

УДК 616.98:578.834.1SARS-CoV-2-036.22(476)
<https://doi.org/10.65249/1027-7218-2026-6-28-37>

Изменение характеристик эпидемических волн COVID-19 в Республике Беларусь в 2020–2022 гг.

¹А. М. Дашкевич, ²Н. Д. Коломиец

¹Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, Минск, Беларусь

²Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения
УО «Белорусский государственный медицинский университет», Минск, Беларусь

Цель исследования. Определить структурные особенности эпидемических волн COVID-19 в Республике Беларусь в 2020–2022 гг.

Материал и методы. Проведено ретроспективное описательно-аналитическое исследование динамики заболеваемости COVID-19 на основании агрегированных официальных статистических данных за период с 28 февраля 2020 г. по 8 мая 2022 г. Выделение эпидемических волн осуществлялось на основе анализа недельных показателей заболеваемости. Для их характеристики рассчитывались продолжительность, максимальный и средний уровни заболеваемости, коэффициенты соотношения пикового и среднего уровней, интенсивности подъема, интегральная эпидемическая нагрузка, а также расчетный показатель репродукции (R).

Результаты. Установлено, что эпидемический процесс характеризовался последовательной сменой четырех эпидемических волн. Показано увеличение пикового уровня заболеваемости с 71,4 до 583,7 случая и среднего уровня с 37,1 до 134,3 случая на 100 000 населения при одновременном сокращении продолжительности волн с 45 до 17 нед. Максимальная интегральная эпидемическая нагрузка формировалась во время второй (3699,0) и третьей (3133,2) волн. Выявлено последовательное изменение соотношения динамики COVID-19 и острых респираторных инфекций – от разнонаправленности до совпадения временной структуры. Средние значения R снижались с 2,4 до 1,0 и не коррелировали с интенсивностью эпидемических подъемов.

Заключение. Трансформация эпидемического процесса COVID-19 проявлялась в изменении конфигурации эпидемических волн, сокращении их продолжительности при росте интенсивности и сближении динамики с сезонной циркуляцией респираторных инфекций, что обосновывает возможность его эпидемиологического слежения в рамках существующей системы мониторинга острых респираторных инфекций.

Ключевые слова: COVID-19, эпидемические волны, структурная трансформация, популяционный иммунитет, эпидемическая нагрузка, расчетный показатель репродукции.

Objective. To determine the structural features of COVID-19 epidemic waves in the Republic of Belarus in 2020–2022.

Materials and methods. A retrospective descriptive-analytical study of COVID-19 incidence dynamics was conducted using aggregated official statistical data from February 28, 2020 to May 8, 2022. Epidemic waves were identified based on weekly incidence trends. The following indicators were calculated: duration of epidemic waves, peak and mean incidence rates (per 100,000 population), peak-to-mean ratio, intensity coefficient, cumulative epidemic burden, as well as the calculated reproduction number (R).

Results. Four consecutive epidemic waves were identified. Peak incidence increased from 71.4 to 583.7 per 100,000 population, while mean incidence rose from 37.1 to 134.3 per 100,000 population. At the same time, the duration of epidemic waves decreased from 45 to 17 weeks. The highest cumulative epidemic burden was observed during the second (3699.0) and third (3133.2) waves. A progressive shift in the relationship between COVID-19 and acute respiratory infections was identified, from discordant dynamics in the first wave to near-complete temporal alignment in the fourth wave. The mean values of the estimated reproduction number decreased from 2.4 to 1.0 and did not correlate with the intensity of epidemic peaks.

Conclusion. The transformation of the COVID-19 epidemic process manifested as changes in the configuration of epidemic waves, a reduction in their duration alongside increasing intensity, and convergence with the seasonal circulation patterns of respiratory infections, thereby substantiating the feasibility of its epidemiological surveillance within the existing monitoring system for acute respiratory infections.

Key words: COVID-19, epidemic waves, structural transformation, population immunity, epidemic burden, calculated reproduction number.

Пандемия инфекции, вызванной вирусом SARS-CoV-2, стала одним из наиболее значимых глобальных эпидемиологических событий XXI в. и продемонстрировала масштаб распространения новой инфекции и изменение эпидемического процесса, что проявлялось в изменении структуры эпидемических волн в условиях эволюции вируса и образовании популяционного иммунитета.

По данным Всемирной организации здравоохранения и Европейского центра по профилактике и контролю заболеваний, динамика заболеваемости в различных странах определялась сочетанием биологических свойств циркулирующих вариантов, уровня популяционной восприимчивости, а также реализуемых санитарно-противоэпидемических мероприятий и программ иммунопрофилактики [1–3].

Результаты математического моделирования показали, что по мере накопления иммунной прослойки населения и появления вариантов с повышенной трансмиссивностью изменяется структура эпидемических волн: ускоряется фаза роста, возрастает выраженность пиковых значений, изменяется соотношение между кратковременной интенсивностью и суммарной нагрузкой волны [4; 5]. Подобные преобразования прослеживались при последовательной смене доминирующих вариантов и сочетались с перестройкой структуры эпидемических волн в ряде стран [3].

В ранее опубликованных работах нами представлена характеристика эпидемического процесса COVID-19 в Республике Беларусь за период с февраля 2020 г. по май 2022 г., включая выделение четырех последовательных эпидемических волн и их сравнительную оценку по интенсивности и продолжительности [6–8].

Вместе с тем описательная характеристика эпидемических подъемов не позволяет в полной мере оценить структурные изменения эпидемического процесса на фоне смены вариантов возбудителя и накопления популяционного иммунитета.

Недостаточно изученными остаются вопросы изменения конфигурации эпидемических волн, соотношения их временных и интенсивностных характеристик, а также роли популяционного иммунитета в преобразовании наблюдаемых изменений.

Цель исследования – определить структурные особенности эпидемических волн COVID-19 в Республике Беларусь в 2020–2022 гг.

Материал и методы

Проведено ретроспективное описательно-аналитическое эпидемиологическое исследование динамики заболеваемости COVID-19 в Респуб-

лике Беларусь за период с 28 февраля 2020 г. по 8 мая 2022 г. Источником информации являлись агрегированные официальные статистические данные о зарегистрированных случаях COVID-19 на национальном уровне.

Выделение эпидемических волн осуществлялось на основании анализа недельных показателей заболеваемости. Границы эпидемических волн определялись по устойчивым изменениям тренда с выделением фаз нарастания, достижения максимума и последующего снижения показателей, что соответствует подходам, применяемым при анализе динамики эпидемического процесса COVID-19 [3].

Для характеристики эпидемических волн рассчитывали следующие показатели: продолжительность подъема (число недель), максимальный (пиковый) уровень заболеваемости (на 100 000 населения), средний недельный уровень заболеваемости (на 100 000 населения), коэффициент соотношения максимального и среднего уровней, коэффициент интенсивности подъема, интегральная эпидемическая нагрузка, расчетный показатель репродукции (R).

Интегральная эпидемическая нагрузка определялась как произведение среднего уровня заболеваемости на продолжительность волны и отражала суммарную интенсивность циркуляции инфекции во времени. По своей аналитической логике данный показатель сопоставим с оценкой совокупной эпидемической нагрузки и площади под эпидемической кривой, используемой при сравнительном анализе эпидемических процессов [9; 10].

Коэффициент соотношения максимального и среднего уровней рассчитывался как отношение пикового уровня заболеваемости к среднему и характеризовал выраженность эпидемического пика.

Коэффициент интенсивности подъема определялся как отношение максимального уровня заболеваемости к продолжительности волны и использовался для оценки темпа формирования эпидемической нагрузки.

Расчетный показатель репродукции рассчитывался на основе динамики недельной заболеваемости как отношение уровня заболеваемости текущей недели к уровню предыдущей недели и использовалось в качестве приближенной оценки динамики передачи инфекции в различные периоды эпидемического процесса. Подходы к интерпретации динамики передачи инфекции с использованием показателей репродукции и темпов роста заболеваемости представлены в ряде исследований [11–13].

Используемые показатели позволяли охарактеризовать эпидемические волны по временным

(продолжительность), интенсивностным (максимальный и средний уровни) и интегральным (суммарная эпидемическая нагрузка) параметрам, что обеспечивало возможность их сопоставления.

Обработка данных проводилась с использованием методов описательной эпидемиологической статистики с расчетом производных аналитических коэффициентов на основе недельных показателей заболеваемости. Анализ носил описательный характер.

Исследование основано на агрегированных официальных данных и не включает индивидуальной стратификации случаев по возрасту, полу, региону и клинической тяжести заболевания, что ограничивает возможности анализа неоднородности эпидемического процесса.

В анализ не включались бессимптомные формы инфекции, что могло приводить к недооценке истинной интенсивности циркуляции SARS-CoV-2, особенно в периоды изменения охвата тестированием. Изменения в диагностических подходах, критериях регистрации случаев и объемах тестирования могли влиять на сопоставимость показателей между эпидемическими волнами.

Выделение эпидемических волн осуществлялось на основании динамики зарегистрированной заболеваемости без использования моделей передачи и индивидуальных данных о контактах, что ограничивает возможности причинно-следственной интерпретации полученных результатов. Полученные результаты следует интерпретировать с учетом указанных ограничений.

Результаты и обсуждение

Эпидемический процесс COVID-19 в Республике Беларусь в 2020–2022 гг. характеризовался волнообразным развитием. За анализируемый период выделено четыре последовательных эпидемических подъема заболеваемости, различающихся по продолжительности и интенсивности (рис. 1).

Первый подъем заболеваемости наблюдался на начальном этапе эпидемического процесса COVID-19 и протекал в условиях практически полной иммунной восприимчивости населения. В феврале – марте 2020 г. регистрировались единичные случаи инфекции, уровень заболеваемости варьировал от 0,01 до 0,5 случая (среднее значение – 0,2 случая на 100 000 населения).

С начала апреля отмечен переход к росту заболеваемости: на 14-й календарной неделе 2020 г. показатель увеличился до 5,0 случаев на 100 000 населения, что в 24,9 раза превышало средний уровень февраля – марта 2020 г. В последующие недели рост заболеваемости продолжился. Максимальный уровень заболеваемости был достигнут на 20-й календарной неделе (11–17 мая 2020 г.) и составил 71,4 случая на 100 000 населения.

После достижения пика отмечалось постепенное снижение заболеваемости: к началу июня показатели составили 65,0 и 57,1 случая на 100 000 населения (23-я и 24-я календарные недели соответственно). В июле – начале августа 2020 г. уровень заболеваемости снизился до 6,2 случая на 100 000 населения, приблизившись к исход-

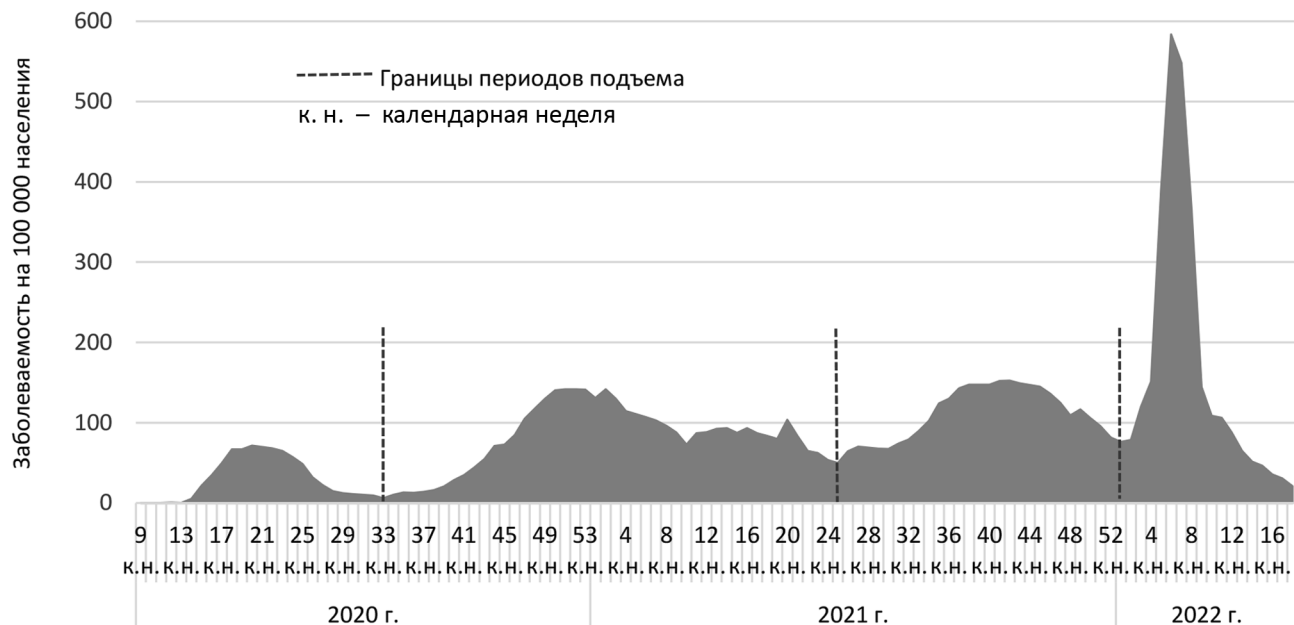


Рис. 1. Динамика заболеваемости COVID-19 в Республике Беларусь в 2020–2022 гг.

Fig. 1. Dynamics of COVID-19 incidence in the Republic of Belarus in 2020–2022

ным значениям при сохранении циркуляции возбудителя. Всего в период первой эпидемической волны зарегистрировано 69 422 случая COVID-19, средний уровень заболеваемости составил 37,1 случая на 100 000 населения.

Первая эпидемическая волна характеризовалась постепенным нарастанием заболеваемости, умеренным пиковым уровнем и продолжительной фазой снижения, что соответствовало начальному этапу распространения инфекции в условиях высокой восприимчивости населения и отсутствия популяционного иммунитета.

После периода относительно низкой заболеваемости с 34-й календарной недели 2020 г. начался следующий подъем, соответствовавший второй эпидемической волне. В течение октября – ноября 2020 г. показатели заболеваемости увеличились с 44,5 случая на 100 000 населения на 42-й календарной неделе до 140,5 случая на 50-й неделе, что свидетельствовало о развитии выраженного эпидемического подъема.

Максимальный уровень заболеваемости был зарегистрирован на 2-й календарной неделе 2021 г. (11–17 января 2021 г.) и составил 141,8 случая на 100 000 населения, что в 1,98 раза превышало показатель первой волны.

После достижения пика уровень заболеваемости снижался постепенно, а фаза спада носила продолжительный характер.

В период второй волны произошла смена доминирующего варианта SARS-CoV-2: исходный штамм был вытеснен вариантом «альфа» (линия B.1.1.7).

Всего за период с 34-й календарной недели 2020 г. по 25-ю календарную неделю 2021 г. зарегистрировано 345 823 случая COVID-19. Средний уровень заболеваемости составил 82,2 случая на 100 000 населения.

Вторая эпидемическая волна отличалась наибольшей продолжительностью и более высоким уровнем заболеваемости по сравнению с первой, что свидетельствовало о переходе эпидемического процесса к этапу устойчивой циркуляции возбудителя.

Третий подъем заболеваемости развивался после периода относительной стабилизации в летний период 2021 г. и совпал с распространением варианта вируса SARS-CoV-2 «дельта» (линия B.1.617.2). Начальный этап (26–30-я календарные недели 2021 г.) характеризовался стабилизацией показателей в пределах 64,3–70,1 случая на 100 000 населения, после чего с 31-й календарной недели начался рост заболеваемости.

Максимальный уровень заболеваемости был зарегистрирован на 42-й календарной неделе 2021 г. (18–24 октября 2021 г.) и составил 152,4 слу-

чая на 100 000 населения. В течение последующих недель показатели заболеваемости сохранялись на высоком уровне (149,0–144,9 случая на 100 000 населения), образуя плато эпидемической кривой.

Снижение заболеваемости началось к концу ноября – началу декабря 2021 г. И носило постепенный характер. Продолжительность третьей эпидемической волны составила 28 нед. Всего зарегистрировано 292 952 случая COVID-19, средний уровень заболеваемости составил 111,9 случая на 100 000 населения.

Для третьей эпидемической волны были характерны сохранение высоких уровней заболеваемости в течение нескольких недель и наиболее высокий (на тот момент средний) уровень заболеваемости.

В течение января 2022 г. показатели заболеваемости оставались относительно стабильными (78,6–151,1 случая на 100 000 населения), после чего в начале февраля наблюдался резкий рост.

На 5-й календарной неделе 2022 г. уровень заболеваемости увеличился до 389,4 случая на 100 000 населения, а максимальное значение было достигнуто на 6-й календарной неделе (7–13 февраля 2022 г.) и составило 583,7 случая на 100 000 населения. После достижения пика отмечалось быстрое снижение показателей: к 9-й календарной неделе уровень заболеваемости снизился до 144,8 случая на 100 000 населения.

Четвертая эпидемическая волна совпала с распространением варианта вируса SARS-CoV-2 «Омикрон» (линия B.1.1.529). Продолжительность четвертой эпидемической волны составила 17 нед. (с 10 января по 8 мая 2022 г.). Всего зарегистрировано 274 363 случая COVID-19, средний уровень заболеваемости составил 134,3 случая на 100 000 населения.

Четвертая эпидемическая волна сопровождалась максимальным уровнем заболеваемости, высокой скоростью подъема и наименьшей продолжительностью, что свидетельствовало о концентрации заболеваемости в коротком временном интервале с быстрым достижением пиковых значений и последующим снижением.

Для оценки особенностей эпидемического процесса проведено сопоставление динамики заболеваемости COVID-19 и острыми респираторными инфекциями (ОРИ). Динамика показателей в различные периоды эпидемических подъемов представлена на рис. 2.

В период первой эпидемической волны COVID-19 динамика заболеваемости коронавирусной инфекцией не совпадала с динамикой ОРИ: фазы подъема и снижения показателей носили разнонаправленный характер.

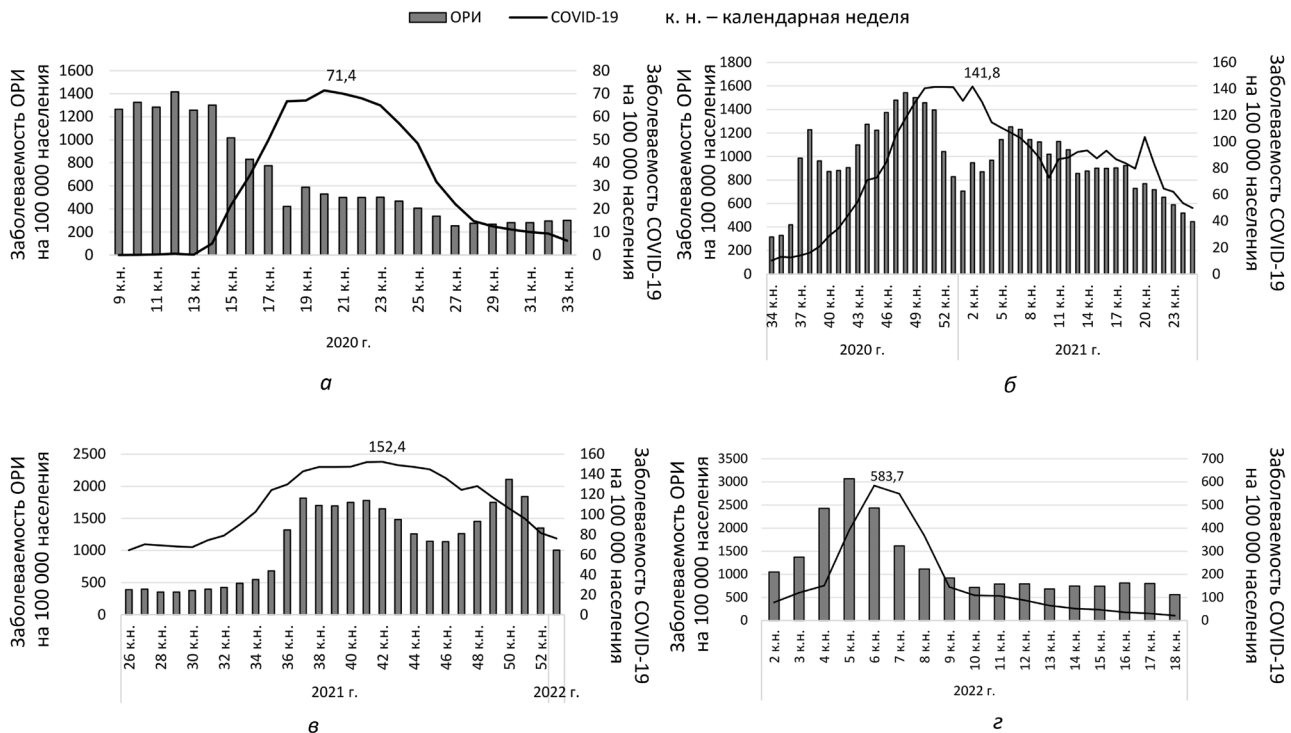


Рис. 2. Сопоставление динамики заболеваемости COVID-19 и ОРИ в Республике Беларусь в различные периоды эпидемических волн:

а – первая волна; б – вторая волна; в – третья волна; г – четвертая волна

Fig. 2. Comparison of COVID-19 and ARI incidence dynamics in the Republic of Belarus across epidemic waves: а – the first wave; б – the second wave; в – the third wave; г – the fourth wave

Во вторую эпидемическую волну отмечено частичное совпадение временной структуры заболеваемости COVID-19 и ОРИ. Исключение составил период с 52-й календарной недели 2020 г. по 6-ю календарную неделю 2021 г.: с учетом новогодних каникул у учащихся и работников ряда организаций отмечалось закономерное снижение заболеваемости ОРИ, тогда как динамика COVID-19 существенно не изменялась.

В третью эпидемическую волну динамика заболеваемости COVID-19 и ОРИ в целом носила сходный характер, однако в период с 47-й по 50-ю календарную неделю 2021 г. отмечались расхождения показателей, связанные с увеличением заболеваемости ОРИ после возвращения учащихся в организованные коллективы и одновременным снижением заболеваемости COVID-19.

В период четвертой эпидемической волны наблюдалось практически полное совпадение динамики COVID-19 и ОРИ: пики заболеваемости приходились на близкие календарные периоды (5–6-я календарные недели 2022 г.).

Таким образом, по мере развития эпидемического процесса COVID-19 происходило посте-

пенное сближение его динамики с сезонной динамикой ОРИ: от выраженного рассогласования в первую волну до практически полного совпадения в четвертую. К концу периода наблюдения распространение COVID-19 все в большей степени подчинялось закономерностям, характерным для других респираторных инфекций.

Полученные результаты согласуются с данными А. А. Сомининой и соавт. [14], которые показали, что распространение SARS-CoV-2 сопровождалось изменением циркуляции других респираторных вирусов и развитием феномена вирусной интерференции. По мнению авторов, активное распространение пандемического коронавируса сопровождалось резким снижением циркуляции вирусов гриппа и респираторно-синцициального вируса. Полученные авторами данные свидетельствуют о том, что в период пандемии циркуляция отдельных респираторных возбудителей могла изменяться под влиянием распространения SARS-CoV-2.

Для количественной оценки различий между эпидемическими волнами проведен сравнительный анализ их основных характеристик, включая продолжительность, уровни заболеваемости

и показатели, отражающие структуру и темп формирования эпидемической нагрузки.

Сравнительный анализ четырех последовательных эпидемических волн COVID-19 в Республике Беларусь выявил различия по продолжительности, амплитуде, среднему уровню заболеваемости и соотношению временных и интенсивностных характеристик (табл. 1).

Продолжительность эпидемических волн варьировала от 17 до 45 нед. Наиболее длительным являлся второй подъем (45 нед.), превышавший первый более чем в 2 раза и четвертый почти в 2,6 раза. Третья волна продолжительностью 28 нед. занимала промежуточное положение. Минимальная продолжительность отмечена в четвертую волну (17 нед.), что позволяет рассматривать ее как наиболее компактный по времени подъем заболеваемости.

Пиковые недельные уровни заболеваемости возрастали от первой к четвертой волне, однако динамика роста была неоднородной. Во вторую волну амплитуда практически удвоилась по сравнению с первой. Между второй и третьей волнами существенного увеличения не наблюдалось (разница – 7,5 %). В период четвертой волны пиковый показатель увеличился кратно, превысив значение третьей в 3,8 раза и первой более чем в 8 раз.

Средний уровень заболеваемости увеличивался более равномерно: между первой и второй волнами отмечался двукратный рост, в дальнейшем – постепенное нарастание без резкого скачка во время четвертой волны.

Соотношение пикового и среднего уровней последовательно снижалось от первой волны к третьей, достигая минимального значения в третьем подъеме. В четвертую волну данный показатель резко увеличился, что свидетельствует о выраженном расхождении между пиковыми и средними уровнями заболеваемости.

Коэффициенты интенсивности подъема во время первой и второй волн были сопоставимы. В третью волну отмечено увеличение темпа формирования подъема, тогда как в четвертую его значение возросло кратно.

Выявленные различия по продолжительности, амплитуде и соотношению пиковых и средних уровней заболеваемости свидетельствуют об изменении характера эпидемических подъемов в течение пандемии. Если первые волны отличались большей продолжительностью и более равномерным распределением заболеваемости во времени, то поздние подъемы характеризовались сокращением продолжительности и концентрацией случаев в периоды максимальной заболеваемости.

Полученные результаты согласуются с данными российских ученых, которые при анализе эпидемического процесса COVID-19 как в целом в Российской Федерации, так и в отдельных регионах выделили последовательные этапы развития пандемии, связанные сначала с распространением нового возбудителя в восприимчивой популяции, а затем – со сменой доминирующих вариантов SARS-CoV-2 и началом массовой вакцинации [15–17]. Выявленные нами изменения характеристик эпидемических волн соответствуют описанным авторами закономерностям развития эпидемического процесса.

Для оценки суммарного объема циркуляции инфекции рассчитан показатель интегральной эпидемической нагрузки, определяемый как произведение среднего уровня заболеваемости на продолжительность волны.

Наибольшая интегральная нагрузка отмечена в период второй волны (3699,0), затем третьей (3133,2), четвертой (2283,1) и первой (742,0). Несмотря на экстремально высокий пик в четвертую волну, ее суммарная нагрузка уступала второй и третьей вследствие кратковременности подъема.

Таблица 1. Сравнительная характеристика эпидемических волн COVID-19 в Республике Беларусь

Table 1. Comparative characteristics of COVID-19 epidemic waves in the Republic of Belarus

Показатель	Первая волна	Вторая волна	Третья волна	Четвертая волна
Продолжительность, нед.	20	45	28	17
Количество случаев COVID-19, абс	69 422	345 823	292 952	274 363
Удельный вес в общей заболеваемости COVID-19, %	7,1	35,2	29,8	27,9
Максимальный (пиковый) уровень заболеваемости на 100 000	71,4	141,8	152,4	583,7
Средний уровень заболеваемости на 100 000	37,1	82,2	111,9	134,3
Коэффициент соотношения пикового и среднего уровней	1,92	1,73	1,36	4,35
Превышение пикового уровня над средним, %	92,0	73,0	36,0	335,0
Коэффициент интенсивности подъема	3,57	3,15	5,44	34,34
Интегральная эпидемическая нагрузка, усл. ед.	742,0	3699,0	3133,2	2283,1

Средний уровень заболеваемости последовательно увеличивался от первой волны к четвертой. Доля волн в общей структуре заболеваемости распределилась следующим образом: вторая – 35,2 %, третья – 29,8 %, четвертая – 27,9 %, первая – 7,1 %.

Полученные количественные характеристики показывают, что эпидемические подъемы COVID-19 различались не только уровнем и продолжительностью заболеваемости, но и распределением эпидемической нагрузки во времени.

Дополнительно проведен анализ расчетного показателя репродукции. Динамика показателя в сопоставлении с эпидемическими подъемами представлена на рис. 3.

В первую эпидемическую волну наблюдался широкий диапазон значений R , что отражало нестабильный характер передачи инфекции в условиях формирования эпидемического процесса.

Во время второй и третьей волн значения R стабилизировались вблизи единицы, что соответствовало более устойчивому уровню передачи инфекции.

В четвертую волну при сохранении средних значений R на уровне предыдущего периода отмечались эпизоды кратковременного повышения показателя, сопровождавшиеся резким ростом заболеваемости.

Проведенный анализ показал, что средние значения показателя репродукции последовательно снижались от первой волны к последующим: с 2,4 до 1,1 и далее до 1,0 при одновременном уменьшении вариальности показателя (табл. 2).

Снижение средних значений R не совпадало с уменьшением интенсивности эпидемических подъемов. Напротив, по мере развития эпидемического процесса наблюдались рост пиковых уровней заболеваемости и сокращение продолжительности эпидемических волн. Полученные данные показывают, что для характеристики эпидемических подъемов недостаточно использовать только значения R .

По мере развития эпидемического процесса одновременно изменялись его временные и интенсивностные характеристики: сокращалась про-

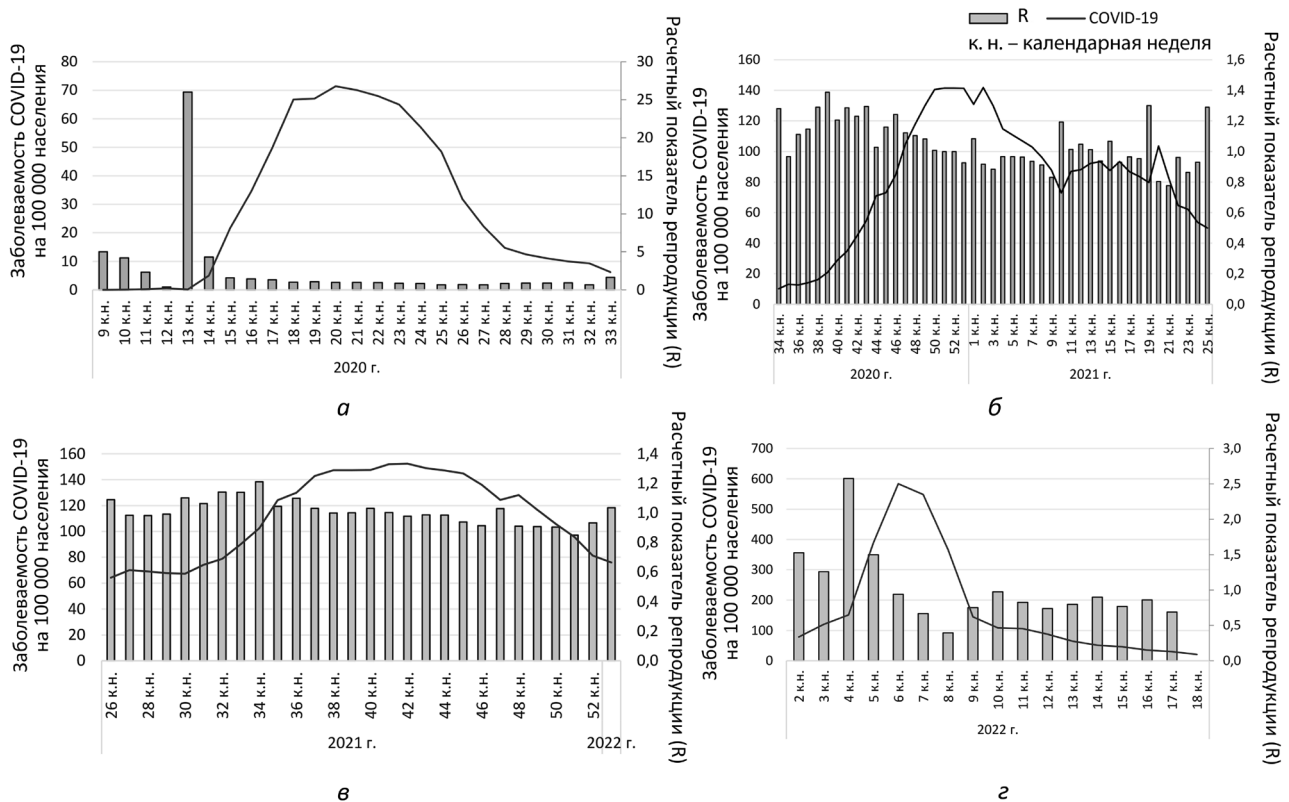


Рис. 3. Динамика расчетного показателя репродукции на фоне эпидемических волн COVID-19 в Республике Беларусь: а – первая волна; б – вторая волна; в – третья волна; г – четвертая волна

Fig. 3. Dynamics of the estimated reproduction number during COVID-19 epidemic waves in the Republic of Belarus: a – the first wave; b – the second wave; c – the third wave; d – the fourth wave

Таблица 2. Структурные особенности эпидемических волн COVID-19 в Республике Беларусь

Table 2. Structural features of COVID-19 epidemic waves in the Republic of Belarus

Показатель	Первая волна	Вторая волна	Третья волна	Четвертая волна
Среднее значение R	2,4	1,1	1,0	1,0
Диапазон R	0,4–26,0	0,8–1,4	0,8–1,2	0,7–2,6

должительность эпидемических волн, возрастали пиковые уровни заболеваемости, случаи заболевания концентрировались в более короткие промежутки времени. В результате эпидемические подъемы становились менее продолжительными, а основная часть случаев приходилась на ограниченный временной интервал.

В совокупности полученные результаты свидетельствуют, что эпидемический процесс COVID-19 в исследуемый период изменялся как по структуре эпидемических волн, так и по характеру динамики заболеваемости, постепенно сближаясь с закономерностями циркуляции острых респираторных инфекций.

Таким образом, проведенные исследования продемонстрировали, что в течение пандемии происходило последовательное изменение характеристик эпидемических волн COVID-19 и постепенное сближение динамики заболеваемости с закономерностями циркуляции других респираторных инфекций. Полученные результаты подтвердили целесообразность интеграции эпидемиологического мониторинга COVID-19 в действующую систему эпидемиологического слежения за острыми респираторными инфекциями при сохранении контроля за изменчивостью возбудителя.

Выводы

1. Эпидемический процесс COVID-19 в Республике Беларусь в 2020–2022 гг. характеризовался

последовательной сменой четырех эпидемических волн, различавшихся по продолжительности, уровню заболеваемости и структуре эпидемических подъемов.

2. Увеличение пиковых уровней заболеваемости с 71,4 до 583,7 случая и среднего уровня заболеваемости с 37,1 до 134,3 случая на 100 000 населения сопровождалось сокращением продолжительности эпидемических волн с 45 до 17 нед. и переходом от более продолжительных подъемов к кратковременным периодам высокой интенсивности.

3. Наибольшая интегральная эпидемическая нагрузка была зарегистрирована во вторую (3699,0) и третью (3133,2) волны, а не в период максимального пикового уровня заболеваемости, что свидетельствует о существенном вкладе продолжительности циркуляции возбудителя в формировании суммарной заболеваемости.

4. По мере развития эпидемического процесса отмечено последовательное сближение динамики заболеваемости COVID-19 и ОРИ – от разнонаправленности в первую волну до сходной временной структуры эпидемических подъемов в последующие волны.

5. Снижение средних значений R с 2,4 до 1,0 происходило одновременно с изменением продолжительности эпидемических волн и уровней заболеваемости, что подтверждает необходимость комплексной оценки параметров эпидемического процесса.

Литература

1. Coronavirus disease (COVID-19) pandemic // WHO. – 2023. – URL: <https://www.who.int/europe/emergencies/situations/covid-19> (date of access: 14.03.2026).
2. Assessing SARS-CoV-2 circulation, variants of concern, non-pharmaceutical interventions and vaccination status (16th update): rapid risk assessment / European Centre for Disease Prevention and Control. – Stockholm : ECDC, 2021. – 33 p.
3. The evolution of SARS-CoV-2 / P. V. Markov, M. Ghafari, M. Beer [et al.] // Nature Reviews Microbiology. – 2023. – Vol. 21. – P. 361–379.
4. Projecting the transmission dynamics of SARS-CoV-2 through the postpandemic period / S. M. Kissler, C. Tedijanto, E. Goldstein [et al.] // Science. – 2020. – Vol. 368, № 6493. – P. 860–868.
5. How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic? / R. M. Anderson, H. Heesterbeek, D. Klinkenberg, T. D. Hollingsworth // The Lancet. – 2020. – Vol. 395, № 10228. – P. 931–934.
6. Дашкевич, А. М. Характеристика эпидемического процесса COVID-19 в Республике Беларусь / А. М. Дашкевич, Н. Д. Коломиец // Клиническая инфектология и паразитология. – 2024. – Т. 13. № 1. – С. 70–80.

7. Пандемия COVID-19: мероприятия по предупреждению распространения в Республике Беларусь / А. М. Дашкевич, Н. Д. Коломиец, И. Н. Глинская [и др.] // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2022. – № 2 (111). – С. 4–11.
8. Серопревалентность к вирусу SARS-CoV-2 населения Республики Беларусь / А.М. Дашкевич, Н.Д. Коломиец, Е.О. Самойлович, И.А. Карабан // Проблемы экологии и здоровья. – 2025. – Т. 22, № 3. – С. 94–102.
9. Influenza surveillance in Europe: comparing intensity levels calculated using the moving epidemic method / T. Vega, J. Lozano, T. Meerhoff [et al.] // Influenza And Other Respiratory Viruses. – 2015. – Vol. 9, № 5. – doi: 10.1111/irv.12330.
10. Predicting the cumulative medical load of COVID-19 outbreaks after the peak of daily fatalities / V. Gros, R. Valenti, Schneider L. [et al.] // PLoS One. – 2021. – Vol. 16, № 4. – doi: 10.1371/journal.pone.0247272.
11. Wallinga, J. How generation intervals shape the relationship between growth rates and reproductive numbers / J. Wallinga, M. Lipsitch // Proceedings: Biological Sciences. – 2007. – Vol. 274, № 1609. – P. 599–604.
12. Fraser, C. Estimating individual and household reproduction numbers in an emerging epidemic // PLoS One. – 2007. Vol. 2, № 8. – doi: 10.1371/journal.pone.0000758.
13. Chowell, G. Is it growing exponentially fast? – Impact of assuming exponential growth for characterizing and forecasting epidemics with initial near-exponential growth dynamics / G. Chowell, C. Viboud // Infectious Disease Modelling. – 2016. – Vol. 1, № 1. – P. 71–78.
14. Интерференция SARS-CoV-2 с другими возбудителями респираторных вирусных инфекций в период пандемии / А. А. Соминина, Д. М. Даниленко, К. А. Столяров [и др.] // Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2021. – Т. 20, № 4. – С. 28–39.
15. COVID-19: эволюция пандемии в России. Сообщение I: проявления эпидемического процесса COVID-19 / В. Г. Акимкин, А. Ю. Попова, А. А. Плоскирева [и др.] // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2022. – Vol. 99, № 3. – doi: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-276>.
16. Изменчивость вируса SARS-CoV-2 и восприимчивости населения в динамике развития эпидемического процесса / И. В. Фельдблюм, М. Ю. Десятков, Т. М. Репин [и др.] // Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. – 2023. – Vol. 22, № 5. – doi: 10.31631/2073-3046-2023-22-5-4-11.
17. Характеристика эпидемического процесса COVID-19 в Москве и поиск возможных факторов, определяющих тенденции наблюдаемых изменений / В. А. Гущин, А. А. Почтовый, Д. Д. Кустова [и др.] // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2023. – Vol. 100, № 4. – doi: 10.36233/0372-9311-375

References

1. WHO. Coronavirus disease (COVID-19) pandemic. 2023. Available at: <https://www.who.int/europe/emergencies/situations/covid-19> (accessed: 14.03.2026).
2. European Centre for Disease Prevention and Control. Assessing SARS-CoV-2 circulation, variants of concern, non-pharmaceutical interventions and vaccination status (16th update): rapid risk assessment. Stockholm: ECDC; 2021. 33.
3. Markov P.V., Ghafari M., Beer M., et al. The evolution of SARS-CoV-2. Nat Rev Microbiol. 2023; 21: 361–379.
4. Kissler S.M., Tedijanto C., Goldstein E., et al. Projecting the transmission dynamics of SARS-CoV-2 through the postpandemic period. Science. 2020; 368(6493): 860–868.
5. Anderson R.M., Heesterbeek H., Klinkenberg D., Hollingsworth T.D. How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic? Lancet. 2020; 395(10228): 931–934.
6. Dashkevich A.M., Kolomiets N.D. Characteristics of the epidemic process COVID-19 in the Republic of Belarus. Klinicheskaya infektologiya i parazitologiya. 2024; 13(1): 70–80. (in Russian)
7. Dashkevich A.M., Kolomiec N.D., Glinskaya I.N., et al. The COVID-19 pandemic: measures to prevent the spread in the Republic of Belarus. Voprosy organizatsii i informatizatsii zdavoohraneniya. 2022; 2(111): 4–11. (in Russian)
8. Seroprevalence to the SARS-CoV-2 virus among the population of the Republic of Belarus / A.M. Dashkevich, N.D. Kolomiec, E.O. Samojlovich, I.A. Karaban. Problemy ekologii i zdorov'ya. 2025; 22(3): 94–102. (in Russian)
9. Vega T., Lozano J., Meerhoff T., et al. Influenza surveillance in Europe: comparing intensity levels calculated using the moving epidemic method. Influenza Other Respir Viruses. 2015; 9(5). doi: 10.1111/irv.12330.
10. Gros V., Valenti R., Schneider L., et al. Predicting the cumulative medical load of COVID-19 outbreaks after the peak of daily fatalities. PLoS One. 2021; 16(4). doi: 10.1371/journal.pone.0247272.
11. Wallinga J., Lipsitch M. How generation intervals shape the relationship between growth rates and reproductive numbers. Proc Biol Sci. 2007; 274(1609): 599–604.
12. Fraser C. Estimating individual and household reproduction numbers in an emerging epidemic. PLoS One. 2007; 2(8). doi: 10.1371/journal.pone.0000758.
13. Chowell G., Viboud C. Is it growing exponentially fast? – Impact of assuming exponential growth for characterizing and forecasting epidemics with initial near-exponential growth dynamics. Infect Dis Model. 2016; 1(1): 71–78.
14. Somina A.A., Danilenko D.M., Stolyarov K.A., et al. Interference of SARS-CoV-2 with other respiratory viral infections agents during pandemic. Epidemiologiya i vakcinoprofilaktika. 2021; 20(4): 28–39. (in Russian)
15. Akimkin V.G., Popova A.Yu., Ploskireva A.A., et al. COVID-19: the evolution of the pandemic in Russia. Report I: manifestations of the COVID-19 epidemic process. Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii. 2022; 99(3). doi: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-276>. (in Russian)
16. Fel'dblyum I.V., Devyatkov M.Y., Repin T.M., et al. Variability of the SARS-CoV-2 virus and the susceptibility of the population in the dynamics of the development of the epidemic process. Epidemiologiya i vakcinoprofilaktika. 2023; 22(5). doi: 10.31631/2073-3046-2023-22-5-4-11. (in Russian)

17. Gushchin V.A., Pochtovyj A.A., Kustova D.D., et al. Characterisation of the COVID-19 epidemic process in Moscow and search for possible determinants of the trends of the observed changes. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii*. 2023; 100(4). doi: 10.36233/0372-9311-375.

Контактная информация:

Дашкевич Алла Михайловна – заместитель главного врача по эпидемиологии
Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья
Ул. К. Цеткин, 4, 220004, г. Минск
Сл. тел. +375 17 374-42-33
ORCID: 0000-0001-8212-1129

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: А. М. Д., Н. Д. К.
Сбор информации и обработка материала: А. М. Д., Н. Д. К.
Написание текста: А. М. Д.
Редактирование: Н. Д. К.
Коломиец Наталья Дмитриевна. ORCID: 0000-0002-4837-5181
Конфликт интересов отсутствует

Поступила 08.05.2026
Принята к печати 16.06.2026