronavirus disease 2019 (COVID-19): a well-mixed SEIR model analysis// J. Med.

- Virol. - № 92. - 2020. - p. 841–848, doi: 10.1002/jmv.25827. Режим доступа: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jmv.25827>
12. Hua Qin et al. Exploring the dynamic relationships between risk perception and behavior in response to the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) outbreak // Social Science & Medicine. Volume 285.- September 2021. – Режим доступа: Exploring the dynamic relationships between risk perception and behavior in response to the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) outbreak - ScienceDirect
 13. Khan A.J., Nishimi K., Tripp P., Maven D., Jiha A., Woodward E., Inslicht S., Richards A., Neylan T.C., Maguen S., O'Donovan A. COVID-19 related moral injury: Associations with pandemic-related perceived threat and risky and protective behaviors // Journal of Psychiatric Research. - Volume 142. - October 2021. - p. 80-88.
 14. Malavika B., S. Marimuthu, M. Joy, A. Nadaraj, E. S. Asirvatham, and L. Jeyaseelan (2020). Forecasting COVID-19 Epidemic in India and High Incidence States Using SIR and Logistic Growth Models// Clinical Epidemiology and Global Health/ - 2020/ - № 9. - p. 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2020.06.006>
 15. McAdams D. Economic epidemiology in the wake of Covid-19. - August 27. - 2020. Режим доступа: <https://sites.duke.edu/mcadams/files/2020/08/McAdams-Economic-Epidemiology.pdf>
 16. McAdams D. Nash SIR: An Economic-Epidemiological Model of Strategic Behavior During a Viral Epidemic - May 3. - 2020. Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2006.10109>
 17. Nakamura G., Grammaticos B., Badoual M. (2020). Confinement strategies in a simple SIR Model// Regul. Chaot. Dyn. – 2020. - № 25 – p. 509–521.
 18. Senerat AM., Pope Z., Rydell S., Mullan A., Roger V., Pereira MA. Psychosocial and Behavioral Outcomes and Transmission Prevention Behaviors: Working during COVID-19// Mayo Clinic Proceedings: Innovations, Quality & Outcomes. – 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mayocpiqo.2021.08.014>
 19. Tailer, S. The psychology of pandemics: Preparing for the next global outbreak of infectious disease// Cambridge Scholars Publishing. - 2019 г. – 178 p.
 20. The Edelman Trust Barometer 2020. Режим доступа: <https://www.edelman.com/trust/2020-trust-barometer>
 21. Tsuchiya T. A study on the spread of new coronavirus infections// Commun. Oper. Res. Soc. Jpn. – 2021. - p. 90–103. doi: 10.24545/00001758
 22. Zeng C., Zhang J., Li Z., Sun X., Olatosi B., Weissman S., Li X. Spatial-temporal relationship between population mobility and COVID-19 outbreaks in South Carolina: time series forecasting analysis // J. Med. Internet Res., 23.- 2021. - doi:10.2196/27045

References in Cyrillics

1. Grachyov I.D., Nevolin I.V. Differencirovannyj podxod k karantinny'm meropriyatijam// Cifrovaya e`konomika. – 2021. - 2(14), 2021. - S. 16-23.
2. Grachyov I.D., Mitin I.N. Kondrat'evskie cikly` i model` real'no-virtual'ny`x ry`nkov// E`konomicheskij analiz: teoriya i praktika. Izd-vo «Finansy` i kredit». M.- 17 (320). - 2013. – S. 24-31.
3. Grachyov I.D. Statfizicheskaya model` e`konomicheskogo progressa // E`lektronnoe nauchno-prakticheskoe periodicheskoe izdanie «Sovremennye`e nauchny`e issledovaniya i razrabotki» – 2018. – №10(27). – с. 267-269. (URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36482555>).
4. Grachyov I.D., Grachyov D.I., Larin S.N., Noakk N.V. Ocenka e`konomicheskix rezul'tatov razlichny`x variantov karantinov s ispol'zovaniem kombinirovannoj cifrovoj e`konomiko-e`pidemicheskij modeli // E`konomika i predprinimatel'stvo. – 2020. – Vy`p.14. – №2(115). – s. 902-909. <https://doi.org/10.34925/EIP.2020.115.2.182>.
5. Grachyov I.D., Grachyov D.I., Larin S.N., Noakk N.V. Cifrovaya model` e`konomicheski optimal'ny`x protivoe`pidemicheskix ogranichenij // E`konomika i predprinimatel'stvo – 2020. – Vy`p.14. – №2(115). – s. 869-872.
6. Ioseliani A. D., Zarubina P. D. Social'noe povedenie lyudej v pandemiyu COVID-19// Ma-nuskript. - 2021. - Tom 14. Vy`pusk 6. – str. 1151-1155
7. Nestik T.A. Vliyanie pandemii Covid-19 na obshhestvo: social'no-psixologicheskij analiz //Institut psixologii Rossijskoj akademii nauk. Social'naya i e`konomicheskaya psixologiya. - 2020. - Tom 5. - № 2(18). - Str. 47-83..

Грачев Иван Дмитриевич, ORCID 0000-0003-1815-5898

Ноакк Наталья Вадимовна ORCID 0000-0001-8696-5767

Ключевые слова

COVID-19, SIR-модель, комбинированная экономическая модель, инновационные стратегии вирусов

I.D. Grachev, N.V. Noack. Evaluation of innovative strategies of the COVID-19 virus and people using massive digital data

Keywords

COVID-19, SIR model, combined economic model, innovative virus strategies

DOI: 10.34706/DE-2021-03-04

JEL classification C02 Математические методы

Abstract

Covid-19, along with problems and disasters, provided an opportunity to test the gigantic potential and modest implementation of the digital industry to minimize the negative consequences of the epidemic. It is practically reliably shown that the limiting factors were not the lack of experimental information (digital information is more than enough), but the lack of ideas and management decisions adequate to the information flow. The paper presents the opportunities (missed and realized) of optimal suppression of the epidemic, based on a combined economic-epidemic model and the analogy of the actions of the so-called "break-through2 viruses" with innovators in the socio-economic system.