

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/364305318>

Economic burden of the novel coronavirus infection: a systematic review

Article in *FARMAKOEKONOMIKA Modern Pharmacoeconomic and Pharmacoepidemiology* · October 2022

DOI: 10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2022.146

CITATIONS

0

READS

31

4 authors:



D. Gareeva

Bashkir State Medical University

27 PUBLICATIONS 57 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Irina Alexandrovna Lakman

Ufa State Aviation Technical University

65 PUBLICATIONS 62 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Venera Timiryanova

Ufa University of Science and Technology

27 PUBLICATIONS 34 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Naufal Zagidullin

Bashkir State Medical University

106 PUBLICATIONS 655 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



COVID-19 and cardiovascular diseases [View project](#)

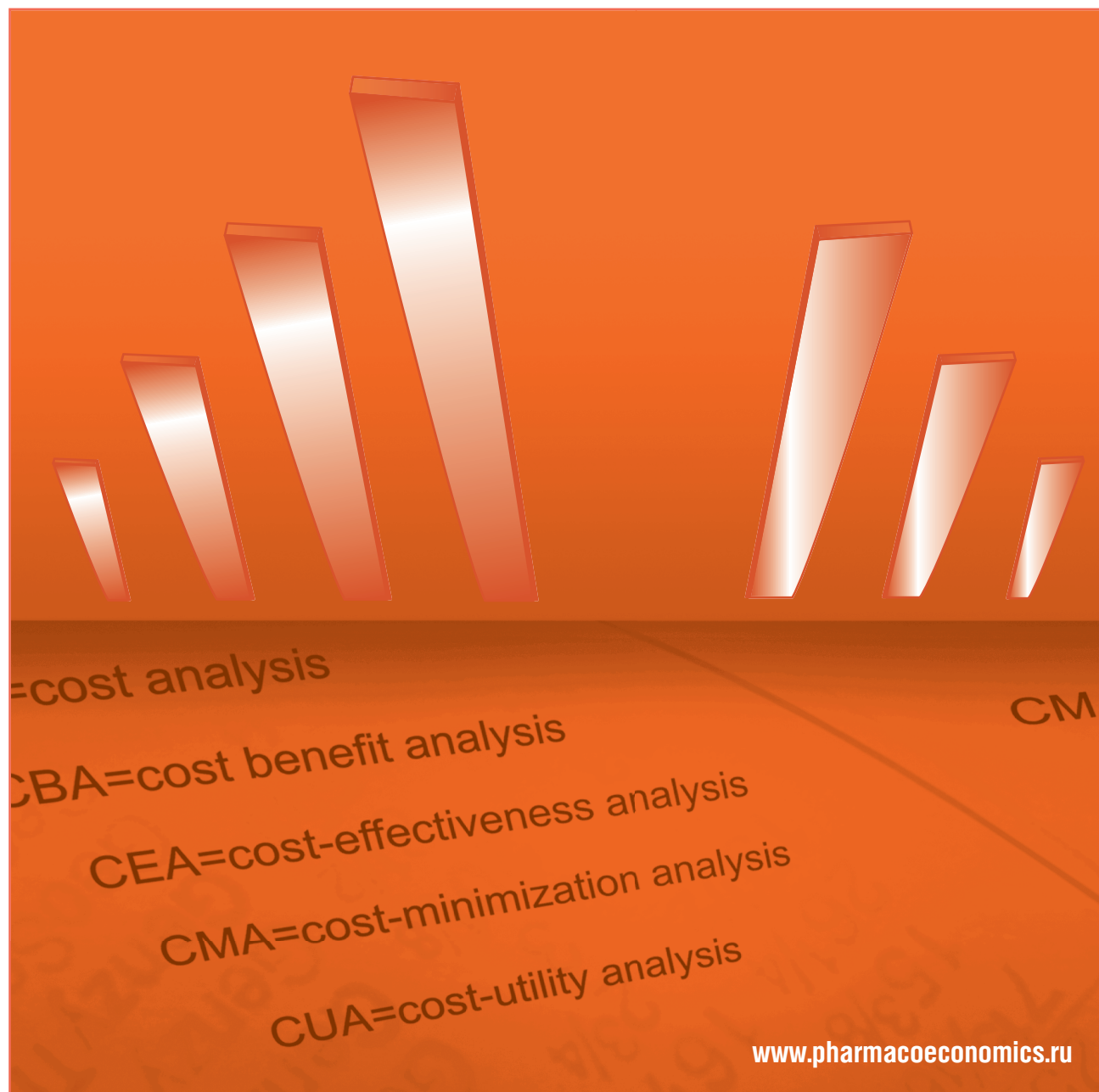


Ischemic preconditioning in CHD, it's nephroprotective effect, in COPD [View project](#)

ISSN 2070-4909 (print)
ISSN 2070-4933 (online)

Фармакоэкономика

Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология



FARMAKOEKONOMIKA

Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology

2022 Vol. 15 No. 3

№3

Том 15

2022

Данная интернет-версия статьи была скачана с сайта <https://www.pharmacoeconomics.ru>. Не предназначено для использования в коммерческих целях.
Информацию о размещении материала можно получить в редакции. Тел.: +7 (495) 649-54-95; эл. почта: info@irbis-1.ru.



<https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2022.146>

ISSN 2070-4909 (print)

ISSN 2070-4933 (online)

Экономическое бремя новой коронавирусной инфекции: систематический обзор

Тимирьянова В.М.¹, Лакман И.А.¹, Загидуллин Н.Ш.², Гареева Д.Ф.²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный университет» (ул. Заки Валиди, д. 32, Уфа 450076, Республика Башкортостан, Россия)

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Ленина, д. 3, Уфа 450005, Республика Башкортостан, Россия)

Для контактов: Лакман Ирина Александровна, e-mail: lackmania@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Внезапное появление и быстрое распространение новой коронавирусной инфекции (COVID-19) повлекли большую, в т.ч. экономическую, нагрузку на систему здравоохранения. В связи с этим возникло много вопросов, касающихся приоритизации финансирования ограничительных и профилактических мероприятий, введения различных методов отслеживания и своевременного лечения постковидных состояний. Это актуализировало развитие фармакоэкономических подходов, позволяющих повысить качество принимаемых решений в таких экстремальных условиях.

Цель: систематизация опубликованных исследований, посвященных оценке глобального экономического бремени новой коронавирусной инфекции, и выявление направлений их развития.

Материал и методы. Особенностью предложенного дизайна обзора является выделение отмечаемых недостатков и направлений, в которых ученые вносят дополнения в методы оценки с учетом хронологии пандемии, определяющей изменения в информационном поле. Проведен анализ 80 работ, опубликованных в 2020–2022 гг. и посвященных оценке и прогнозу глобального экономического бремени COVID-19. Основным критерием отбора исследований было наличие оценки глобального бремени новой коронавирусной инфекции. Поиск осуществляли по базам PubMed/MEDLINE, Web of Science, Scopus и eLibrary. Используя заранее заданную форму сбора данных, два соисследователя независимо друг от друга извлекли информацию, характеризующую публикации.

Результаты. Анализ работ показал достаточно широкое разнообразие исследований в области бремени новой коронавирусной инфекции, в т.ч. определяемое различием объектов наблюдения, методов анализа, учитываемых факторов и т.д. Учеными активно используются международные (73,8%) и национальные (90%) базы данных, а также опросы (57,5%). Преимущественно оценки предполагают расчет потерянных лет жизни с поправкой на качество (англ. quality-adjusted life years, QALY) (66,3%), 37,6% работ опираются на результаты построения различных вариантов сценарных моделей, 28,8% используют алгоритмы эпидемиологических моделей семейства SIR (англ. susceptible, infected, or recovered), 66,3% предусматривают стоимостную оценку затрат. В рамках анализа экономического бремени рассматриваются потеря производительности (26,3% публикаций), внедрение вакцинации (32,5%), коморбидность (25%), постковидные осложнения (17,5%).

Заключение. Наблюдается значительный интерес мирового научного сообщества к оценке глобального бремени COVID-19, определяемый поиском наиболее эффективных методов вмешательства. Дальнейшие исследования в этой области следует сосредоточить на детализации в рамках оцениваемого экономического бремени потерь, связанных с постковидными осложнениями, включая различные их комбинации, а также на анализе соотношения и взаимокомпенсации эффектов от различных видов вмешательств с более глубокой проработкой косвенных потерь. Результаты данной работы будут полезны в проведении подобных исследований, в т.ч. для определения их дизайна и применения современных инструментов математического моделирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Новая коронавирусная инфекция, COVID-19, экономическое бремя болезни, год жизни с поправкой на качество, год жизни с поправкой на инвалидность.

Статья поступила: 20.06.2022 г.; в доработанном виде: 14.07.2022 г.; принята к печати: 15.08.2022 г.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии необходимости раскрытия конфликта интересов в отношении данной публикации.

Финансирование

Обзор выполнен при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 22-18-20123 «Методика оценки глобального экономического бремени болезни с учетом отдаленных последствий для здоровья и качества жизни населения (на примере новой коронавирусной инфекции)».

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Для цитирования

Тимирьянова В.М., Лакман И.А., Загидуллин Н.Ш., Гареева Д.Ф. Экономическое бремя новой коронавирусной инфекции: систематический обзор. *ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология*. 2022; 15 (3): 363–379. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2022.146>.

Economic burden of the novel coronavirus infection: a systematic review

Timiryanova V.M.¹, Lakman I.A.¹, Zagidullin N.Sh.², Gareeva D.F.²

¹ Bashkir State University (32 Zaki Validi Str., Ufa 450076, Republic of Bashkortostan, Russia)

² Bashkir State Medical University (3 Lenin Str., Ufa 450008, Republic of Bashkortostan, Russia)

Corresponding author: Irina A. Lakman, e-mail: lackmania@mail.ru

SUMMARY

Background. The sudden emergence and rapid spread of the novel coronavirus infection (COVID-19) caused tremendous burden on the health care system including the economic one. In this regard, many questions concerning the prioritization of funding for various restrictive and preventive procedures have arisen; also the introduction of various intervention methods for monitoring and timely treatment of post-COVID consequences became an urgent problem. These challenges actualized the development of pharmacoeconomic methods that improve the quality of decisions making in such extreme conditions.

Objective: to systematize available studies on the assessment of the global economic burden of the novel coronavirus infection.

Material and methods. A feature of the proposed review design was the highlighting of the observed shortcomings and areas in which scientists make additions to the assessment methods taking into account the chronology of the pandemic determining changes in the information field. Therefore, an analysis was made of 80 studies published in 2020–2022 and dedicated to the assessment and forecast of the global economic burden of COVID-19. The main inclusion criteria for the studies was the estimation of COVID-19 global burden. The search was carried out in PubMed/MEDLINE, Web of Science, Scopus, and eLibrary databases. Using a predefined data collection form, two reviewers independently extracted information characterizing the studies.

Results. An analysis of the publications showed a fairly wide variety of studies in the field of the COVID-19 burden, including those determined by the difference in observation objects, analysis methods, factors taken into account, etc. Scientists actively use international (73.8%) and national (90%) databases, and surveys (57.5%). Predominantly, the estimates involve the calculation of quality-adjusted life years lost (QALY) (66.3%), 37.6% of the studies are based on the results of constructing scenario models, 28.8% consume algorithms of epidemiological SIR (susceptible, infected, or recovered) models, and 66.3% provide for cost assessment. As part of the estimated economic burden, the loss of productivity (26.3% of publications), the introduction of vaccination (32.5%), comorbidity (25%), post-COVID complications (17.5%) are considered.

Conclusion. A significant interest of the world scientific community in assessing the COVID-19 global burden is observed, determined by the search for the most effective study methods. Further investigations in this area should focus on detailing within the estimated economic burden of losses associated with post-COVID-19 complications, including their various combinations, as well as on the analysis of the correlation and mutual compensation of effects from various types of treatment, with a deeper study of indirect losses. The results of this work will be also useful in conducting similar studies, including for determining their design and applying modern mathematical modeling tools.

KEYWORDS

Novel coronavirus infection, COVID-19, economic burden of disease, quality-adjusted life year, disability-adjusted life year.

Received: 20.06.2022; **in the revised form:** 14.07.2022; **accepted:** 15.08.2022

Conflict of interests

The authors declare they have nothing to disclose regarding the conflict of interests with respect to this manuscript.

Funding

The review was supported by the Russian Science Foundation grant No. 22-18-20123 “Methodology for estimating the global economic burden of disease with respect to long-term health and quality of life impacts (using COVID-19 as an example)”.

Authors' contribution

The authors contributed equally to this article.

For citation

Timiryanova V.M., Lakman I.A., Zagidullin N.Sh., Gareeva D.F. Economic burden of the novel coronavirus infection: a systematic review. *FARMAKOEKONOMIKA. Sovremennaya farmakoeconomika i farmakoepidemiologiya / FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology*. 2022; 15 (3): 363–379 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2022.146>.

Основные моменты

Что уже известно об этой теме?

- ▶ В рамках оценки глобального экономического бремени болезни могут рассматриваться не отдельные методы и средства лечения, а их сочетания, что дает возможность сформировать различные стратегии, включающие одновременно как медицинские, так и немедицинские методы вмешательства
- ▶ В исследованиях активно используются международные и национальные базы данных, а также опросы. Оценки бремени предполагают в основном расчет потерянных лет жизни с поправкой на качество или стоимостную оценку затрат, а также опираются на результаты эпидемиологического моделирования

Что нового дает статья?

- ▶ Детально проанализированы и систематизированы существующие исследования по оценке экономического бремени новой коронавирусной инфекции (COVID-19)
- ▶ Особенностью обзора является выделение недостатков и направлений исследований глобального экономического бремени COVID-19 с учетом хронологии пандемии, определяющей изменения в информационном поле инфекции

Как это может повлиять на клиническую практику в обозримом будущем?

- ▶ Обзор позволяет определиться с дизайном сценариев, методами, ограничениями и математическими инструментами при проведении оценки экономического бремени COVID-19

Highlights

What is already known about the subject?

- ▶ As part of the global economic burden of a disease assessment, not individual methods and means of treatment, but their combinations may be considered, which makes it possible to form various strategies including both medical and non-medical methods of intervention at the same time
- ▶ International and national databases, as well as surveys are actively used in the studies. Predominantly, burden estimates involve calculating quality-adjusted life years lost or cost evaluation, and are also based on the results of epidemiological modeling

What are the new findings?

- ▶ The existing studies on the assessment of the new coronavirus infection (COVID-19) economic burden were analyzed and systematized in detail
- ▶ A feature of the review is the identification of the shortcomings and areas of research on the COVID-19 global economic burden, taking into account the pandemic chronology, which determines changes in the information field of infection

How might it impact the clinical practice in the foreseeable future?

- ▶ The review allows to decide on the design of scenarios, methods, limitations and mathematical tools when assessing the COVID-19 economic burden

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Одним из наиболее сильных потрясений XXI в. является объявленная 11 марта 2020 г. Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) пандемия COVID-19. Согласно исследованиям ВОЗ по состоянию на 22 мая 2022 г. во всем мире было зарегистрировано более 522 млн подтвержденных случаев заболевания и более 6 млн случаев смерти [1]. Широкое распространение инфекции потребовало колоссальных преобразований в системах здравоохранения всех стран мира. Одновременно оно отразилось как на обыденной жизни людей, так и на показателях социально-экономического развития. В связи с этим исследование экономического бремени новой коронавирусной инфекции (НКИ) имеет особую актуальность.

Сохранение значимости такого исследования даже в условиях некоторого снижения заболеваемости определяется множеством факторов, среди которых следует выделить два. Во-первых, само возникновение эпидемии и ее хронология характеризовались очень высокой изменчивостью и неопределенностью, что требовало составления в короткие сроки наиболее вероятных прогнозов распространения инфицирования в целях формирования управленческих решений [2]. Учитывая скорость, с которой вирус видоизменялся (мутировал), остается высокая неопределенность относительно перспектив развития НКИ и в будущем. Кроме того, существуют риски появления и других вирусных инфекций со схожей вирулентностью. Поэтому накопленные на текущий момент материалы требуют систематизации и критического переосмысления произошедшего. Во-вторых, продолжается разработка новых вакцин, средств и подходов к лечению, в т.ч. связанных с проявлениями осложнений после перенесенной инфекции, поэтому возникает необходимость в обосновании внедрения новых методов лечения.

Неопределенность в отношении выбора тактики лечения, методов защиты от инфекции в условиях ограниченных ресурсов подчеркивает важность формальных оценок их потенциальной ценно-

сти. Одним из подходов, который активно применяется в мире для снятия возникающих вопросов, является оценка бремени болезни, выражаемая, в частности, в количестве потерянных лет, скорректированных на их качество (англ. quality-adjusted life years, QALY), а также в учете ухудшения состояния здоровья, инвалидности или ранней смерти (англ. disability-adjusted life years, DALY) [3, 4].

Данный подход, несмотря на сомнения в его этичности [5], позволяет перевести рассуждения в плоскость максимального спасения числа лет жизни и, более того, поднимает проблему важности сохранения качества лет жизни. В его рамках могут рассматриваться не отдельные методы и средства лечения, а их сочетания, что дает возможность сформировать различные стратегии, включающие одновременно как медицинские, так и немедицинские методы вмешательства. Кроме того, снимается неопределенность в отношении групп населения, которым должно быть предоставлено первоочередное лечение в целях достижения максимального эффекта для жизни и здоровья всего населения (например, приоритетность медицинского персонала [6]) или для которых может быть применено другое сочетание методов предотвращения инфицирования (например, относительно закрытые общности в домах престарелых [7] и кампусах образовательных организаций [8, 9]).

Таким образом, в условиях ограниченных ресурсов и времени рассматриваемый подход позволяет сформировать управленческие решения в отношении НКИ, что актуализирует его изучение.

Цель – систематизация опубликованных исследований, посвященных оценке глобального экономического бремени новой коронавирусной инфекции, и выявление направлений их развития.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ / MATERIAL AND METHODS

Отбор публикаций / Selection of publications

Мы провели систематический обзор статей, содержащихся в международных базах научной литературы PubMed/MEDLINE, Scopus и Web of Science, а также российской базе eLibrary. Синтак-

сис поиска был построен так, чтобы выделить статьи, содержащие оценку глобального экономического бремени НКИ. Фактически, при отборе было задано условие: обязательное присутствие в названии статьи и/или аннотации и/или ключевых словах терминов «коронавирус» ("coronavirus") и/или «ковид» ("covid"), а также "QALY (quality-adjusted life year)" и/или "DALY (disability-adjusted life year)". Другим ограничением отбора была дата публикации статьи: с января 2020 г. по май 2022 г. включительно.

Полный текст статьи искали по ссылке, размещенной в базе данных, или по цифровому идентификатору DOI. В связи с решением о максимальной открытости данных о COVID-19, принятым большинством издательств, все публикации находились в свободном доступе. Поиск не ограничивался определенными странами или видами вмешательства. На первом этапе исключались только дублирования. Неопубликованные, но предварительно размещенные принятые к печати статьи не исключались из выборки, поскольку была поставлена цель максимального охвата складывающихся исследовательских тенденций. Данный вариант отбора, несмотря на то что 1 статья не имела аннотации, а 26 – ключевых слов, позволил сформировать выборку из 136 публикаций (рис. 1). Следует отметить, что запросы оформлялись только на русском и английском языках, что допускает существование неучтенных работ, изданных на других языках (например, японском, китайском и т.д.).

Последующий анализ предполагал независимую друг от друга работу двух соисследователей с привлечением третьего в случае отсутствия согласованности результатов. Отбор осуществля-

ли исходя из соответствия содержания статьи поставленной в рамках поискового запроса задаче, а именно вывлению статей, в которых проведена количественная оценка QALY и/или DALY непосредственно COVID-19. В частности, к первой группе работ, исключенных на данном этапе, относятся статьи, в которых не проводилась количественная оценка бремени болезни. Это 2 публикации с систематическим обзором, 5 – с обсуждением этичности применения подхода, 8 – с описанием методических вопросов, в т.ч. протоколов возможных исследований. Во второй группе отклоненных публикаций предусмотрена оценка QALY и/или DALY, но не НКИ (всего 37 статей). Как правило, в таких работах текущая эпидемия рассматривается как период, в который проявилось изменение экономического бремени по другим болезням, в т.ч. на фоне более высокого потребления алкогольной и опиоидной продукции (2), снижения загрязнения воздуха в условиях локдауна (4), вынужденного откладывания операции/вакцинации (11), внедрения новых технологий дистанционного взаимодействия с пациентами (3) и т.д.

Ключевым фактором при рассмотрении исследований, учитывающих наряду с COVID-19 и другие заболевания, являлось понимание того, для какой болезни бремя оценивалось в первую очередь. Исключали работы, оценивающие бремя другого заболевания, отягощенного COVID-19, т.к. фактически рассчитывался QALY и/или DALY другой болезни. Для дальнейшего обзора оставляли статьи, в которых сравнивалось бремя другого заболевания с оцениваемым бременем болезни по НКИ [10, 11] или бремя



Рисунок 1. Блок-схема отбора статей для систематического обзора.

QALY (англ. quality-adjusted life years) – годы жизни с поправкой на качество; DALY (англ. disability-adjusted life years) – годы жизни с поправкой на нетрудоспособность

Figure 1. Flowchart of selecting articles for systematic review.

QALY – quality-adjusted life years; DALY – disability-adjusted life years

болезни по COVID-19, отягощенному другим заболеванием [12]. Далее в ходе более глубокого анализа работ были исключены еще 4 публикации, использующие значение QALY и/или DALY, взятое из другого источника (т.е. авторами оно не рассчитывалось и, соответственно, в таких статьях не содержится информации о параметрах, недостатках и сложностях, возникших при его расчете).

Анализ публикаций / Analysis of publications

Дальнейшее извлечение данных было разделено между двумя соавторами, при этом 10% извлечений были продублированы для проверки их согласованности. При необходимости статьи анализировали повторно. Любые несоответствия решались через консенсусные обсуждения. Извлечение данных осуществляли по заданной форме с выделением следующих элементов из каждой статьи:

- дата публикации, дата подачи статьи на рассмотрение или ее принятия;
- ключевые слова (при наличии);
- объект и предмет анализа, с выделением ключевой особенности (вид вмешательства, группа населения, период и пр.) данного исследования;
- география исследования (страна/район, для которых проводились оценки);
- используемые данные (метаанализ, базы данных или специально отобранные данные; отдельно отмечалось использование данных ВОЗ, других международных или национальных баз);
- использование результатов опросов, в т.ч. с выделением статей, в которых применялись собственные опросы, а также опросы, основанные на типовых анкетах, широко используемых во всем мире в клинических испытаниях;
- используемый метод оценки (QALY и/или DALY);
- наличие оценок инкрементального коэффициента эффективности затрат (англ. incremental cost-effectiveness ratio, ICER);
- дополнительно применяемый математический инструмент (дерево решений, модели Маркова, алгоритмы эпидемиологических моделей семейства SIR (англ. susceptible, infected, or recovered и др.);
- включение анализа затрат, в т.ч. выделение типа анализа (оценка эффективности затрат, анализ содержания и структуры затрат, минимизация/оптимизация затрат) и вида учитываемых затрат (прямые, косвенные);
- включение оценок потерь производительности в рамках концепции развития человеческого капитала;
- включение расчета потери лет жизни в результате постковидных осложнений или расходов на программы реабилитации после перенесенной инфекции;
- включение поправки на сопутствующие заболевания (коморбидность);
- учет в оценках вакцинации населения;
- наличие анализа чувствительности оценок;
- присутствие оценок влияния потерь на развитие территории, в т.ч. снижение валового внутреннего продукта;
- раскрытие ограничений и недостатков построенных моделей и проведенных расчетов;
- наличие финансирования исследования, в т.ч. по видам (государственные и негосударственные организации, университеты и академические организации, профессиональные членские организации, фармацевтические и медицинские компании, организации здравоохранения, другие фонды).

С целью выделения тенденций в развитии подходов к анализу экономического бремени НКИ особое внимание обращали на вы-

деляемые авторами недостатки исследований и периодизацию публикаций.

Первое направление опиралось на существующую практику указания недостатков проведенных авторами исследований, которые в перспективе они хотели бы изменить в целях развития научного подхода. Из отобранных 80 публикаций недостатки не отмечены только в 7 работах. В рамках текущего исследования данные ограничения были структурированы в разрезе отдельных методологических вопросов, что позволило выделить дальнейшие направления их совершенствования.

Важность периодизации исследований определяется необходимостью определения трендов, а также отсеечения неактуальных направлений анализа. Принимая во внимание различное время рассмотрения статей в разных журналах, учитывали дату подачи статьи на рассмотрение. Только в 60 работах была указана дата подачи материала. Самый короткий срок между подачей и публикацией статьи составил 17 дней [13], самый длинный – 343 дня [14, 15]. Средний срок рассмотрения составил 116 дней. На основе этого показателя была дорассчитана дата подачи для остальных 20 работ.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Среди 80 статей, включенных в итоговую выборку, 70 содержатся в базе PubMed/MEDLINE, 50 – в Web of Science, 55 – в Scopus, 13 – в eLibrary (11 работ фактически присутствуют во всех четырех базах). Среди них только 1 публикация на русском языке [16]. Несмотря на то что в анализ вошли только статьи, опубликованные на английском и русском языках, исследования охватывают довольно большое число стран (табл. 1).

Самый большой географический охват предусматривает оценку количества лет, прожитых с инвалидностью, для 45 стран европейского континента, включая Россию [17]. В данной работе приводятся оценки, опирающиеся на первые свидетельства о том, что пожилые люди и лица с хроническими заболеваниями могут подвергаться более высокому риску развития серьезных последствий для здоровья от COVID-19. Страна, для которой чаще всего проводилась оценка экономического бремени, – США. Для России оценка фактически осуществлялась дважды: в рамках анализа 45 стран [17] и один раз отдельно [16].

Треть рассмотренных исследований выполнены без специально выделенного финансирования (см. табл. 1). Многие работы финансировались двумя и более источниками. Максимальное количество отмеченных в одной публикации грантов и других источников финансирования составило 11 [18].

Исходные данные / Initial data

В рассматриваемых работах активно использовались данные национальных баз (как государственных, так и негосударственных), учитывающих специфику этих стран, в т.ч. в части финансовых затрат на лечение. Непосредственно для расчета показателей данные международных баз применялись в 35 работах. Однако необходимо дать некоторые пояснения по типам баз и характеру их использования.

Наиболее часто упоминаемым источником данных в статьях выступала ВОЗ. Она упоминается в 46 работах. В 26 случаях ссылки на ВОЗ предоставляются с целью актуализации информации о степени распространения вируса во всем мире и преимущественно во вводной части статьи, в 13 случаях из отчетов ВОЗ вычленяется только какой-либо параметр для целей моделирования. Помимо данных ВОЗ в исследованиях активно применяются данные

Таблица 1. Основные характеристики исследований

Table 1. Main characteristics of studies

Характеристика исследования / Study characteristic	Число публикаций, n (%) / Number of articles, n (%)
Год публикации / Date of publication	
2020	11 (13,8)
2021	51 (63,8)
2022	18 (22,5)
География исследования / Country of study	
3 и более страны одновременно / 3 or more countries at the same time	9 (11,3)
в т.ч. страны европейского континента / incl. countries of the European continent)	4 (5,0)
Австралия / Australia	2 (2,5)
Бразилия / Brazil	2 (2,5)
Великобритания / Great Britain	11 (13,8)
Германия / Germany	2 (2,5)
Гонконг / Hong Kong	1 (1,3)
Дания / Denmark	1 (1,3)
Индия / India	5 (6,3)
Иран / Iran	2 (2,5)
Испания / Spain	1 (1,3)
Италия / Italy	2 (2,5)
Канада / Canada	1 (1,3)
Китай / China	4 (5,0)
Корея / Korea	1 (1,3)
Мальта / Malta	1 (1,3)
Мексика / Mexico	1 (1,3)
Нидерланды / Netherlands	1 (1,3)
Пакистан / Pakistan	1 (1,3)
Россия / Russia	1 (1,3)
Саудовская Аравия / Saudi Arabia	2 (2,5)
Соединенные Штаты Америки / United States of America	22 (27,5)
Турция / Turkey	2 (2,5)
Украина / Ukraine	1 (1,3)
Южная Африка / South Africa	2 (2,5)
не указано / not specified	2 (2,5)
Источник данных для расчета QALY/DALY // Data source for QALY/DALY calculation	
международные базы / international databases	59 (73,8)
национальные базы / national databases	72 (90)
специальная выборка (в т.ч. построенная на собственных данных) / a special sample (including one built on own data)	13 (16,3)
Присутствуют данные опросов / Survey data are presented	46 (57,5)
в т.ч. проведенных по опросникам качества жизни EQ-5D / incl. conducted according to EQ-5D quality of life questionnaires	25 (31,3)
в т.ч. используемые непосредственно для расчета QALY/DALY // incl. used directly to calculate QALY/DALY	30 (37,5)
в т.ч. выполненные собственными силами / incl. made by own forces	4 (5,0)
Источники финансирования / Sources of financing	
правительственная/межправительственная организация // governmental/intergovernmental organization	25 (31,3)
научная/академическая организация // scientific/academic organization	12 (15,0)
профессиональное сообщество / professional community	7 (8,8)
фармацевтическая/медицинская компания // pharmaceutical/medical company	6 (7,5)
другой источник / other source	11 (13,8)
без финансирования / no funding	26 (32,5)
не указано или невозможно определить / not specified or impossible to determine	12 (15)

Примечание. QALY (англ. quality-adjusted life years) – годы жизни с поправкой на качество; DALY (англ. disability-adjusted life year) – годы жизни с поправкой на нетрудоспособность.

Note. QALY – quality-adjusted life years; DALY – disability-adjusted life years.

Всемирного банка, Организации экономического сотрудничества и развития, Организации Объединенных Наций, в т.ч. Международного института вакцин, и др. Отдельно следует акцентировать внимание на использовании баз, организованных университетами или некоммерческими сообществами. В частности, в 17 статьях

упоминается независимый глобальный центр медицинских исследований при Вашингтонском университете — Институт измерения показателей и оценки состояния здоровья (англ. Institute for Health Metrics and Evaluation), в 5 публикациях – Университет Джона Хопкинса (англ. Johns Hopkins University). Шесть работ опираются

на данные веб-сайта Worldometer¹, 5 статей – на Our World in Data². Обращая внимание на периоды использования, следует отметить, что первый источник не упоминается в работах, поданных начиная с марта 2021 г.

Для расчетов показателей QALY/DALY в 36 работах использованы одновременно данные как международных, так и национальных баз. Из них 2 одновременно рассматривали еще и специально собранные данные, а именно Стамбульского университета Джерахпаша (тур. İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa) [19], Колумбийского университета (англ. Columbia University) [8]. В целом выделено 13 работ, использующих специальную выборку, построенных на собственных данных, информации определенных организаций или специально проведенных опросов. Использование таких данных позволило авторам глубже понять механизмы передачи инфекции в привязке к объекту исследования. В частности, информация, полученная Медсестринской обсерваторией (англ. Nursing Observatory) [6], позволила расширить представление о распространении вируса среди медицинского персонала, данные Университетских больниц Кливлендского медицинского центра (англ. University Hospitals Cleveland Medical Centre) [20] показали преимущество дистанционных средств мониторинга в условиях пандемии, а сведения из канадских центров диализа и трансплантации – преимущество стратегии проведения двухдозовой вакцинации против SARS-CoV-2 перед трансплантацией почек. Такой подход, предусматривающий более глубокий анализ на индивидуальном уровне, расширяет возможности исследования за счет доступа к медицинским картам стационарных больных и результатам анкетирования [21]. В свою очередь, университетские данные дали возможность учесть специфику закрытых общностей [8, 9].

Отдельное внимание привлекают исследования, построенные на опросах [15, 20, 22–24]. Применение опросов связано с желанием ученых лучше понимать зависимости. Например, отмечается ограниченная информация о влиянии и распространенности симптомов пост-COVID-19 после выписки из стационара, изучить которую помогают проводимые через несколько недель телефонные опросы [25]. Среди различных видов опросников наиболее широкое использование получил EQ-5D, что связано с его простотой и универсальностью. Существуют его различные вариации (EQ-5D-3L, EQ-5D-5L), но в основе лежат пять параметров (подвижность, уход за собой, обычная деятельность, тревога/депрессия и боль/дискомфорт) и несколько уровней: без проблем (уровень 1), незначительные проблемы (уровень 2), умеренные проблемы (уровень 3), серьезные проблемы (уровень 4) и экстремальные проблемы (уровень 5). При этом в работах могут использоваться опросы, проведенные до пандемии. Так, A. Gandjour посчитал возможным учесть данные опросов, раскрывающих особенности синдрома хронической усталости, протекание которого, по его мнению, имеет много совпадений с длительным COVID-19 [26].

Практически все исследователи при оценке экономического бремени или определении отдельных параметров выстраиваемых моделей опирались на опубликованные ранее исследования. Поэтому выделение работ, в которых авторами подчеркивался факт проведенного метаанализа, можно считать весьма условным. Только в тексте 20 статей есть четкое указание на выполненный метаанализ. Во многих других публикациях, несмотря на то что это не конкретизируется, определение параметров моделей основано на проведенных ранее другими учеными исследованиях. В частности, на базе метаанализа, упоминаемого в списке литературы, принималось решение о периоде сглаживания в работе A. Cartocci et al.

[27] и о различных параметрах смертности в статьях C.H. Packer et al. [28], I.J. Rao и M.L. Brandeau [29], B. Wouterse et al. [7] и др. А в исследовании A. Carta и C. Conversano [30] один из сценариев отработывался на данных метаанализа, представленного ВОЗ.

Рассматриваемая выборка, включающая 80 статей, характеризуется высоким разнообразием объектов наблюдения, которые сложно каким-либо образом сгруппировать. В частности, можно отметить публикации, выделяющие конкретную группу населения, концентрируя внимание на возрасте [31–33], сфере деятельности [6, 7, 8], географии [22, 34–42], виде сопутствующего заболевания [11, 12, 43, 44], а также несколько групп одновременно. Например, в одной из работ проводится исследование бремени в разрезе групп медицинских работников, жителей домов престарелых, заключенных, работников сферы образования, служб жизнеобеспечения, бездомных лиц с выделением их возрастной, половой, расовой принадлежности и т.д. [45]. Ряд авторов делают акцент на виде вмешательства [22, 40, 46, 47], методе лечения и препарате [14, 21, 30, 48–50], средстве защиты [47, 51], фазе пандемии [27, 52] и других факторах. В целом перечисленные объекты исследования не охватывают всего их многообразия, которое включает анализ бремени от COVID-19 для преждевременно рождающихся [53], вакцинированных перед трансплантацией почки [54], в богатых и бедных странах [42], городских и сельских районах [55], с выделением изменений потерь в результате внедрения телемониторинга [20] и т.д.

К наиболее часто встречаемым недостаткам работ, которые отмечаются авторами, относится проблема детализации или полное отсутствие данных. Например, в самых первых исследованиях указано, что некоторые фиксированные параметры моделей были основаны на предварительных оценках [56]. Отсутствие данных определяло использование в расчетах коэффициентов распространения аналогичных заболеваний, например респираторных инфекций [6, 28, 52], проведение обобщенных оценок для мужчин и женщин [34], осуществление дорасчета показателей [41]. Ученые называют многочисленные неучтенные факторы, определяющие ограничение исследований, в т.ч. возраст, пол, род занятий, история перемещений людей [57], доля бессимптомных пациентов [28], размеры прямых расходов на здравоохранение [58], сопутствующие заболевания, снижение качества жизни, вызванное длительным социальным дистанцированием или образовательной регрессией [59], частота повторного заражения [15] и др. В 2022 г. часть этих проблем по-прежнему отмечается – например, проблемы возможного занижения или завышения показателей смертности [43] и доступности отдельных когортных данных [60].

В то же время нельзя не заметить различие в акцентах. Так, в статьях, опубликованных в 2022 г., указано на отсутствие данных по некоторым вакцинам [61], сочетаниям вакцинных и невакцинных вмешательств [62], эффектам лечения, специфичным для сопутствующих заболеваний, расходам в течение всей жизни для прошедших интенсивную терапию [60], последствиям [63], в т.ч. для психического здоровья [64]. Множественность источников также в ряде случаев рассматривается как недостаток [9], в т.ч. в силу того, что они отражают разные моменты времени в период пандемии [65].

Методы и модели / Methods and models

Представленная в **таблице 2** информация свидетельствует о том, что в структуре работ преобладают исследования, предусматривающие оценку QALY. Анализ появления различных мето-

¹ <https://www.worldometers.info/>.

² <https://ourworldindata.org/>.

Таблица 2. Основные параметры анализа

Table 2. Main parameters of the analysis

Параметр / Parameter	Число публикаций, n (%) / Number of articles, n (%)
Оцениваемый показатель / Estimated indicator	
QALY	53 (66,3)
DALY	27 (33,8)
ICER	27 (33,8)
Применяемый математический инструмент / Mathematical tool used	
дерево решений / decision tree	8 (10)
сценарный анализ / scenario analysis	5 (6,3)
модель Маркова / Markov model	17 (21,3)
симуляция Монте-Карло / Monte Carlo simulation	14 (17,5)
Использование алгоритмов эпидемиологических моделей / Using epidemiological model algorithms	24 (30)
Анализ чувствительности / Sensitivity analysis	54 (67,5)
Используемое программное обеспечение / Software used	
Excel	11 (13,8)
R	9 (11,3)
TreeAge	8 (10)
SPSS	4 (5,0)
Matlab	2 (2,5)
Mturk	1 (1,3)
Python	1 (1,3)
Oracle Crystal Ball	1 (1,3)
ICER Analytics	1 (1,3)
Voscor	1 (1,3)
VBA	1 (1,3)
Access	1 (1,3)
не указано / not indicated	46 (57,5)
Оценка стоимостных затрат / Estimation of cost expenses	
в т.ч. косвенных / incl. indirect	53 (66,3)
	27 (33,8)
Вариант анализа затрат / Cost analysis option	
состав и структура затрат / composition and cost structure	6 (7,5)
эффективность затрат / cost effectiveness	37 (46,3)
минимизация затрат / cost minimization	3 (3,8)
Анализ влияния пандемии на экономику стран / Analysis of the pandemic impact on the economies of countries	12 (15,0)
Учитываемые параметры / Considered parameters	
потеря производительности / productivity losses	21 (26,3)
вакцинация / vaccination	26 (32,5)
коморбидность / comorbidity	20 (25,0)
постковидные последствия / post-COVID (long-COVID)	14 (17,5)

Примечание. QALY (англ. quality-adjusted life years) – годы жизни с поправкой на качество; DALY (англ. disability-adjusted life years) – годы жизни с поправкой на нетрудоспособность; ICER (англ. incremental cost-effectiveness ratio) – инкрементальный коэффициент эффективности затрат.

Note. QALY – quality-adjusted life years; DALY – disability-adjusted life years; ICER – incremental cost-effectiveness ratio.

дических инструментов в динамике в целом не показывает определенных различий. Первые статьи, поданные в апреле 2020 г., содержат расчеты как QALY, так и DALY, 19 статей ограничили классическим расчетом QALY/DALY. При этом можно отметить, что в 2020 г. доля публикаций, в которых приводятся классические варианты расчета QALY/DALY, выше, чем в последующие годы. В 2022 г. все работы содержали более сложные алгоритмы, включающие предварительное построение дерева решений, моделей Маркова и т.д. Модели Маркова в целом начали применяться позже (дата подачи на рассмотрение – сентябрь 2020 г. [66]), чем модели, предусматривающие построение дерева решений (апрель 2020 г. [53]).

Усложнение происходило за счет не только применяемого аппарата моделирования, но количества моделей. Например, к сере-

дине 2021 г. исследование могло включать построение сразу трех субмоделей [50]. В середине 2020 г. были поданы на рассмотрение 2 статьи с использованием модели клинико-экономического анализа вмешательств в связи с COVID-19 (англ. clinical and economic analysis of COVID-19 interventions, CEACOV), состоящей из нескольких модулей, которые определяли индивидуальные траектории здоровья/заболевания и рост эпидемии. В последующем данная модель в работах не упоминается. В отличие от нее сохраняют актуальность эпидемиологические модели семейства SIR. Самая первая (по сроку подачи материалов) публикация из всех, что присутствуют в нашей выборке, уже содержала такую модель. В ней Y. Jiang et al. предложили расширенную модель, состоящую из шести уровней: восприимчивый (S), бессимптомный (A), предсимптомный (L), с симптомами (I), переболевший (R) и умерший

(D) [56]. Таким образом, еще в апреле 2020 г. после объявления пандемии ученые апробировали эпидемиологические модели для моделирования распространения НКИ в целях оценки ее бремени. В последующем в работах встречаются как традиционный вариант модели SIR [25, 29, 57, 62, 67, 68], так и ее расширенные версии: SEIR [15, 43, 69–73], SIRD [27, 66, 74, 75], SEIRD [8, 48], SEIR-V [65], SEIRS-V [76], SEAPWIR [49]³.

Среди недостатков, относящихся непосредственно к применяемым инструментам, можно отметить, что в рамках модели SEACOV не отслеживаются контакты [77], модель Маркова не полностью демонстрирует зависимость от времени и не учитывает изменение характера протекания болезни, предполагая статичную, а не динамическую популяцию [15], использование рядов Тейлора первого и второго порядка определяет невысокую точность для длительного временного горизонта [29]. Что касается модели SIR, авторы обращают внимание на ее относительную простоту и необходимость применения более сложных компартментарных моделей [29], в т.ч. потому, что она не позволяет отразить естественную динамику пандемии, при которой заражения происходят неравномерно [25]. Для модели SEIR отмечается, что ее модифицированная однонаправленная структура не позволяет индивидуумам переходить от «незащищенного» типа к «восприимчивому» [15], а дифференциальные уравнения, лежащие в ее основе, могут занижать коэффициент воспроизводства [73]. В рамках алгоритма SIRD исследователи в качестве направления доработки указывают на необходимость включения повторного заражения в контексте новых штаммов [75].

В рассматриваемых публикациях использовался достаточно широкий спектр программных средств. Активное применение Excel связано с тем, что, как отмечалось выше, многие работы, особенно на первых этапах, не предусматривали построения сложных моделей. Некоторые программы применялись в дополнение к ней (например, Access [75], VBA [49]). Учитывая активное использование различных сценарных моделей, в статьях отражено применение специализированной программы TreeAge [14, 18, 25, 28, 49, 53, 54, 78]. Обращает на себя внимание более широкое использование пакета R [2, 8, 30, 39, 45, 55, 57, 60, 75] в сравнении с пакетом Python [56]. В ряде случаев авторы разместили используемый код R и исходные данные на платформе GitHub⁴ [2, 45, 60].

Анализ расходов / Cost analysis

QALY и DALY представляют собой измерения, используемые для расчета времени (с точки зрения лет жизни) человека или населения в целом. Оценка затрат в денежном эквиваленте не является обязательной, в связи с чем она встречается в 54 работах из 80. При этом только в 23 публикациях уделяется внимание косвенным затратам, связанным с потерей рабочих дней или дней обучения [8], расходами домохозяйств на диагностику, поиск медицинской помощи и похороны [76] и т.д. Эти исследования показывают, что косвенные расходы в несколько раз превышают прямые затраты, связанные с лечением [73, 75]. Наиболее популярным направлением оценки затрат является анализ их эффективности, в частности предусматривающий расчет ICER, характеризующего экономическую ценность вмешательства по сравнению с альтернативой.

В указанных авторами статей ограничениях исследований содержится много комментариев, касающихся затрат. В первый год отмечалось то, что проведенный анализ не включает расходы на первичную медико-санитарную помощь или услуги социальной

помощи [79], затраты на возобновление экономической деятельности [77], расходы, связанные с отслеживанием распространения вируса [2], диагностическим тестированием, социальные издержки [66], затраты на проведение кампании по вакцинации [15], расходы на проезд до медучреждений и лекарства, отпускаемые без рецепта [73], альтернативные затраты на здравоохранение для перемещенных пациентов без COVID-19 [69]. В последующем как ограничение рассматривалось отсутствие в оценках административных расходов, связанных с вакцинацией [75], дополнительных расходов здравоохранения, связанных с увеличением доли больных в поздних стадиях заболевания [39], больничных затрат на повторные госпитализации [50], расходов за пределами сектора здравоохранения [71], затрат на распространение и хранение вакцины [61], расходов, связанных с регоспитализацией из-за COVID-19 [64], а также построение расчетов на предположениях о расходах в течение всей жизни для прошедших интенсивную терапию [60]. Ограничением исследования выступало и то, что ввиду отсутствия данных оценки затрат генерировались по данным из других стран [47].

Потеря производительности / Loss of performance

Среди косвенных потерь НКИ наиболее часто встречаемой являлась потеря производительности. Логика включения ее в анализ определяется тем, что государство помимо расходов на лечение и предотвращение инфекции недополучает, а следовательно, теряет ту часть продукта, которая могла бы быть произведена, если бы не было болезни. В исследованиях отмечается, что потеря производительности может рассматриваться с точки зрения индивида и государства в целом как временная (например, локдаун) или постоянная (например, инвалидность) [58].

Некоторые авторы выделяют структуру занятых на полный и неполный рабочий день [50, 74] с разделением потери производительности у людей, работающих в условиях локдауна из дома, имеющих легкие симптомы, проходивших лечение в больнице, в т.ч. в отделении интенсивной терапии [75].

Для исследований в Китае актуально особое выделение потерян рабочего времени людьми, которые не болели, находились в тесном контакте или подозревались в инфицировании [73].

В качестве недостатков своих исследований авторы отмечают отсутствие оценок потери производительности для лиц, осуществляющих уход за больными [39, 73], и указывают, что существует неопределенность в отношении того, как происходит накопление потерь национального дохода с течением времени [79].

Вакцинация / Vaccination

Фактически, первая публикация, учитывающая возможное влияние вакцинации на изменение совокупного бремени COVID-19, была подана на рассмотрение в журнал за 2 мес до официальной регистрации первой вакцины, произошедшей в августе 2020 г. (рис. 2). В ней представлены гипотетические предположения о том, сколько жизней может быть потеряно, если вакцина не появится в течение 12 или 36 мес [59].

Далее можно проследить логичное развитие данного направления. Так, в работах, направленных на рассмотрение в журналы в сентябре 2020 г., по-прежнему делались предположения об эффектах и затратах на них [66], преимущественно опирающиеся на данные о вакцине против гриппа и руководство ВОЗ по калькуляции затрат [15]. В исследовании, поданном в октябре 2020 г.,

³ SEIR – susceptible, exposed, infected, recovered; SIRD – susceptible, infected, recovered, deceased; V – vaccination; SEAPWIR – susceptible, exposed, asymptomatic, presymptomatic, awaiting diagnosis, infected, recovered.

⁴ <https://github.com/>.

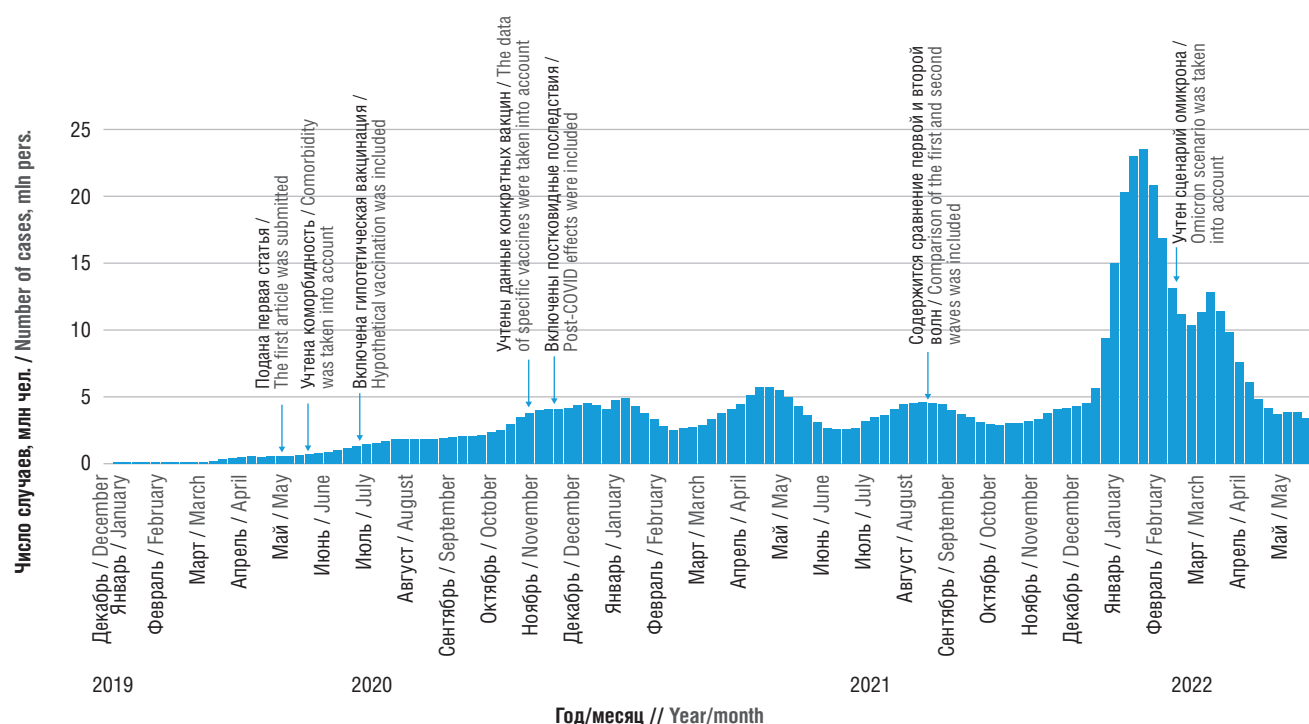


Рисунок 2. Периодизация данных о первых упоминаниях в исследованиях различных аспектов относительно числа зарегистрированных случаев коронавирусной инфекции в мире (источники: данные Всемирной организации здравоохранения [1], собственные данные)

Figure 2. Periodization of data on the first mentions in research of various aspects regarding the number of registered cases of coronavirus infection in the world (sources: World Health Organization data [1], own data)

рассмотрены различные механизмы вакцинации с опорой на статьи о доклинических испытаниях и существующих платформах создания вакцины [70]. В ноябре была представлена работа, в которой уже на базе данных об эффективности конкретных вакцин (BNT162b2, Sputnik V, AZD1222, Ad26.COVS, CoronaVac) формируются сценарии с их эффективностью 50%, 70% и 90% [48].

Первая публикация, в которой анализируются затраты на конкретные вакцины, была направлена на рассмотрение в журнал только в январе 2021 г. [42]. В ней проводился анализ экономической эффективности чистых затрат на спасение жизней с помощью нановакцин против COVID-19 в США как страны с высоким уровнем дохода, Сербии как страны со средним уровнем дохода и Замбии как страны с низким уровнем дохода с включением описания особенностей и затратоемкости вакцин Pfizer-BioNTech, Moderna, Oxford-AstraZeneca.

В целом в большинстве статей, поданных в этот период, не делалось серьезного акцента на виде вакцин [13, 16, 26, 27, 29, 45, 54, 65, 67, 69, 71, 72, 75, 76, 80, 81]. Поэтому с точки зрения детализации эффектов вакцинации обращает на себя внимание исследование A. Vaezi и A. Meysamie, поданное на рассмотрение в октябре 2021 г. и опубликованное в 2022 г. [61]. В нем оценки DALY, ICER сделаны для каждой из семи вакцин: BBV1P-CorV, CoronaVac, mRNA-1273, BNT162b2, rAd26-S+ и rAd5-s, ChAdOx1nCoV-19, Ad26.COVS. Все работы, представленные на рассмотрение в 2022 г., четко конкретизируют данные о том, какие вакцины учитывались при расчете [18, 62] или предусматривают оценку экономического бремени отдельно для каждого рассматриваемого вида вакцины [25].

Можно выделить следующие отмеченные авторами исследований недостатки, интересные с точки зрения перспектив их устранения: одинаковый охват вакцинацией всех возрастных групп, игнорирование временных задержек между началом любой программы вакцинации и защитой вакцинированных лиц [70], невыясненный

характер периода вакциноиндуцированного иммунитета и возможностей передачи SARS-CoV-2 от вакцинированного человека [48], не оцененные затраты, которые вакцины могут предотвратить, не учитываемое наличие групп с противопоказаниями к вакцинации и различие норм вакцинации по дням недели [65], отсутствие прогнозов по изменению вируса, определяющему снижение эффективности вакцины [25], отсутствие оценок сочетания вакцинных и невакцинных вмешательств, а также нераскрытие проблемы недоверия к вакцинам [62].

Коморбидность / Comorbidity

Интерес к коморбидности в исследованиях экономического бремени НКИ появился достаточно рано. В первой по дате подачи работе (апрель 2020 г.) акцент делается на сопровождаемые коронавирусной инфекцией осложнения, такие как инфекции верхних дыхательных путей, гемофильная пневмония типа В, материнский сепсис, дистимия [52]. Чуть позже (в мае 2020 г.) с появлением подтвержденных данных о том, что пожилые люди и лица с ранее существовавшими хроническими заболеваниями имеют более высокие риски смерти, начали проводиться исследования структуры населения по «допандемическим» данным на предмет выделения стран, в которых в силу более высокой доли населения, относимого к высокому риску, можно ожидать более значительных потерь [17].

Как правило, в последующих работах под коморбидностью понимается именно наличие сложного или хронического заболевания. При этом в данном контексте поднимается не только проблема более высокого риска смерти от COVID-19. Применительно к оценкам потерянных лет жизни отмечается, что расчет средних показателей не учитывает тот факт, что те, кто умер от COVID-19 с отягощенной коморбидностью, имели низкий уровень здоровья, который уже подразумевал определенные потери [40]. Как следствие, показатели потери лет жизни из-за смерти от

COVID-19 завышены, поскольку такие пациенты имеют больше сопутствующих заболеваний, чем люди в той же возрастной когорте населения в целом [26]. Соответственно, следует учитывать, что потери, связанные с COVID-19, нуждаются в корректировке.

В противовес необходимо отметить исследования, в которых указано, что в условиях пандемии увеличилось совокупное бремя в силу того, что люди с различными заболеваниями были вынуждены сдвинуть сроки операций, вакцинации, не имели возможности обследоваться и т.д. [11, 12, 54]. В таких работах применительно к отдельным видам болезней/состояний рассматриваются различные исходы для людей, переболевших и не переболевших COVID-19, вакцинированных и невакцинированных, в т.ч. с учетом различного периода проводимого вмешательства относительно сроков перенесенной НКИ. Также проводились сравнительные оценки потерь от COVID-19 и рассматриваемых заболеваний [10].

Коэффициенты поправок на коморбидность выделялись обычно из ранее опубликованных исследований. При этом в работах могли учитываться ставки для отдельных заболеваний [19, 23, 45, 52, 64, 70], для их групп/уровней [11, 33] или применяться обобщенные оценки [47, 76, 78]. Среди болезней в анализируемых статьях упоминаются сахарный диабет [7, 19, 23, 40, 45, 50, 64, 70], сердечно-сосудистые заболевания [19, 23, 40, 45, 50, 64, 70], включая ишемическую болезнь сердца [19, 40], цереброваскулярные заболевания [40] и сердечная недостаточность [7, 19, 40, 45], заболевания почек [19, 54, 64, 70], респираторные заболевания и болезни легких [7, 48, 50, 52, 64], включая астму [19, 45, 70], деменция [23, 70], иммуносупрессивные состояния [70], рак [19, 23, 70], неврологические и психологические осложнения [48, 52, 70], заболевания печени [64, 70], селезенки [70]. Также в исследованиях как осложнения выделяются ожирение [12, 23, 45, 50], курение [23, 45], трансплантация органа [70]. Отдельно отметим, что в выборку попали 2 работы, в которых рассматривается не заболевание, а определенное состояние пациента, а именно риск преждевременных родов с инфекцией COVID-19 [28, 53].

Во многих публикациях отсутствие оценок коморбидности определяется как недостаток [30, 32, 43, 59, 66]. Среди недостатков в исследованиях, учитывающих коморбидность, авторы отмечают то, что оценки были основаны на предположении о степени уязвимости к COVID-19 по весам инвалидности, при этом использовался взвешенный показатель распространенности различных болезней, не учитывающий их комбинаций [17] и разные сопутствующие заболевания в каждом состоянии [47].

Постковидные последствия / Post-COVID consequences

Особенностью COVID-19 является долгосрочное проявление его последствий. Во многих исследованиях отсутствие таких оценок рассматривалось авторами как недостаток [23, 31, 32, 39, 45, 50, 55, 58, 63, 66, 67, 73, 74].

В первых работах постковидные осложнения представлены достаточно ограниченно в силу недостаточности данных. Так, в статье A. Basu и V.J. Gandhay учитываются только острые почечные осложнения [72], в исследовании P. Sinha и B.P. Linas – только снижение форсированной жизненной емкости легких после COVID-19 [82]. В других работах содержатся лишь общие оценки вероятности и потерь в результате длительного течения COVID-19 [8] или пост-острых последствий, основанные на предположениях [44].

С наращиванием доказательной базы стали появляться исследования, в которых обосновано различие осложнений у негоспитализированных, получивших лечение и прошедших интенсивную терапию, смоделирована распространенность осложнений [83], выстроены сценарии с различной длительностью проявления

симптомов [84], но без акцентирования внимания на видах осложнений. При этом в качестве недостатков указывалось то, что выстраиваемые модели ограничены вариациями в расчетных показателях заболеваемости, тяжести продолжительного COVID-19 и летальности, а также их связью с характеристиками различных когорт населения, в т.ч. детской [84].

К ограничениям исследований авторы также относят факт использования весовых коэффициентов инвалидности для синдрома хронической усталости из-за отсутствия соответствующих данных для длительного COVID-19 [26, 84]. В работах A. Gandjour [26] и M. Lally [46], как и в предшествующих, не выделены конкретные осложнения, а определены их вероятность и общий вес. Некоторые последствия, связанные с COVID-19, с определенным упрощением из-за ограниченности доказательной базы включила в анализ группа ученых из Великобритании: повышенный риск смерти и полиорганных дисфункций, тщательное мониторингирование состояния, снижение качества жизни [64]. Авторы отметили, что учет затрат и влияния на качество жизни, связанных с полиорганной дисфункцией, был упрощенным, модель не принимала во внимание реабилитацию пациентов с постковидным синдромом и долгосрочные последствия для психического здоровья, такие как посттравматическое стрессовое расстройство [64].

Только в конце 2021 г. была направлена на рецензирование статья, в которой на основе данных исследования Института Дозерти (англ. Doherty Institute) достаточно подробно расписаны сценарии, в т.ч. варианты развития стойких функциональных нарушений, включая сахарный диабет, болезнь Паркинсона, деменцию, тревожные расстройства, ишемический инсульт [81]. При этом авторы отметили в качестве недостатков то, что построенная ими модель использовала много предположений, не учитывала бессимптомные случаи и увеличение уровня вакцинации, включала только самые распространенные последствия.

С целью более глубокого понимания последствий COVID-19 исследователи проводили опросы пациентов через 4–8 нед после выписки с использованием пятиуровневой телефонной версии EQ-5D [24].

Впоследствии было опубликовано еще несколько работ, однако ключевым их недостатком, отмечаемым самими авторами, является то, что в них пока достаточно ограниченно рассматриваются конкретные осложнения и сохраняется высокая неопределенность относительно их изменения со временем [43, 60, 62].

ОБСУЖДЕНИЕ / DISCUSSION

На текущий момент в научной литературе можно встретить 2 работы, обобщающие результаты исследований экономического бремени НКИ. Первая опубликована в июле 2021 г. и содержит обзор методов, используемых в экономической оценке диагностических инструментов, которые применяются для всех пациентов, обращающихся за помощью по поводу инфекционных заболеваний дыхательных путей, в т.ч. COVID-19 [85]. В отличие от данного обзора в текущем выделены более жесткие границы отбора, которые подразумевают включение только работ, непосредственно рассматривающих НКИ. Более того, конкретизированы применяемый метод оценки (QALY и/или DALY) и стратегии вмешательства (не только диагностические методы, т.е. тесты на вирус, но и весь спектр как медицинских, так и немедицинских вмешательств).

Второй обзор появился в апреле 2022 г. с целью изучения научных исследований последствий, не связанных со здоровьем, и вопросов распределения ресурсов [86]. Он был принят журна-

лом в феврале и фактически не включает статьи, опубликованные в 2022 г. Помимо расширения перечня учитываемых публикаций по времени, в отличие от упомянутого обзора, в текущем рассматриваются как последствия, не связанные со здоровьем, так и связанные с ним. Более того, сделана попытка структурировать по времени появление различных аспектов изучения экономического бремени COVID-19 и выявить тренды исследовательской повестки. Концентрация внимания на отмечаемых самими авторами недостатках моделей позволила выделить пути их совершенствования и перспективные направления дальнейших исследований.

Ограничения исследования / Study limitations

Учитывая достаточно строгие условия отбора статей, в анализе могут быть упущены работы (в т.ч. нерассматриваемые монографии, тезисы и т.д.), в которых присутствуют новые методические результаты, важные для оценки потерянных лет жизни. Поскольку анализ проводился только по статьям, опубликованным на английском и русском языках, не учтены методические данные, представленные на других национальных языках. Выводы об использовании каких-либо методов и опросов сформированы исключительно на основе анализа текстов статей. В частности, некоторые параметры моделей могли быть основаны на данных опросов, содержащихся в статьях из списка литературы, что без анализа соответствующих текстов установить было невозможно. Проведенная периодизация

18% работ основана на предположениях о сроках подачи и принятия материалов в силу отсутствия этих сведений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION

Анализ включенных в обзор исследований продемонстрировал, что даже в рамках относительно узкой темы оценки экономического бремени НКИ наблюдается разнообразие объектов наблюдения, методов моделирования и акцентов на учитываемых факторах. Проведенная периодизация объективно показала развитие методов и подходов с учетом появления новых данных о COVID-19. Выделенные авторами ограничения их исследовательских работ позволили сформировать представление о направлениях совершенствования оценки экономического бремени НКИ.

Несмотря на отмеченные недостатки, проведенный анализ источников систематизирует информацию об экономическом бремени COVID-19 и подходах к его определению. Учитывая наиболее серьезные пробелы в понимании коморбидности и постковидных осложнений, дальнейшие исследования в этой области, по нашему мнению, должны сосредоточиться на детализации данных о постковидных последствиях, в т.ч. на различных их комбинациях, а также на анализе соотношения и взаимокомпенсации эффектов от различных видов вмешательств с более глубокой проработкой косвенных потерь и затрат.

ЛИТЕРАТУРА:

1. World Health Organization. Weekly epidemiological update on COVID-19 – 25 May 2022. 2022. Edition 93. URL: <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update-on-covid-19---25-may-2022> (дата обращения 30.05.2022).
2. Thom H., Walker J., Vickerman P., Hollingworth W. Exploratory comparison of Healthcare costs and benefits of the UK's Covid-19 response with four European countries. *Eur J Public Health*. 2021; 31 (3): 619–24. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckab019>.
3. World Health Organization. The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020: summary. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/41864> (дата обращения 30.05.2022).
4. Zeckhauser R., Shepard D. Where now for saving lives? *Law and Contemporary Problems*. 1976; 40 (4): 5–45. <https://doi.org/10.2307/1191310>.
5. Даровских А.А. Теория возможностей и максимизирование здоровья: вызовы пандемии. *Парадигма: философско-культурологический альманах*. 2021; 34: 94–108 (на англ. яз).
6. da Silva R.C.L., Machado D.A., de Freitas Peregrino A.A., et al. Burden of SARS-CoV-2 infection among nursing professionals in Brazil. *Rev Bras Enferm*. 2021; 74 (Suppl. 1): e20200783. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0783>.
7. Wouterse B., Ram F., van Baal P. Quality-adjusted life-years lost due to COVID-19 mortality: methods and application for the Netherlands. *Value Health*. 2022; 25 (5): 731–5. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2021.12.008>.
8. Zafari Z., Goldman L., Kovrizhkin K., Muennig P.A. The cost-effectiveness of common strategies for the prevention of transmission of SARS-CoV-2 in universities. *PLoS One*. 2021; 16 (9): e0257806. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257806>.
9. Losina E., Leifer V., Millham L., et al. College campuses and COVID-19 mitigation: clinical and economic value. *Ann Intern Med*. 2021; 174 (4): 472–83. <https://doi.org/10.7326/M20-6558>.
10. Bell D., Schultz Hansen K. Relative burdens of the COVID-19, malaria, tuberculosis, and HIV/AIDS epidemics in Sub-Saharan Africa. *Am J Trop Med Hyg*. 2021; 105 (6): 1510–5. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.21-0899>.
11. Gheorghe A., Maringe C., Spice J., et al. Economic impact of avoidable cancer deaths caused by diagnostic delay during the COVID-19 pandemic: a national population-based modelling study in England, UK. *Eur J Cancer*. 2021; 152: 233–42. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2021.04.019>.
12. Galvain T., Patel S., Kabiri M., et al. Cost-effectiveness of bariatric and metabolic surgery, and implications of COVID-19 in the United Kingdom. *Surg Obes Relat Dis*. 2021; 17 (11): 1897–904. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2021.07.009>.
13. Tsekhmister Y.V., Stepanenko V.I., Konovalova T., Tsekhmister B.V. Pharmaco economics analysis of COVID-19 vaccines in Ukraine. *J Pharm Res Int*. 2021; 33 (32A): 140–7. <https://doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i32A31727>.
14. Congly S.E., Varughese R.A., Brown C.E., et al. Treatment of moderate to severe respiratory COVID-19: a cost-utility analysis. *Sci Rep*. 2021; 11: 17787. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-97259-7>.
15. Padula W.V., Malaviya S., Reid N.M., et al. Economic value of vaccines to address the COVID-19 pandemic: a U.S. cost-effectiveness and budget impact analysis. *J Med Econ*. 2021; 24 (1): 1060–9. <https://doi.org/10.1080/13696998.2021.1965732>.
16. Колбин А.С., Гомон Ю.М., Балыкина Ю.Е. и др. Социально-экономическое и глобальное бремя COVID-19. *Качественная клиническая практика*. 2021; 1: 24–34. <https://doi.org/10.37489/2588-0519-2021-1-24-34>.
17. Wyper G.M.A., Assunção R., Cuschieri S., et al. Population vulnerability to COVID-19 in Europe: a burden of disease analysis. *Arch Public Health*. 2020; 78: 47. <https://doi.org/10.1186/s13690-020-00433-y>.
18. Li R., Liu H., Fairley C.K., et al. Cost-effectiveness analysis of BNT162b2 COVID-19 booster vaccination in the United States. *Int J Infect Dis*. 2022; 119: 87–94. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2022.03.029>.

19. Oksuz E., Malhan S., Gonen M.S., et al. Cost-effectiveness analysis of remdesivir treatment in COVID-19 patients requiring low-flow oxygen therapy: payer perspective in Turkey. *Adv Ther.* 2021; 38 (9): 4935–48. <https://doi.org/10.1007/s12325-021-01874-9>.
20. Padula W.V., Miano M.A., Kelley M.A., et al. A cost-utility analysis of remote pulse-oximetry monitoring of patients with COVID-19. *Value Health.* 2022; 25 (6): 890–6. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2021.09.008>.
21. He M., Li X., Tan Q., et al. Disease burden from COVID-19 symptoms among inpatients at the temporary military hospitals in Wuhan: a retrospective multicentre cross-sectional study. *BMJ Open.* 2021; 11 (5): e048822. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-048822>.
22. Fink G., Tediosi F., Felder S. Burden of Covid-19 restrictions: national, regional and global estimates. *eClinicalMedicine.* 2022; 45: 101305. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2022.101305>.
23. Reif J., Heun-Johnson H., Tysinger B., et al. Measuring the COVID-19 mortality burden in the United States: a microsimulation study. *Ann Intern Med.* 2021; Sep 21: M21-2239. <https://doi.org/10.7326/M21-2239>.
24. Poteet S., Craig B.M. QALYs for COVID-19: a comparison of US EQ-5D-5L value sets. *Patient.* 2021; 14 (3): 339–45. <https://doi.org/10.1007/s40271-021-00509-z>.
25. Fernandes R.R.A., da Silva Santos M., da Silva Magliano C.A., et al. Cost utility of vaccination against COVID-19 in Brazil. *Value Health Reg Issues.* 2022; 31: 18–24. <https://doi.org/10.1016/j.vhri.2022.01.009>.
26. Gandjour A. Benefits, risks, and cost-effectiveness of COVID-19 self-tests from a consumer's perspective. *BMC Health Serv Res.* 2022; 22 (1): 47. <https://doi.org/10.1186/s12913-021-07277-4>.
27. Cartocci A., Cevenini G., Barbini P. A compartment modeling approach to reconstruct and analyze gender and age-grouped CoViD-19 Italian data for decision – making strategies. *J Biomed Inform.* 2021; 118: 103793. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2021.103793>.
28. Packer C.H., Zhou C.G., Hersh A.R., et al. Antenatal corticosteroids for pregnant women at high risk of preterm delivery with COVID-19 infection: a decision analysis. *Am J Perinatol.* 2020; 37 (10): 1015–21. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1713145>.
29. Rao I.J., Brandeau M.L. Optimal allocation of limited vaccine to control an infectious disease: simple analytical conditions. *Math Biosci.* 2021; 337: 108621. <https://doi.org/10.1016/j.mbs.2021.108621>.
30. Carta A., Conversano C. Cost utility analysis of Remdesivir and Dexamethasone treatment for hospitalised COVID-19 patients – a hypothetical study. *BMC Health Serv Res.* 2021; 21 (1): 986. <https://doi.org/10.1186/s12913-021-06998-w>.
31. John D., Narassima M.S., Menon J., et al. Estimation of the economic burden of COVID-19 using disability-adjusted life years (DALYs) and productivity losses in Kerala, India: a model-based analysis. *BMJ Open.* 2021; 11 (8): e049619. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-049619>.
32. Rommel A., von der Lippe E., Plass D., et al. The COVID-19 disease burden in Germany in 2020 – years of life lost to death and disease over the course of the pandemic. *Dtsch Arztebl Int.* 2021; 118 (9): 145–51. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2021.0147>.
33. Soodejani M.T., Gheshlaghi L.A., Bahrevar V., et al. Burden of severe COVID-19 in center of Iran: results of disability-adjusted life years (DALYs). *Int J Mol Epidemiol Genet.* 2021; 12 (6): 120–5.
34. Briggs A.H., Goldstein D.A., Kirwin E., et al. Estimating (quality-adjusted) life-year losses associated with deaths: with application to COVID-19. *Health Econ.* 2021; 30 (3): 699–707. <https://doi.org/10.1002/hec.4208>.
35. Asdaq S.M.B., Rabbani S.I., Alshammari M.K., et al. Burden of COVID-19: a preliminary analysis in the population of Saudi Arabia. *Peer J.* 2022; 10: e13219. <https://doi.org/10.7717/peerj.13219>.
36. Vasishtha G., Mohanty S.K., Mishra U.S., et al. Impact of COVID-19 infection on life expectancy, premature mortality, and DALY in Maharashtra, India. *BMC Infect Dis.* 2021; 21 (1): 343. <https://doi.org/10.1186/s12879-021-06026-6>.
37. Wyper G.M.A., Fletcher E., Grant I., et al. Inequalities in population health loss by multiple deprivation: COVID-19 and pre-pandemic all-cause disability-adjusted life years (DALYs) in Scotland. *Int J Equity Health.* 2021; 20 (1): 214. <https://doi.org/10.1186/s12939-021-01547-7>.
38. Ilesanmi O.S., Afolabi A.A. Interrelationship between non-communicable diseases, COVID-19, and sociodemographic index in the economic community of West African States. *Int J Noncommun Dis.* 2021; 6 (2): 77–83. https://doi.org/10.4103/jncd.jncd_16_21.
39. Gianino M.M., Savatteri A., Politano G., et al. Burden of COVID-19: disability-adjusted life years (DALYs) across 16 European countries. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2021; 25 (17): 5529–41. https://doi.org/10.26355/eurrev_202109_26665.
40. Miles D.K., Stedman M., Heald A.H. “Stay at home, protect the national health service, save lives”: a cost benefit analysis of the lockdown in the United Kingdom. *Int J Clin Pract.* 2021; 75 (3): e13674. <https://doi.org/10.1111/ijcp.13674>.
41. Oh I.H., Ock M., Jang S.Y., et al. Years of life lost attributable to COVID-19 in high-incidence countries. *J Korean Med Sci.* 2020; 35 (32): e300. <https://doi.org/10.3346/jkms.2020.35.e300>.
42. Uskoković V. Nanomedicine for the poor: a lost cause or an idea whose time has yet to come? *Nanomedicine (Lond).* 2021; 16 (14): 1203–18. <https://doi.org/10.2217/nnm-2021-0024>.
43. Wyper G.M.A., Fletcher E., Grant I., et al. Measuring disability-adjusted life years (DALYs) due to COVID-19 in Scotland, 2020. *Arch Public Health.* 2022; 80: 105. <https://doi.org/10.1186/s13690-022-00862-x>.
44. Cuschieri S., Calleja N., Devleeschauwer B., et al. Estimating the direct Covid-19 disability-adjusted life years impact on the Malta population for the first full year. *BMC Public Health.* 2021; 21 (1): 1827. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11893-4>.
45. Chapman L.A.C., Shukla P., Rodríguez-Barraquer I., et al. Risk factor targeting for vaccine prioritization during the COVID-19 pandemic. *Sci Rep.* 2022; 12 (1): 3055. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06971-5>.
46. Lally M. A cost-benefit analysis of COVID-19 lockdowns in Australia. *Monash Bioeth Rev.* 2022; Jan 28: 1–32. <https://doi.org/10.1007/s40592-021-00148-y>.
47. Bagepally B.S., Haridoss M., Natarajan M., et al. Cost-effectiveness of surgical mask, N-95 respirator, hand-hygiene and surgical mask with hand hygiene in the prevention of COVID-19: cost effectiveness analysis from Indian context. *Clin Epidemiol Glob Health.* 2021; 10: 100702. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2021.100702>.
48. Acuña-Zegarra M.A., Díaz-Infante S., Baca-Carrasco D., Olmos-Liceaga D. COVID-19 optimal vaccination policies: a modeling study on efficacy, natural and vaccine-induced immunity responses. *Math Biosci.* 2021; 337: 108614. <https://doi.org/10.1016/j.mbs.2021.108614>.
49. Jiang Y., Cai D., Chen D., et al. Economic evaluation of remdesivir for the treatment of severe COVID-19 patients in China under different scenarios. *Br J Clin Pharmacol.* 2021; 87 (11): 4386–96. <https://doi.org/10.1111/bcp.14860>.
50. Ohsfeldt R., Kelton K., Klein T., et al. Cost-effectiveness of baricitinib compared with standard of care: a modeling study in hospitalized patients with COVID-19 in the United States. *Clin Therapeut.* 2021; 43 (11): 1877–93.e4. <https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2021.09.016>.
51. Vordos N., Gkika D.A., Maliaris G., et al. How 3D printing and social media tackles the PPE shortage during Covid-19 pandemic. *Saf Sci.* 2020; 130: 104870. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104870>.
52. Jo M.W., Go D.S., Kim R., et al. The burden of disease due to COVID-19 in Korea using disability-adjusted life years. *J Korean Med Sci.* 2020; 35 (21): e199. <https://doi.org/10.3346/jkms.2020.35.e199>.
53. Zhou C.G., Packer C.H., Hersh A.R., Caughey A.B. Antenatal corticosteroids for pregnant women with COVID-19 infection and preterm prelabor rupture of membranes: a decision analysis. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2022; 35 (9): 1643–51. <https://doi.org/10.1080/14767058.2020.1763951>.

54. Yanev I., Gagnon M., Cheng M.P., et al. Kidney transplantation in times of Covid-19: decision analysis in the Canadian context. *Can J Kidney Health Dis.* 2021; 8: 20543581211040332. <https://doi.org/10.1177/20543581211040332>.
55. Singh B.B., Devleeschauwer B., Khatkar M.S., et al. Disability-adjusted life years (DALYs) due to the direct health impact of COVID-19 in India, 2020. *Sci Rep.* 2022; 12 (1): 2454. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06505-z>.
56. Jiang Y., Cai D., Chen D., et al. The cost-effectiveness of conducting three versus two reverse transcription-polymerase chain reaction tests for diagnosing and discharging people with COVID-19: evidence from the epidemic in Wuhan, China. *BMJ Glob Health.* 2020; 5: e002690. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2020-002690>.
57. Grover G., Magan R. Estimation of quality adjusted life year (QALY) for different states of india during COVID-19. *Statistics and Applications.* 2020; 18 (1): 319–31.
58. Nurchis M.C., Pascucci D., Sapienza M., et al. Impact of the burden of COVID-19 in Italy: results of disability-adjusted life years (DALYs) and productivity loss. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17 (12): 4233. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124233>.
59. Schonberger R.B., Listokin Y.J., Ayres I., et al. Cost benefit analysis of limited reopening relative to a herd immunity strategy or shelter in place for SARS-CoV-2 in the United States. *medRxiv.* 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.06.26.20141044>.
60. Dijk S.W., Krijkamp E.M., Kunst N., et al. Emerging therapies for COVID-19: the value of information from more clinical trials. *Value Health.* 2022; Apr 27: S1098-3015(22)00158-9. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2022.03.016>.
61. Vaezi A., Meysamie A. COVID-19 vaccines cost-effectiveness analysis: a scenario for Iran. *Vaccines (Basel).* 2022; 10 (1): 37. <https://doi.org/10.3390/vaccines10010037>.
62. Xiong X., Li J., Huang B., et al. Economic value of vaccines to address the COVID-19 pandemic in Hong Kong: a cost-effectiveness analysis. *Vaccines (Basel).* 2022; 10 (4): 495. <https://doi.org/10.3390/vaccines10040495>.
63. Whittington M.D., Pearson S.D., Rind D.M., Campbell J.D. The cost-effectiveness of remdesivir for hospitalized patients with COVID-19. *Value Health.* 2022; 25 (5): 744–50. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2021.11.1378>.
64. Rafia R., Martyn-St James M., Harnan S., et al. A cost-effectiveness analysis of remdesivir for the treatment of hospitalized patients with COVID-19 in England and Wales. *Value Health.* 2022; 25 (5): 761–9. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2021.12.015>.
65. Bartsch S.M., Wedlock P.T., O'Shea K.J., et al. Lives and costs saved by expanding and expediting coronavirus disease 2019 vaccination. *J Infect Dis.* 2021; 224 (6): 938–48. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiab233>.
66. Kohli M., Maschio M., Becker D., Weinstein M.C. The potential public health and economic value of a hypothetical COVID-19 vaccine in the United States: use of cost-effectiveness modeling to inform vaccination prioritization. *Vaccine.* 2021; 39 (7): 1157–64. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2020.12.078>.
67. Miles D.K., Heald A.H., Stedman M. How fast should social restrictions be eased in England as COVID-19 vaccinations are rolled out? *Int J Clin Pract.* 2021; 75 (7): e14191. <https://doi.org/10.1111/ijcp.14191>.
68. Shimul S.N., Alradie-Mohamed A., Kabir R., et al. Effect of easing lockdown and restriction measures on COVID-19 epidemic projection: a case study of Saudi Arabia. *PLoS One.* 2021; 16 (9): e0256958. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256958>.
69. Sandmann F.G., Davies N.G., Vassall A., et al. The potential health and economic value of SARS-CoV-2 vaccination alongside physical distancing in the UK: a transmission model-based future scenario analysis and economic evaluation. *Lancet Infect Dis.* 2021; 21 (7): 962–74. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(21\)00079-7](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(21)00079-7).
70. Moore S., Hill E.M., Dyson L., et al. Modelling optimal vaccination strategy for SARS-CoV-2 in the UK. *PLoS Comput Biol.* 2021; 17 (5): e1008849. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1008849>.
71. Debrabant K., Grønbaek L., Kronborg C. The cost-effectiveness of a COVID-19 vaccine in a Danish context. *Clin Drug Investig.* 2021; 41 (11): 975–88. <https://doi.org/10.1007/s40261-021-01085-8>.
72. Basu A., Gandhay V.J. Quality-adjusted life-year losses averted with every COVID-19 infection prevented in the United States. *Value Health.* 2021; 24 (5): 632–40. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2020.11.013>.
73. Zhao J., Jin H., Li X., et al. Disease burden attributable to the first wave of COVID-19 in China and the effect of timing on the cost-effectiveness of movement restriction policies. *Value Health.* 2021; 24 (5): 615–24. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2020.12.009>.
74. Kelton K., Klein T., Murphy D., et al. Cost-effectiveness of combination of baricitinib and remdesivir in hospitalized patients with COVID-19 in the United States: a modelling study. *Adv Ther.* 2022; 39 (1): 562–82. <https://doi.org/10.1007/s12325-021-01982-6>.
75. Hagens A., Inkaya A.Ç., Yildirak K., et al. COVID-19 vaccination scenarios: a cost-effectiveness analysis for Turkey. *Vaccines (Basel).* 2021; 9 (4): 399. <https://doi.org/10.3390/vaccines9040399>.
76. Pearson C.A.B., Bozzani F., Procter S.R., et al. COVID-19 vaccination in Sindh Province, Pakistan: a modelling study of health impact and cost-effectiveness. *PLoS Med.* 2021; 18 (10): e1003815. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003815>.
77. Neilan A.M., Losina E., Bangs A.C., et al. Clinical impact, costs, and cost-effectiveness of expanded severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 testing in Massachusetts. *Clin Infect Dis.* 2021; 73 (9): e2908–17. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1418>.
78. Cleary S.M., Wilkinson T., Tamandjou Tchuem C.R., et al. Cost-effectiveness of intensive care for hospitalized COVID-19 patients: experience from South Africa. *BMC Health Serv Res.* 2021; 21 (1): 82. <https://doi.org/10.1186/s12913-021-06081-4>.
79. Zala D., Mosweu I., Critchlow S., et al. Costing the COVID-19 pandemic: an exploratory economic evaluation of hypothetical suppression policy in the United Kingdom. *Value Health.* 2020; 23 (11): 1432–7. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2020.07.001>.
80. Marco-Franco J.E., Pita-Barros P., González-de-Julián S., et al. Simplified mathematical modeling of uncertainty: cost-effectiveness of COVID-19 vaccines in Spain. *Mathematics.* 2021; 9 (5): 566. <https://doi.org/10.3390/math9050566>.
81. Angeles M.R., Wannai Arachchige Dona S., Nguyen H., et al. Modelling the potential acute and post-acute burden of COVID-19 under the Australian border re-opening plan. *BMC Public Health.* 2022; 22 (1): 757. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13169-x>.
82. Sinha P., Linas B.P. Combination therapy with tocilizumab and dexamethasone cost-effectively reduces coronavirus disease 2019 mortality. *Clin Infect Dis.* 2021; 73 (11): 2116–8. <https://doi.org/10.1093/cid/ciab409>.
83. Martin C., Luteijn M., Letton W., et al. A model framework for projecting the prevalence and impact of long-COVID in the UK. *PLoS One.* 2021; 16 (12): e0260843. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260843>.
84. Smith M.P. Estimating total morbidity burden of COVID-19: relative importance of death and disability. *J Clin Epidemiol.* 2022; 142: 54–9. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2021.10.018>.
85. van der Pol S., Garcia P.R., Postma M.J., et al. Economic analyses of respiratory tract infection diagnostics: a systematic review. *Pharmacoeconomics.* 2021; 39 (12): 1411–27. <https://doi.org/10.1007/s40273-021-01054-1>.
86. Podolsky M.I., Present I., Neumann P.J., Kim D.D. A systematic review of economic evaluations of COVID-19 interventions: considerations of non-health impacts and distributional issues. *Value Health.* 2022; Apr 6: S1098-3015(22)00102-4. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2022.02.003>.

REFERENCES:

1. World Health Organization. Weekly epidemiological update on COVID-19 – 25 May 2022. 2022. Edition 93. Available at: <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update-on-covid-19--25-may-2022> (accessed 30.05.2022).
2. Thom H., Walker J., Vickerman P., Hollingworth W. Exploratory comparison of Healthcare costs and benefits of the UK's Covid-19 response with four European countries. *Eur J Public Health*. 2021; 31 (3): 619–24. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckab019>.
3. World Health Organization. The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020: summary. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/41864> (accessed 30.05.2022).
4. Zeckhauser R., Shepard D. Where now for saving lives? *Law and Contemporary Problems*. 1976; 40 (4): 5–45. <https://doi.org/10.2307/1191310>.
5. Darovskikh A.A. The capabilities approach and health maximization: the challenges of the pandemic. *Paradigm: Philosophical and Cultural Almanac*. 2021; 34: 94–108.
6. da Silva R.C.L., Machado D.A., de Freitas Peregrino A.A., et al. Burden of SARS-CoV-2 infection among nursing professionals in Brazil. *Rev Bras Enferm*. 2021; 74 (Suppl. 1): e20200783. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0783>.
7. Wouterse B., Ram F., van Baal P. Quality-adjusted life-years lost due to COVID-19 mortality: methods and application for the Netherlands. *Value Health*. 2022; 25 (5): 731–5. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2021.12.008>.
8. Zafari Z., Goldman L., Kovrizhkin K., Muennig P.A. The cost-effectiveness of common strategies for the prevention of transmission of SARS-CoV-2 in universities. *PLoS One*. 2021; 16 (9): e0257806. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257806>.
9. Losina E., Leifer V., Millham L., et al. College campuses and COVID-19 mitigation: clinical and economic value. *Ann Intern Med*. 2021; 174 (4): 472–83. <https://doi.org/10.7326/M20-6558>.
10. Bell D., Schultz Hansen K. Relative burdens of the COVID-19, malaria, tuberculosis, and HIV/AIDS epidemics in Sub-Saharan Africa. *Am J Trop Med Hyg*. 2021; 105 (6): 1510–5. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.21-0899>.
11. Gheorghe A., Maringe C., Spice J., et al. Economic impact of avoidable cancer deaths caused by diagnostic delay during the COVID-19 pandemic: a national population-based modelling study in England, UK. *Eur J Cancer*. 2021; 152: 233–42. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2021.04.019>.
12. Galvain T., Patel S., Kabiri M., et al. Cost-effectiveness of bariatric and metabolic surgery, and implications of COVID-19 in the United Kingdom. *Surg Obes Relat Dis*. 2021; 17 (11): 1897–904. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2021.07.009>.
13. Tsekhmister Y.V., Stepanenko V.I., Konovalova T., Tsekhmister B.V. Pharmacoeconomics analysis of COVID-19 vaccines in Ukraine. *J Pharm Res Int*. 2021; 33 (32A): 140–7. <https://doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i32A31727>.
14. Congly S.E., Varughese R.A., Brown C.E., et al. Treatment of moderate to severe respiratory COVID-19: a cost-utility analysis. *Sci Rep*. 2021; 11: 17787. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-97259-7>.
15. Padula W.V., Malaviya S., Reid N.M., et al. Economic value of vaccines to address the COVID-19 pandemic: a U.S. cost-effectiveness and budget impact analysis. *J Med Econ*. 2021; 24 (1): 1060–9. <https://doi.org/10.1080/13696998.2021.1965732>.
16. Kolbin A.S., Gomon Yu.M., Balykina Yu.E., et al. Socioeconomic and global burden of COVID-19. *Kachestvennaya klinicheskaya praktika / Good Clinical Practice*. 2021; 1: 24–34 (in Russ.). <https://doi.org/10.37489/2588-0519-2021-1-24-34>.
17. Wyper G.M.A., Assunção R., Cuschieri S., et al. Population vulnerability to COVID-19 in Europe: a burden of disease analysis. *Arch Public Health*. 2020; 78: 47. <https://doi.org/10.1186/s13690-020-00433-y>.
18. Li R., Liu H., Fairley C.K., et al. Cost-effectiveness analysis of BNT162b2 COVID-19 booster vaccination in the United States. *Int J Infect Dis*. 2022; 119: 87–94. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2022.03.029>.
19. Oksuz E., Malhan S., Gonen M.S., et al. Cost-effectiveness analysis of remdesivir treatment in COVID-19 patients requiring low-flow oxygen therapy: payer perspective in Turkey. *Adv Ther*. 2021; 38 (9): 4935–48. <https://doi.org/10.1007/s12325-021-01874-9>.
20. Padula W.V., Miano M.A., Kelley M.A., et al. A cost-utility analysis of remote pulse-oximetry monitoring of patients with COVID-19. *Value Health*. 2022; 25 (6): 890–6. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2021.09.008>.
21. He M., Li X., Tan Q., et al. Disease burden from COVID-19 symptoms among inpatients at the temporary military hospitals in Wuhan: a retrospective multicentre cross-sectional study. *BMJ Open*. 2021; 11 (5): e048822. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-048822>.
22. Fink G., Tediosi F., Felder S. Burden of Covid-19 restrictions: national, regional and global estimates. *eClinicalMedicine*. 2022; 45: 101305. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2022.101305>.
23. Reif J., Heun-Johnson H., Tysinger B., et al. Measuring the COVID-19 mortality burden in the United States: a microsimulation study. *Ann Intern Med*. 2021; Sep 21: M21-2239. <https://doi.org/10.7326/M21-2239>.
24. Poteet S., Craig B.M. QALYs for COVID-19: a comparison of US EQ-5D-5L value sets. *Patient*. 2021; 14 (3): 339–45. <https://doi.org/10.1007/s40271-021-00509-z>.
25. Fernandes R.R.A., da Silva Santos M., da Silva Magliano C.A., et al. Cost utility of vaccination against COVID-19 in Brazil. *Value Health Reg Issues*. 2022; 31: 18–24. <https://doi.org/10.1016/j.vhri.2022.01.009>.
26. Gandjour A. Benefits, risks, and cost-effectiveness of COVID-19 self-tests from a consumer's perspective. *BMC Health Serv Res*. 2022; 22 (1): 47. <https://doi.org/10.1186/s12913-021-07277-4>.
27. Cartocci A., Cevenini G., Barbini P. A compartment modeling approach to reconstruct and analyze gender and age-grouped CoViD-19 Italian data for decision – making strategies. *J Biomed Inform*. 2021; 118: 103793. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2021.103793>.
28. Packer C.H., Zhou C.G., Hersh A.R., et al. Antenatal corticosteroids for pregnant women at high risk of preterm delivery with COVID-19 infection: a decision analysis. *Am J Perinatol*. 2020; 37 (10): 1015–21. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1713145>.
29. Rao I.J., Brandeau M.L. Optimal allocation of limited vaccine to control an infectious disease: simple analytical conditions. *Math Biosci*. 2021; 337: 108621. <https://doi.org/10.1016/j.mbs.2021.108621>.
30. Carta A., Conversano C. Cost utility analysis of Remdesivir and Dexamethasone treatment for hospitalised COVID-19 patients – a hypothetical study. *BMC Health Serv Res*. 2021; 21 (1): 986. <https://doi.org/10.1186/s12913-021-06998-w>.
31. John D., Narassima M.S., Menon J., et al. Estimation of the economic burden of COVID-19 using disability-adjusted life years (DALYs) and productivity losses in Kerala, India: a model-based analysis. *BMJ Open*. 2021; 11 (8): e049619. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-049619>.
32. Rommel A., von der Lippe E., Plass D., et al. The COVID-19 disease burden in Germany in 2020 – years of life lost to death and disease over the course of the pandemic. *Dtsch Arztebl Int*. 2021; 118 (9): 145–51. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2021.0147>.
33. Soodejani M.T., Gheshlaghi L.A., Bahrevar V., et al. Burden of severe COVID-19 in center of Iran: results of disability-adjusted life years (DALYs). *Int J Mol Epidemiol Genet*. 2021; 12 (6): 120–5.
34. Briggs A.H., Goldstein D.A., Kirwin E., et al. Estimating (quality-adjusted) life-year losses associated with deaths: with application to COVID-19. *Health Econ*. 2021; 30 (3): 699–707. <https://doi.org/10.1002/hec.4208>.

35. Asdaq S.M.B., Rabbani S.I., Alshammari M.K., et al. Burden of COVID-19: a preliminary analysis in the population of Saudi Arabia. *Peer J.* 2022; 10: e13219. <https://doi.org/10.7717/peerj.13219>.
36. Vasishttha G., Mohanty S.K., Mishra U.S., et al. Impact of COVID-19 infection on life expectancy, premature mortality, and DALY in Maharashtra, India. *BMC Infect Dis.* 2021; 21 (1): 343. <https://doi.org/10.1186/s12879-021-06026-6>.
37. Wyper G.M.A., Fletcher E., Grant I., et al. Inequalities in population health loss by multiple deprivation: COVID-19 and pre-pandemic all-cause disability-adjusted life years (DALYs) in Scotland. *Int J Equity Health.* 2021; 20 (1): 214. <https://doi.org/10.1186/s12939-021-01547-7>.
38. Ilesanmi O.S., Afolabi A.A. Interrelationship between noncommunicable diseases, COVID-19, and sociodemographic index in the economic community of West African States. *Int J Noncommun Dis.* 2021; 6 (2): 77–83. https://doi.org/10.4103/jncd.jncd_16_21.
39. Gianino M.M., Savatteri A., Politano G., et al. Burden of COVID-19: disability-adjusted life years (DALYs) across 16 European countries. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2021; 25 (17): 5529–41. https://doi.org/10.26355/eurrev_202109_26665.
40. Miles D.K., Stedman M., Heald A.H. “Stay at home, protect the national health service, save lives”: a cost benefit analysis of the lockdown in the United Kingdom. *Int J Clin Pract.* 2021; 75 (3): e13674. <https://doi.org/10.1111/ijcp.13674>.
41. Oh I.H., Ock M., Jang S.Y., et al. Years of life lost attributable to COVID-19 in high-incidence countries. *J Korean Med Sci.* 2020; 35 (32): e300. <https://doi.org/10.3346/jkms.2020.35.e300>.
42. Uskoković V. Nanomedicine for the poor: a lost cause or an idea whose time has yet to come? *Nanomedicine (Lond).* 2021; 16 (14): 1203–18. <https://doi.org/10.2217/nmm-2021-0024>.
43. Wyper G.M.A., Fletcher E., Grant I., et al. Measuring disability-adjusted life years (DALYs) due to COVID-19 in Scotland, 2020. *Arch Public Health.* 2022; 80: 105. <https://doi.org/10.1186/s13690-022-00862-x>.
44. Cuschieri S., Calleja N., Devleeschauwer B., et al. Estimating the direct Covid-19 disability-adjusted life years impact on the Malta population for the first full year. *BMC Public Health.* 2021; 21 (1): 1827. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11893-4>.
45. Chapman L.A.C., Shukla P., Rodríguez-Barraquer I., et al. Risk factor targeting for vaccine prioritization during the COVID-19 pandemic. *Sci Rep.* 2022; 12 (1): 3055. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06971-5>.
46. Lally M. A cost-benefit analysis of COVID-19 lockdowns in Australia. *Monash Bioeth Rev.* 2022; Jan 28: 1–32. <https://doi.org/10.1007/s40592-021-00148-y>.
47. Bagepally B.S., Haridoss M., Natarajan M., et al. Cost-effectiveness of surgical mask, N-95 respirator, hand-hygiene and surgical mask with hand hygiene in the prevention of COVID-19: cost effectiveness analysis from Indian context. *Clin Epidemiol Glob Health.* 2021; 10: 100702. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2021.100702>.
48. Acuña-Zegarra M.A., Díaz-Infante S., Baca-Carrasco D., Olmos-Liceaga D. COVID-19 optimal vaccination policies: a modeling study on efficacy, natural and vaccine-induced immunity responses. *Math Biosci.* 2021; 337: 108614. <https://doi.org/10.1016/j.mbs.2021.108614>.
49. Jiang Y., Cai D., Chen D., et al. Economic evaluation of remdesivir for the treatment of severe COVID-19 patients in China under different scenarios. *Br J Clin Pharmacol.* 2021; 87 (11): 4386–96. <https://doi.org/10.1111/bcp.14860>.
50. Ohsfeldt R., Kelton K., Klein T., et al. Cost-effectiveness of baricitinib compared with standard of care: a modeling study in hospitalized patients with COVID-19 in the United States. *Clin Therapeut.* 2021; 43 (11): 1877–93.e4. <https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2021.09.016>.
51. Vordos N., Gkika D. A., Maliaris G., et al. How 3D printing and social media tackles the PPE shortage during Covid-19 pandemic. *Saf Sci.* 2020; 130: 104870. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104870>.
52. Jo M.W., Go D.S., Kim R., et al. The burden of disease due to COVID-19 in Korea using disability-adjusted life years. *J Korean Med Sci.* 2020; 35 (21): e199. <https://doi.org/10.3346/jkms.2020.35.e199>.
53. Zhou C.G., Packer C.H., Hersh A.R., Caughey A.B. Antenatal corticosteroids for pregnant women with COVID-19 infection and preterm prelabor rupture of membranes: a decision analysis. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2022; 35 (9): 1643–51. <https://doi.org/10.1080/14767058.2020.1763951>.
54. Yanev I., Gagnon M., Cheng M.P., et al. Kidney transplantation in times of Covid-19: decision analysis in the Canadian context. *Can J Kidney Health Dis.* 2021; 8: 20543581211040332. <https://doi.org/10.1177/20543581211040332>.
55. Singh B.B., Devleeschauwer B., Khatkar M.S., et al. Disability-adjusted life years (DALYs) due to the direct health impact of COVID-19 in India, 2020. *Sci Rep.* 2022; 12 (1): 2454. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06505-z>.
56. Jiang Y., Cai D., Chen D., et al. The cost-effectiveness of conducting three versus two reverse transcription-polymerase chain reaction tests for diagnosing and discharging people with COVID-19: evidence from the epidemic in Wuhan, China. *BMJ Glob Health.* 2020; 5: e002690. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2020-002690>.
57. Grover G., Magan R. Estimation of quality adjusted life year (QALY) for different states of india during COVID-19. *Statistics and Applications.* 2020; 18 (1): 319–31.
58. Nurchis M.C., Pascucci D., Sapienza M., et al. Impact of the burden of COVID-19 in Italy: results of disability-adjusted life years (DALYs) and productivity loss. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17 (12): 4233. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124233>.
59. Schonberger R.B., Listokin Y.J., Ayres I., et al. Cost benefit analysis of limited reopening relative to a herd immunity strategy or shelter in place for SARS-CoV-2 in the United States. *medRxiv.* 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.06.26.20141044>.
60. Dijk S.W., Krijkamp E.M., Kunst N., et al. Emerging therapies for COVID-19: the value of information from more clinical trials. *Value Health.* 2022; Apr 27: S1098-3015(22)00158-9. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2022.03.016>.
61. Vaezi A., Meysamie A. COVID-19 vaccines cost-effectiveness analysis: a scenario for Iran. *Vaccines (Basel).* 2022; 10 (1): 37. <https://doi.org/10.3390/vaccines10010037>.
62. Xiong X., Li J., Huang B., et al. Economic value of vaccines to address the COVID-19 pandemic in Hong Kong: a cost-effectiveness analysis. *Vaccines (Basel).* 2022; 10 (4): 495. <https://doi.org/10.3390/vaccines10040495>.
63. Whittington M.D., Pearson S.D., Rind D.M., Campbell J.D. The cost-effectiveness of remdesivir for hospitalized patients with COVID-19. *Value Health.* 2022; 25 (5): 744–50. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2021.11.1378>.
64. Rafia R., Martyn-St James M., Harnan S., et al. A cost-effectiveness analysis of remdesivir for the treatment of hospitalized patients with COVID-19 in England and Wales. *Value Health.* 2022; 25 (5): 761–9. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2021.12.015>.
65. Bartsch S.M., Wedlock P.T., O'Shea K.J., et al. Lives and costs saved by expanding and expediting coronavirus disease 2019 vaccination. *J Infect Dis.* 2021; 224 (6): 938–48. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiab233>.
66. Kohli M., Maschio M., Becker D., Weinstein M.C. The potential public health and economic value of a hypothetical COVID-19 vaccine in the United States: use of cost-effectiveness modeling to inform vaccination prioritization. *Vaccine.* 2021; 39 (7): 1157–64. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2020.12.078>.
67. Miles D.K., Heald A.H., Stedman M. How fast should social restrictions be eased in England as COVID-19 vaccinations are rolled out? *Int J Clin Pract.* 2021; 75 (7): e14191. <https://doi.org/10.1111/ijcp.14191>.
68. Shimul S.N., Alradie-Mohamed A., Kabir R., et al. Effect of easing

lockdown and restriction measures on COVID-19 epidemic projection: a case study of Saudi Arabia. *PLoS One*. 2021; 16 (9): e0256958. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256958>.

69. Sandmann F.G., Davies N.G., Vassall A., et al. The potential health and economic value of SARS-CoV-2 vaccination alongside physical distancing in the UK: a transmission model-based future scenario analysis and economic evaluation. *Lancet Infect Dis*. 2021; 21 (7): 962–74. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(21\)00079-7](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(21)00079-7).

70. Moore S., Hill E.M., Dyson L., et al. Modelling optimal vaccination strategy for SARS-CoV-2 in the UK. *PLoS Comput Biol*. 2021; 17 (5): e1008849. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1008849>.

71. Debrabant K., Grønbaek L., Kronborg C. The cost-effectiveness of a COVID-19 vaccine in a Danish context. *Clin Drug Investig*. 2021; 41 (11): 975–88. <https://doi.org/10.1007/s40261-021-01085-8>.

72. Basu A., Gandhay V.J. Quality-adjusted life-year losses averted with every COVID-19 infection prevented in the United States. *Value Health*. 2021; 24 (5): 632–40. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2020.11.013>.

73. Zhao J., Jin H., Li X., et al. Disease burden attributable to the first wave of COVID-19 in China and the effect of timing on the cost-effectiveness of movement restriction policies. *Value Health*. 2021; 24 (5): 615–24. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2020.12.009>.

74. Kelton K., Klein T., Murphy D., et al. Cost-effectiveness of combination of baricitinib and remdesivir in hospitalized patients with COVID-19 in the United States: a modelling study. *Adv Ther*. 2022; 39 (1): 562–82. <https://doi.org/10.1007/s12325-021-01982-6>.

75. Hagens A., İnkaya A.Ç., Yildirak K., et al. COVID-19 vaccination scenarios: a cost-effectiveness analysis for Turkey. *Vaccines (Basel)*. 2021; 9 (4): 399. <https://doi.org/10.3390/vaccines9040399>.

76. Pearson C.A.B., Bozzani F., Procter S.R., et al. COVID-19 vaccination in Sindh Province, Pakistan: a modelling study of health impact and costeffectiveness. *PLoS Med*. 2021; 18 (10): e1003815. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003815>.

77. Neilan A.M., Losina E., Bangs A.C., et al. Clinical impact, costs, and cost-effectiveness of expanded severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 testing in Massachusetts. *Clin Infect Dis*. 2021; 73 (9): e2908–17. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1418>.

78. Cleary S.M., Wilkinson T., Tamandjou Tchum C.R., et al. Cost-effectiveness of intensive care for hospitalized COVID-19 patients: experience from South Africa. *BMC Health Serv Res*. 2021; 21 (1): 82. <https://doi.org/10.1186/s12913-021-06081-4>.

79. Zala D., Mosweu I., Critchlow S., et al. Costing the COVID-19 pandemic: an exploratory economic evaluation of hypothetical suppression policy in the United Kingdom. *Value Health*. 2020; 23 (11): 1432–7. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2020.07.001>.

80. Marco-Franco J.E., Pita-Barros P., González-de-Julián S., et al. Simplified mathematical modeling of uncertainty: cost-effectiveness of COVID-19 vaccines in Spain. *Mathematics*. 2021; 9 (5): 566. <https://doi.org/10.3390/math9050566>.

81. Angeles M.R., Wanni Arachchige Dona S., Nguyen H., et al. Modeling the potential acute and post-acute burden of COVID-19 under the Australian border re-opening plan. *BMC Public Health*. 2022; 22 (1): 757. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13169-x>.

82. Sinha P., Linas B.P. Combination therapy with tocilizumab and dexamethasone cost-effectively reduces coronavirus disease 2019 mortality. *Clin Infect Dis*. 2021; 73 (11): 2116–8. <https://doi.org/10.1093/cid/ciab409>.

83. Martin C., Luteijn M., Letton W., et al. A model framework for projecting the prevalence and impact of long-COVID in the UK. *PLoS One*. 2021; 16 (12): e0260843. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260843>.

84. Smith M.P. Estimating total morbidity burden of COVID-19: relative importance of death and disability. *J Clin Epidemiol*. 2022; 142: 54–9. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2021.10.018>.

85. van der Pol S., Garcia P.R., Postma M.J., et al. Economic analyses of respiratory tract infection diagnostics: a systematic review. *Pharmacoeconomics*. 2021; 39 (12): 1411–27. <https://doi.org/10.1007/s40273-021-01054-1>.

86. Podolsky M.I., Present I., Neumann P.J., Kim D.D. A systematic review of economic evaluations of COVID-19 interventions: considerations of non-health impacts and distributional issues. *Value Health*. 2022; Apr 6: S1098-3015(22)00102-4. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2022.02.003>.

Сведения об авторах

Тимирьянова Венера Маратовна – д.э.н., старший научный сотрудник ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет» (Уфа, Россия). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1004-0722>; WoS ResearcherID: N-3449-2015; Scopus Author ID: 57194428883; РИНЦ SPIN-код: 1449-1716.

Лакман Ирина Александровна – к.т.н., заведующая лабораторией исследования социально-экономических проблем регионов ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет» (Уфа, Россия). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9876-9202>; WoS ResearcherID: K-6878-2017; Scopus Author ID: 57192164952; РИНЦ SPIN-код: 4521-9097. E-mail: lackmania@mail.ru.

Загидуллин Науфаль Шамилович – д.м.н., заведующий кафедрой пропедевтики внутренних болезней ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Уфа, Россия). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2386-6707>; Scopus Author ID: 6603435096; РИНЦ SPIN-код: 5910-1156.

Гареева Диана Фирдавиевна – к.м.н., доцент кафедры пропедевтики внутренних болезней ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Уфа, Россия). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1874-8661>; WoS ResearcherID: G-3941-2016; Scopus Author ID: 56700303400; РИНЦ SPIN-код: 4542-3725.

About the authors

Venera M. Timiryanova – Dr. Econ. Sc., Senior Researcher, Bashkir State University (Ufa, Russia). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1004-0722>; WoS ResearcherID: N-3449-2015; Scopus Author ID: 57194428883; RSCI SPIN-code: 1449-1716.

Irina A. Lakman – PhD (Tech.), Head of Laboratory for Socio-Economic Problems of the Regions Research, Bashkir State University (Ufa, Russia). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9876-9202>; WoS ResearcherID: K-6878-2017; Scopus Author ID: 57192164952; RSCI SPIN-code: 4521-9097. E-mail: lackmania@mail.ru.

Naufal Sh. Zagidullin – Dr. Med. Sc., Chief of Chair of Propaedeutics of Internal Diseases, Bashkir State Medical University (Ufa, Russia). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2386-6707>; Scopus Author ID: 6603435096; RSCI SPIN-code: 5910-1156.

Diana F. Gareeva – MD, PhD, Associate Professor, Chair of Propaedeutics of Internal Diseases, Bashkir State Medical University (Ufa, Russia). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1874-8661>; WoS ResearcherID: G-3941-2016; Scopus Author ID: 56700303400; RSCI SPIN-code: 4542-3725.