

УДК 578.7:578.834.1:614.446

<https://doi.org/10.30895/2221-996X-2022-22-4-351-360>

Обзорная статья | Review article



Природные, биологические и социальные факторы, способствующие возникновению новых подъемов заболеваемости COVID-19 в Российской Федерации

Т.Е. Сизикова, В.Н. Лебедев, С.В. Борисевич✉

Федеральное государственное бюджетное учреждение «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации, ул. Октябрьская, д. 11, г. Сергиев Посад-6, Московская область, 141306, Российская Федерация

✉ Борисевич Сергей Владимирович; 48cnii@mail.ru

Резюме

В ходе пандемии COVID-19 при анализе заболеваемости в определенных регионах установлен волнообразный характер распространения инфекции, включающий периоды подъемов и спадов заболеваемости. Анализ развития эпидемии COVID-19 в Российской Федерации показывает, что основными показателями, способствующими возникновению подъемов заболеваемости, являются сезонный фактор, недостаточный уровень коллективного иммунитета и распространение новых геновариантов вируса SARS-CoV-2, характеризующихся высокой контагиозностью. Цель работы — анализ природных, биологических и социальных факторов, способствующих возникновению новых подъемов заболеваемости COVID-19 в Российской Федерации. Рассмотрена эпидемиологическая ситуация по COVID-19 в мире к середине 2022 г. Проанализирована роль природных, биологических и социальных факторов при распространении COVID-19 в Российской Федерации. Показано, что возникновению новых подъемов заболеваемости в наибольшей степени способствует появление новых высококонтагиозных вариантов вируса SARS-CoV-2 и сезонный фактор. Сделано предположение о том, что шестой и седьмой подъемы заболеваемости COVID-19 в Российской Федерации пройдут по оптимистическому сценарию, который предусматривает распространение высококонтагиозного варианта вируса SARS-CoV-2 со сниженной вирулентностью.

Ключевые слова: COVID-19; вирус SARS-CoV-2; вариант вируса; коллективный иммунитет; контагиозность; вирулентность

Для цитирования: Сизикова Т.Е., Лебедев В.Н., Борисевич С.В. Природные, биологические и социальные факторы, способствующие возникновению новых подъемов заболеваемости COVID-19 в Российской Федерации. *БИОпрепараты. Профилактика, диагностика, лечение.* 2022;22(4): 351–360. <https://doi.org/10.30895/2221-996X-2022-22-4-351-360>

Environmental, biological and social factors contributing to new rises in COVID-19 morbidity in Russia

T.E. Sizikova, V.N. Lebedev, S.V. Borisevich✉

48 Central Research Institute, 11 Oktyabrskaya St., Sergiev Posad-6, Moscow Region 141306, Russian Federation

✉ Sergey V. Borisevich; 48cnii@mil.ru

Abstract

Morbidity surveys in certain regions during the COVID-19 pandemic have established that the infection spreads in a wave-like manner characterised with peaks and troughs in incidence. According to the analysis of COVID-19 epidemic development in Russia, surges in COVID-19 infections are mainly driven by seasonal factors, insufficient herd immunity, and emerging SARS-CoV-2 variants with increased transmissibility. The aim of the study was to analyse environmental, biological and social factors contributing to new rises in COVID-19 cases in Russia. The study covers the global epidemiological situation as of mid-2022 and the role of environmental, biological, and social factors in the spread of COVID-19 in the Russian Federation. The results suggest that new highly contagious SARS-CoV-2 variants and seasonality are the principal factors driving new rises in morbidity. The authors assume that the sixth and the seventh COVID-19 waves in Russia will be in line with the best case scenario, which predicts the spread of a SARS-CoV-2 variant with increased transmissibility and reduced virulence.

Key words:

COVID-19; SARS-CoV-2 virus; virus variant; herd immunity; transmissibility; virulence

For citation:

Sizikova T.E., Lebedev V.N., Borisevich S.V. Environmental, biological and social factors contributing to new rises in COVID-19 morbidity in Russia. *BIOpreparaty. Profilaktika, diagnostika, lechenie = Biological Products. Prevention, Diagnosis, Treatment*. 2022;22(4):351–360. <https://doi.org/10.30895/2221-996X-2022-22-4-351-360>

Введение

На начало ноября 2022 г. в мире зарегистрировано свыше 627 млн случаев заболевания новой коронавирусной инфекцией COVID-19, вызванной ранее неизвестным коронавирусом, впоследствии получившим название вирус SARS-CoV-2, из которых более 6,5 млн завершились летальным исходом¹. Эпидемия COVID-19 в России началась в начале марта 2020 г., когда в Москве были выявлены первые случаи заболеваний граждан Российской Федерации, вернувшихся из туристической поездки по Италии. В ходе пандемии COVID-19 для определенных регионов установлен волнообразный характер распространения инфекции, включающий периоды подъемов и спадов заболеваемости, возникновению которых способствуют различные природные, биологические и социальные факторы.

Цель работы — анализ природных, биологических и социальных факторов, способствующих возникновению новых подъемов заболеваемости COVID-19 в Российской Федерации.

Основная часть

Заболеваемость COVID-19 в определенном регионе носит так называемый волнообразный характер. При рассмотрении кривой заболеваемости в ходе эпидемии можно выделить фазу экспоненциального роста, во время которой постоянно происходит увеличение числа заболевших в сутки; фазу «выхода на плато», для которой прирост количества заболевших в сутки находится примерно на одном уровне; фазу (1) «схода с плато», характеризующуюся выраженной тенденцией к снижению числа новых случаев заболевания; фазу (2) «схода с плато», когда в рассматриваемом временном интервале отмечается функциональная зависимость снижения показателя заболеваемости; фазу стабилизации, в ходе которой либо происходит медленное снижение заболеваемости, либо заболеваемость остается на одном и том же относительно низком уровне. Фаза стабилизации завершается либо полным прекращением новых случаев заболеваний (в течение достаточно продолжи-

¹ <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update-on-covid-19---2-november-2022>

тельного времени), либо сменяется, при возникновении подъема заболеваемости, фазой экспоненциального роста.

Продолжительность фаз не является постоянной. В таблице 1 приведена продолжительность указанных фаз для 1–5 подъемов заболеваемости COVID-19 в России.

Анализ второго и последующего подъемов заболеваемости COVID-19 в Российской Федерации показывает, что факторами, способствующими их возникновению, являются следующие.

1. Сезонный фактор, при котором трансмиссии возбудителя в человеческой популяции способствует повышение интенсивности пассажиропотоков. Сезонный фактор сыграл решающее значение при возникновении второго и четвертого подъема заболеваемости в Российской Федерации (начавшихся в сентябре 2020 и 2021 гг. соответственно).
2. Недостаточный уровень коллективного иммунитета. Вследствие снижения эффективности трансмиссии возбудителя от одного индивида к другому популяционный иммунитет косвенно защищает людей, у которых отсутствует личный иммунитет.

3. Распространение новых геновариантов вируса SARS-CoV-2, обладающих повышенной контагиозностью, которая характеризуется величиной базового репродуктивного числа (R_0) – равной среднему числу новых случаев заболевания, источником которых является один инфицированный человек. Чем выше контагиозность возбудителя, тем выше должен быть уровень коллективного иммунитета, необходимый для затухания вспышки [1]. Эксперты полагают, что минимальное значение этого показателя для COVID-19 составляет 70% [2]. В ходе естественной эволюции вируса SARS-CoV-2 выявлена тенденция постоянного повышения контагиозности. Величина R_0 для заболевания, вызванного исходным (уханьским) вариантом вируса, составляла примерно 1,5 [1], вариантом «дельта» – 4,5–5,7 [3–6], вариантом «омикрон» (в начале вызванного им подъема заболеваемости) – более 10,0 [7]. Следует отметить, что вспышки заболевания, вызванные вариантами «дельта» и особенно «омикрон», произошли на фоне уже существующей в популяции иммунной прослойки,

Таблица 1. Продолжительность различных фаз для 1–5 подъемов заболеваемости COVID-19 в Российской Федерации²
Table 1. Duration of phases constituting COVID-19 waves 1–5 in the Russian Federation²

Фаза кривой заболеваемости <i>Morbidity curve phases</i>	Продолжительность подъемов заболеваемости, сут <i>Wave duration, days</i>				
	1 подъем <i>Wave 1</i>	2 подъем <i>Wave 2</i>	3 подъем <i>Wave 3</i>	4 подъем <i>Wave 4</i>	5 подъем <i>Wave 5</i>
Фаза экспоненциального роста <i>Exponential growth</i>	49	79	24	41	40
Фаза «выхода на плато» <i>Switch to the plateau</i>	38	44	31	25	15
Фаза (1) «схода с плато» <i>Descent (1) from the plateau</i>	18	22	19	15	9
Фаза (2) «схода с плато» <i>Descent (2) from the plateau</i>	58	78	25	35	41
Фаза стабилизации <i>Stabilisation</i>	16	50	– ^a	– ^a	99
Общая продолжительность подъема заболеваемости с учетом фазы стабилизации <i>Total wave duration, including the stabilisation phase</i>	179	273	99	116	204
Общая продолжительность подъема заболеваемости без учета фазы стабилизации <i>Total wave duration, excluding the stabilisation phase</i>	163	223	99	116	105

^a Фаза стабилизации для 3 и 4 подъемов заболеваемости отсутствовала.

^a There were no stabilisation phases during waves 3 and 4.

² Стопкоронавирус.рф. Официальная информация о коронавирусе в России. <https://стопкоронавирус.рф/>

сформировавшейся в ходе распространения заболевания и проведенной вакцинации.

В конце июля 2022 г. в Российской Федерации начался шестой подъем заболеваемости COVID-19. Предыдущий пятый подъем характеризовался наивысшим уровнем заболеваемости. Однако еще в ходе достижения при данном подъеме фазы стабилизации (более продолжительной, чем для предыдущих подъемов заболеваемости, при этом в период с середины февраля по конец июня 2022 г. заболеваемость снизилась практически на два порядка) анализ ряда показателей указывал на неизбежность возникновения новых подъемов заболеваемости. Среди этих показателей можно отметить следующие.

1. Первый подъем заболеваемости COVID-19 в Российской Федерации начался примерно на 1–1,5 месяца позже, чем в странах Европы и США. Указанный интервал сохранился также для всех последующих подъемов заболеваемости COVID-19 в России. Таким образом, очередной подъем заболеваемости за рубежом является своеобразным предупреждающим сигналом для системы здравоохранения Российской Федерации. Максимальный подъем заболеваемости COVID-19 в европейских странах наблюдался в конце мая – начале июня 2022 г.³, возникновение шестого подъема заболеваемости COVID-19 в России в июле 2022 г. подтверждает отмеченную закономерность [8, 9].
2. Уровень коллективного иммунитета. Этот показатель является одним из определяющих факторов возможности нового подъема заболеваемости. Расчет уровня коллективного иммунитета целесообразно проводить с учетом эффективного срока действия естественного (при заболевании) или искусственного (при вакцинации) активного иммунитета. Продолжительность естественного активного иммунитета, помимо индивидуальных особенностей макроорганизма, зависит главным образом от варианта вируса, вызвавшего заболевание, и тяжести перенесенного заболевания. С учетом данных, опубликованных в работе S. Gazit с соавт. [10], среднее значение этой величины, с высокой долей вероятности, находится в интервале 6–12 месяцев. Продолжительность искусственного активного иммунитета зависит от индивидуальных особенностей макроорганизма, а также от используемой при им-

мунизации вакцины. Исходя из имеющихся данных, средняя продолжительность искусственного активного иммунитета находится в интервале 3–6 месяцев. Следствием ограниченной продолжительности иммунитета к заболеванию, вызываемому вирусом SARS-CoV-2, приобретенного как после вакцинации, так и после перенесенного заболевания, является то, что, несмотря на общий рост численности переболевших и вакцинированных, наблюдается снижение уровня коллективного иммунитета, рассчитываемого в соответствии с математической моделью эпидемического процесса [2]. Так, в конце января 2022 г. указанный показатель составлял 63%, в конце июля, ко времени начала шестого подъема заболеваемости COVID-19 в Российской Федерации, при увеличении числа переболевших с 10,7 до 18,6 млн, а числа прошедших полный цикл иммунизации с 79 до 89 млн – около 10%.

3. Сезонный фактор. В 2020 и 2021 г. начало осеннего сезона в Российской Федерации сопровождалось подъемом заболеваемости COVID-19. Подъем заболеваемости в летний период, вследствие факторов, препятствующих скоплению большего числа людей в замкнутом пространстве (социальная динамика) и оказывающих неблагоприятное влияние на устойчивость возбудителя в окружающей среде (в частности, высокая температура и инсоляция) менее вероятен, чем осенью [11], но возможен при появлении нового высококонтагиозного варианта вируса SARS-CoV-2, при недостаточно высоком показателе коллективного иммунитета (как это имело место в Российской Федерации летом 2021 г. при распространении варианта «дельта» и летом 2022 г. при распространении сублиний варианта «омикрон»). Поэтому произошедший осенью 2022 г. подъем заболеваемости являлся ожидаемым.
4. Частичная отмена противэпидемических ограничений (обязательное использование масок в торговых организациях, в транспорте общего пользования, соблюдение социального дистанцирования, измерение температуры тела работникам при допуске на рабочие места и др.⁴).

Как фактор возникновения подъема заболеваемости наибольшую угрозу представляет появление более заразного, чем существующие варианты, вируса SARS-CoV-2. Поэтому при оценке

³ <https://coronavirus-monitoring.info/v-evrope/>

⁴ https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_348585/2120bc2604ba478ab19baf9c09265887ce0b6be7/

эпидемической опасности вновь появляющихся вариантов вируса SARS-CoV-2 следует прежде всего обратить внимание на контагиозность возбудителя и тяжесть вызываемого им заболевания. Считается, что для максимальной распространяемости возбудителя необходимо сочетание высокой контагиозности при снижении тяжести заболевания [12]. Что же касается тяжести вызываемого заболевания, то по мере возникновения новых генетических линий вируса SARS-CoV-2 сначала выявлено утяжеление заболевания (что нашло отражение в росте показателя летальности, достигшего максимума при заболевании, вызванном вариантом «дельта») с последующим снижением тяжести заболевания (что стало характерным для варианта «омикрон»).

Изменение контагиозности генетических линий вируса SARS-CoV-2 и тяжести вызываемого ими заболевания иллюстрируют представленные в таблице 2 характеристики всплеск заболевания в Российской Федерации, вызванных

линиями «дельта» и «омикрон». Представленные данные свидетельствуют, о том, что по показателю максимального числа заболевших в сутки пятый подъем заболеваемости почти в пять раз превосходит четвертый, но при сравнении показателя летальности для сравниваемых подъемов заболеваемости наблюдается обратная картина.

К сожалению, нет полной уверенности в том, что наметившаяся тенденция к «ослаблению» тяжести заболевания, вызываемого вирусом SARS-CoV-2, сохранится в обязательном порядке. В процессе естественной эволюции коронавируса помимо точечных мутаций изменения генома могут происходить и в результате внутривидовой рекомбинации между различными вариантами, что делает возможным возникновение варианта вируса с контагиозностью, характерной для варианта «омикрон», и патогенностью, свойственной для варианта «дельта»⁵ [13]. Следовательно, мутационный потенциал вируса SARS-CoV-2 еще не исчерпан и на варианте «омикрон» пандемия не завершится [13].

Таблица 2. Сравнение некоторых показателей четвертого и пятого подъемов заболеваемости COVID-19 в Российской Федерации⁶

Table 2. Comparison of selected characteristics of the fourth and the fifth waves of COVID-19 in the Russian Federation⁶

Показатель <i>Parameter</i>	Характеристика показателя для подъема заболеваемости COVID-19 <i>Parameter values for COVID-19 waves</i>	
	4 подъем <i>Wave 4</i>	5 подъем <i>Wave 5</i>
Доминантный вариант вируса SARS-CoV-2 <i>Dominant variant of SARS-CoV-2</i>	Вариант «дельта» <i>Delta</i>	Вариант «омикрон» <i>Omicron</i>
Величина коллективного иммунитета на начало подъема заболеваемости, % <i>Herd immunity rate at the beginning of the wave, %</i>	30,3	58,7
Общее количество заболевших в ходе подъема заболеваемости <i>Total number of new cases during the wave</i>	3452159	7734248 ^a
Максимальное количество заболевших в сутки <i>Maximum number of new cases per day</i>	41355	203949
Общее количество летальных случаев в ходе подъема заболеваемости <i>Total number of deaths during the wave</i>	121069	63613 ^a
Летальность в ходе подъема заболеваемости, % <i>Case fatality ratio of the wave, %</i>	3,74	0,82 ^a

^a Данные на 20.06.2022.

^a As of 20.06.2022.

⁵ <https://www.nature.com/articles/d41586-022-01069-4>

⁶ Статистика коронавируса в России: онлайн, на сегодня, по дням. <https://gogov.ru/articles/covid-19>

Вскоре после выявления варианта «омикрон» (B.1.1.529) были установлены три его сублинии (BA.1, BA.2 и BA.3)⁷. Наибольшее число заболеваний в ходе пятого подъема заболеваемости COVID-19 в 2022 г. вызвано заражением линией BA.2 (вариант «стелс-омикрон»⁸). На основе этой линии возникли субварианты (сублинии) BA.4, BA.5 и BA.2.12.1, вызвавшие новый подъем заболеваемости в Европе и США.

Варианты BA.4, BA.5 (как и исходный вариант «омикрон») впервые были выявлены в Южно-Африканской Республике (ЮАР) в январе-феврале 2022 г. По данным секвенирования, уже в начале апреля эти субварианты вызвали 50% всех зарегистрированных случаев заболевания в ЮАР. В марте 2022 г. Европейский центр профилактики и контроля заболеваний (European Centre for Disease Prevention and Control, ECDC) квалифицировал сублинии BA.4 и BA.5 как «вызывающие озабоченность» и предсказал значительное увеличение числа новых случаев COVID-19 в странах Европейского союза в ближайшее время.

Подъем заболеваемости COVID-19 в Европе в мае 2022 г. связан главным образом с распространением варианта BA.5. При этом заболевание распространилось и в странах, где более половины населения прошли полный цикл иммунизации⁹.

В конце мая 2022 г. единичные случаи заболеваний, вызванных сублиниями BA.4 и BA.5, были выявлены и в Российской Федерации. При этом один случай заболевания (вызванного субвариантом BA.5) выявлен у гражданина Российской Федерации, который сам не выезжал за рубеж и не контактировал с теми, кто был за границей. Это может свидетельствовать об уже имевшей место циркуляции субварианта BA.5 на территории России. Тем не менее, исходя из признанной в настоящее время монофилетической теории происхождения новых вариантов вируса [14], обнаруженные в Российской Федерации субварианты BA.4 и BA.5 — завозные; вероятность того, что возбудитель COVID-19 независимо возник на территории России, крайне мала.

В конце июня 2022 г. подавляющее большинство новых случаев заражения в России (более 95%) приходилось на вариант BA.2 — «стелс-омикрон» [15]. Одной из характерных особенностей варианта «омикрон» и всех его сублиний является большое количество аминокислотных замен в S-белке по сравнению с исходным уханьским вариантом вируса SARS-CoV-2.

Важной особенностью субвариантов BA.4 и BA.5 является мутация F486V. Замена аминокислоты происходит в позиции, близкой к месту связывания S-белка с рецептором ангиотензинпревращающего фермента 2 типа (ACE2). Следствием данной замены является снижение уровня нейтрализации вируса антителами и, следовательно, ослабление иммунитета, сформированного после вакцинации или ранее перенесенного заболевания. Другой отличительной аминокислотной заменой, общей для субвариантов BA.4 и BA.5, является замена L452R, впервые выявленная у варианта «дельта». Данная замена также облегчает связывание с рецептором ACE2¹⁰.

Основным различием между вариантом «омикрон» (B.1.1.529) и линией BA.2 заключается в том, что у последней в S-белке отсутствует делеция Δ69-70. У субвариантов BA.4 и BA.5 произошла обратная мутация, что сделало их более похожими на первоначальный уханьский штамм.

Субварианты BA.4 и BA.5 вируса SARS-CoV-2 обладают более высокой способностью преодолевать специфический иммунитет, приобретенный в результате вакцинации или ранее перенесенного заболевания, по сравнению с вариантом «омикрон» и его сублинией BA.2 [16]. Вместе с тем для данных вариантов не отмечена более высокая вирулентность по сравнению с вариантом «омикрон»¹¹. Место новых сублиний на филогенетическом древе вируса SARS-CoV-2 представлено на рисунке 1.

На основании данных, полученных в ходе предыдущих подъемов заболеваемости COVID-19 в Российской Федерации, были спрогнозированы количественные значения следующих показателей шестого подъема заболеваемости:

⁷ Стопкоронавирус.рф. Официальная информация о коронавирусе в России. <https://stopkoronavirus.rf/news/20220224-0801.html>

⁸ Стопкоронавирус.рф. Официальная информация о коронавирусе в России. <https://stopkoronavirus.rf/news/20220403-1300.html>

⁹ https://www.sciencesetavenir.fr/sante/variant-ba-5-apres-le-portugal-les-autres-pays-europeens-vont-connaître-leur-sixième-vague_163686

¹⁰ Rambaut A., Loman N., Pybus O., et al. Preliminary genomic characterisation of an emergent SARS-CoV-2 lineage in the UK defined by a novel set of spike mutations. <https://virological.org/t/preliminary-genomic-characterisation-of-an-emergent-sars-cov-2-lineage-in-the-uk-defined-by-a-novel-set-of-spike-mutations/563>

¹¹ Стопкоронавирус.рф. Официальная информация о коронавирусе в России. <https://xn--80aesfpebagmfbcl0a.xn--p1ai/news/20220716-1506.html>

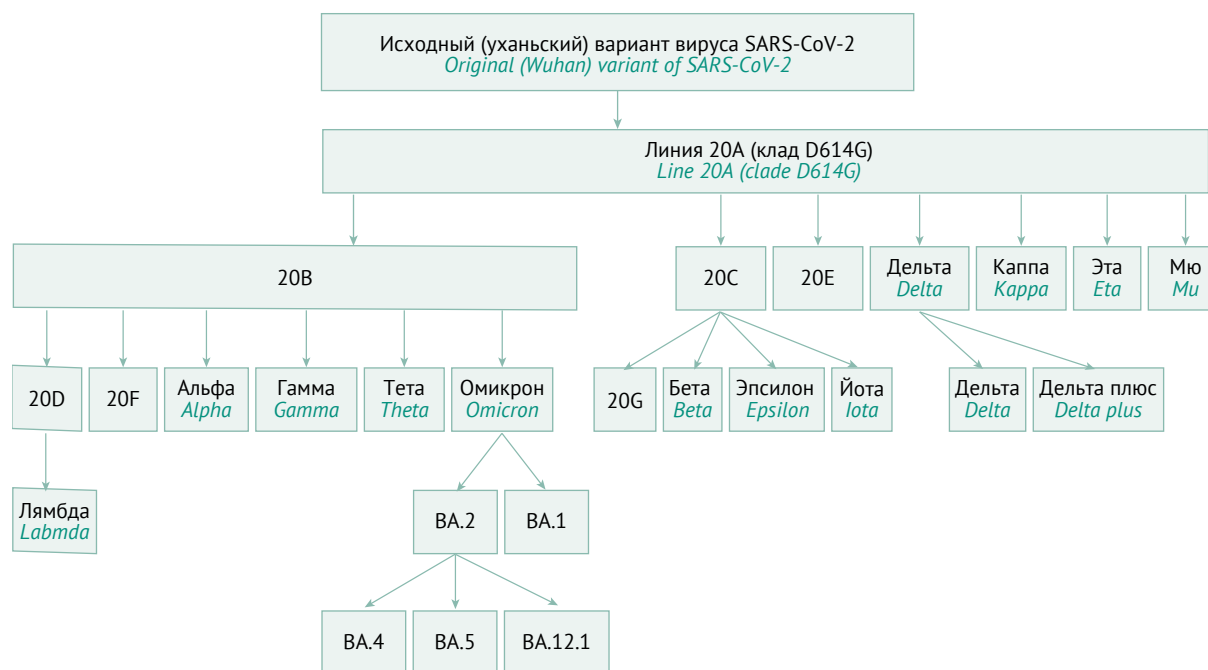


Рис. 1. Положение новых линий возбудителя COVID-19 на филогенетическом древе вируса SARS-CoV-2.

Fig. 1. Positions of new SARS-CoV-2 lines in the virus phylogenetic tree.

- продолжительность около 55 сут, при этом фаза стабилизации с большой долей вероятности не наступит;
- общее количество заболевших в ходе данного подъема заболеваемости – около 1 млн человек;
- общее количество летальных случаев – не более 4 тыс. человек;
- летальность среди заболевших – не более 0,4%.

При оценке вероятности возникновения новых подъемов заболеваемости COVID-19 в Российской Федерации следует рассматривать следующие факторы: сезонный фактор; возможность распространения новых вариантов вируса SARS-CoV-2, характеризующихся повышенной заразностью – в качестве биологического фактора; уровень коллективного иммунитета и повышение интенсивности социальных контактов в условиях отмены ряда противоэпидемических ограничений – в качестве социальных факторов.

Так, в качестве аргументов в пользу возможности возникновения нового подъема заболеваемости осенью 2022 г. рассмотрены следующие факторы.

- Возникающие в этот период в течение последних двух лет подъемы заболеваемости

COVID-19, связанные не только с холодной погодой, но и с повышением интенсивности социальных контактов (возвращение из отпусков, окончание школьных каникул) [17]. В этом году сезонное повышение интенсивности социальных контактов будет проходить в условиях отмены ряда противоэпидемических мероприятий, в частности масочного режима.

- Снижение уровня коллективного иммунитета. Максимальное значение данного показателя в Российской Федерации – 64,1% зарегистрировано 26.01.2022; с тех пор происходит его снижение, составляющее в последнее время 2,5–3,1% в неделю¹². Для достижения показателя коллективного иммунитета, реально способного препятствовать распространению заболевания, необходимо было вернуть темпы вакцинации населения к максимальным показателям – 450–500 тыс. человек в сутки, что в 10–12 раз выше показателей на начало лета 2022 г.¹³
- Продолжающееся спонтанное появление вариантов вируса SARS-CoV-2, характеризующихся повышенным уровнем заразности по сравнению с вариантами возбудителя COVID-19, отнесенными ВОЗ к группе

¹² <https://gogov.ru/covid-v-stats/russia#data>

Стопкоронавирус.рф. Официальная информация о коронавирусе в России. <https://стопкоронавирус.рф/news/20220204-1600.html>

¹³ <https://library.mededtech.ru/rest/documents/vmr11/>

«вызывающих опасение»¹⁴ [18], и повышенная способность этих вариантов вызывать заболевание у вакцинированных и ранее переболевших [19, 20].

Совокупность биологических, социальных и природных факторов позволяет рассмотреть возможные сценарии развития нового подъема заболеваемости COVID-19 в Российской Федерации.

Оптимистический сценарий предусматривает распространение в России высокозаразного, но не более вирулентного, чем «стелс-омикрон», варианта вируса SARS-CoV-2, представляющего угрозу главным образом для групп риска. Однако даже при оптимистическом сценарии, при отсутствии резкого роста числа госпитализаций, нагрузка на систему здравоохранения усилится.

При промежуточном сценарии новый эпидемический подъем заболеваемости по масштабам будет сопоставим с четвертым подъемом заболеваемости COVID-19. В этом случае вероятно возвращение противоэпидемических мер (масочный режим в общественных местах, ограничение массовых мероприятий). Нагрузка на систему здравоохранения будет сопоставима с таковой для конца 2021 г. — начала 2022 г.

Пессимистический вариант предусматривает распространение гипотетического варианта вируса SARS-CoV-2, характеризующегося заразностью варианта «омикрон» и вирулентностью варианта «дельта». В этом случае необходимо возобновление массовой вакцинации (хотя бы для того, чтобы снизить тяжесть заболевания у инфицированных). При данном сценарии нагрузка на систему здравоохранения является максимальной. При пессимистическом сценарии следует ожидать продления жестких антиковидных ограничений как минимум до середины весны 2023 г.

Вследствие преобладающего распространения в настоящее время в мире вариантов вируса SARS-CoV-2 с пониженной вирулентностью

наиболее вероятным является оптимистический вариант. Согласно прогнозу, сделанному нами летом 2022 г. после возникновения шестого подъема заболеваемости, в конце года в России начнется очередной подъем заболеваемости COVID-19, который не будет иметь значительных негативных последствий для здравоохранения.

Заключение

Для COVID-19 при распространении заболевания в определенном регионе установлен волнообразный характер, включающий периоды подъемов и спадов заболеваемости.

Возникновению новых подъемов заболеваемости способствуют биологические факторы, в частности распространение новых вариантов вируса SARS-CoV-2, характеризующихся повышенной заразностью, социальные факторы (снижение уровня коллективного иммунитета и повышение интенсивности социальных контактов в условиях отмены ряда противоэпидемических ограничений) и природные факторы, связанные с повышенной трансмиссией возбудителя SARS-CoV-2 в осенне-зимний период.

Распространение новых геновариантов вируса SARS-CoV-2 имеет особо важное значение. Так, возникновение в Российской Федерации третьего, пятого и шестого подъема заболеваемости COVID-19 связано с распространением новых разновидностей вируса SARS-CoV-2 (вариантов «дельта», «омикрон» и его разновидностей соответственно).

Анализ эпидемиологической ситуации по COVID-19 в мире к середине 2022 г. позволил высказать предположение, что новый подъем заболеваемости COVID-19 в Российской Федерации осенью-зимой 2022 г. пройдет по так называемому оптимистическому сценарию, предполагающему распространение высококонтагиозного варианта вируса SARS-CoV-2 с пониженной вирулентностью, представляющего угрозу главным образом для групп риска.

Литература/References

1. Акимкин ВГ, Попова АЮ, Плоскирева АА, Углева СВ, Семененко ТА, Пшеничная НЮ и др. COVID-19: эволюция пандемии в России. Сообщение I: проявления эпидемического процесса COVID-19. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 2022;99(3):269–86. [Akimkin VG, Popova AY, Ploskireva AA, Ugleva SV, Semenenko TA, Pshenichnaya NYu, et al. COVID-19: the evolution of the pandemic in Russia. Report I: manifestations of the COVID-19 epidemic process. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunologii* = *Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology*. 2022;99(3):269–86. (In Russ.)] <https://doi.org/10.36233/0372-9311-276>
2. Britton T, Ball F, Trapman P. A mathematical model reveals the influence of population heterogeneity on herd immunity to SARS-CoV-2. *Science*. 2020;369(6505):846–9. <https://doi.org/10.1126/science.abc6810>
3. Li Q, Guan X, Wu P, Wang X, Zhou L, Tong Y, et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected pneumonia. *N Engl J Med*.

¹⁴ Tracking SARS-CoV-2 variants. WHO. <https://www.who.int/activities/tracking-SARS-CoV-2-variants>

- 2020;382(13):1199–207. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001316>
4. Riou J, Althaus CL. Pattern of early human-to-human transmission of Wuhan 2019 novel coronavirus (2019-nCoV), December 2019 to January 2020. *Euro Surveill.* 2020;25(4):2000058. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.4.2000058>
 5. Wu JT, Leung K, Bushman M, Kishore N, Niehus R, de Salazar PM, et al. Estimating clinical severity of COVID-19 from the transmission dynamics in Wuhan, China. *Nat Med.* 2020;26(4):506–10. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0822-7>
 6. Акимкин ВГ, Попова АЮ, Хафизов КФ, Дубоделов ДВ, Углева СВ, Семененко ТА и др. COVID-19: эволюция пандемии в России. Сообщение II: динамика циркуляции геновариантов вируса SARS-CoV-2. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии.* 2022;99(4):381–96. [Akimkin VG, Popova AYU, Khafizov KF, Dubodelov DV, Ugleva SV, Semenenko TA, et al. COVID-19: evolution of the pandemic in Russia. Report II: dynamics of the circulation of SARS-CoV-2 genetic variants. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii = Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology.* 2022;99(4):381–96 (In Russ.)] <https://doi.org/10.36233/0372-9311-295>
 7. Singanayagam A, Hakki S, Dunning J, Madon KJ, Crone MA, Koycheva A, et al. Community transmission and viral load kinetics of the SARS-CoV-2 delta (B.1.617.2) variant in vaccinated and unvaccinated individuals in the UK: a prospective, longitudinal, cohort study. *Lancet Infect Dis.* 2022;22(2):183–95. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(21\)00648-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(21)00648-4)
 8. Стародубов ВИ, Береговых ВВ, Акимкин ВГ, Семененко ТА, Углева СВ, Авдеев СН и др. COVID-19 в России: эволюция взглядов на пандемию (часть 1). *Вестник РАМН.* 2022;77(3):199–207. [Starodubov VI, Beregovykh VV, Akimkin VG, Semenenko TA, Ugleva SV, Avdeev SN, et al. COVID-19 in Russia: evolution of views on the pandemic. Report I. *Vestnik RAMN = Annals of the Russian Academy of Medical Sciences.* 2022;77(3):199–207 (In Russ.)] <https://doi.org/10.15690/vramn2118>
 9. Стародубов ВИ, Береговых ВВ, Акимкин ВГ, Семененко ТА, Углева СВ, Авдеев СН и др. COVID-19 в России: эволюция взглядов на пандемию. Сообщение 2. *Вестник РАМН.* 2022;77(4):291–306. [Starodubov VI, Beregovykh VV, Akimkin VG, Semenenko TA, Ugleva SV, Avdeev SN, et al. COVID-19 in Russia: Evolution of views on the pandemic. Report II. *Vestnik RAMN = Annals of the Russian Academy of Medical Sciences.* 2022;77(4):291–306 (In Russ.)] <https://doi.org/10.15690/vramn2122>
 10. Gazit S, Shlezinger R, Perez G, Lotan R, Peretz A, Ben-Tov A, et al. Comparing SARS-CoV-2 natural immunity to vaccine-induced immunity: reinfections versus breakthrough infections. *medRxiv.* 2021. <https://doi.org/10.1101/2021.08.24.21262415>
 11. Акимкин ВГ, Семененко ТА, Углева СВ, Дубоделов ДВ, Кузин СН, Яцышина СБ и др. COVID-19 в России: эпидемиология и молекулярно-генетический мониторинг. *Вестник РАМН.* 2022;77(4):254–
 60. [Akimkin VG, Semenenko TA, Ugleva SV, Dubodelov DV, Kuzin SN, Yacyshina SB, et al. COVID-19 in Russia: epidemiology and molecular genetic monitoring. *Vestnik RAMN = Annals of the Russian Academy of Medical Sciences.* 2022;77(4):254–60 (In Russ.)] <https://doi.org/10.15690/vramn2121>
 12. Брико НИ, Покровский ВИ, ред. *Эпидемиология: учебник.* М.: ГЭОТАР-Медиа; 2015. [Briko NI, Pokrovsky VI, eds. *Epidemiology: textbook.* Moscow: GEOTAR-Media; 2015 (In Russ.)]
 13. Wei C, Shan KJ, Wang W, Zhang S, Huan Q, Qian W. Evidence for a mouse origin of the SARS-CoV-2 Omicron variant. *J Genet Genomics.* 2021;48(12):1111–21. <https://doi.org/10.1016/j.jgg.2021.12.003>
 14. Генералов ИИ, ред. *Медицинская вирусология: учебное пособие.* Витебск: ВГМУ; 2017. [Generalov II, ed. *Medical Virology: textbook.* Vitebsk: VSMU; 2017 (In Russ.)]
 15. Семененко ТА, Акимкин ВГ, Бурцева ЕИ, Ноздрачева АВ, Симонова ЕГ, Тутельян АВ и др. Особенности эпидемической ситуации по острым респираторным вирусным инфекциям с учетом пандемического распространения COVID-19. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика.* 2022;21(4):4–15. [Semenenko TA, Akimkin VG, Burtseva EI, Nozdracheva AV, Simonova EG, Tutelyan AV, et al. Characteristics of the epidemic situation associated with acute respiratory viral infections in the Russian Federation during the pandemic spread of COVID-19. *Epidemiologiya i vaktsinoprofilaktika = Epidemiology and Vaccinal Prevention.* 2022;21(4):4–15 (In Russ.)] <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2022-21-4-4-15>
 16. Gruell H, Vanshylla K, Tober-Lau P, Hillus D, Sander LE, Kurth F, Klein F. Neutralisation sensitivity of the SARS-CoV-2 omicron BA.2.75 sublineage. *Lancet Infect Dis.* 2022;22(10):1422–23. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(22\)00580-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(22)00580-1)
 17. Акимкин ВГ, Давидова НГ, Углева СВ, Понежева ЖБ, Шабалина СВ. Формирование очагов COVID-19 в закрытых коллективах. *Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы.* 2022.12(2):55–9. [Akimkin VG, Davidova NG, Ugleva SV, Ponezheva ZB, Shabalina SV. Formation of COVID-19 foci in closed collectives. *Epidemiologiya i infektsionnye bolezni. Aktualnye voprosy = Epidemiology and Infectious Diseases. Current Items.* 2022.12(2):55–9 (In Russ.)] <https://dx.doi.org/10.18565/epidem.2022.12.2.55-9>
 18. Campbell F, Archer B, Laurenson-Schafer H, Jinnai Y, Konings F, Batra N, et al. Increased transmissibility and global spread of SARS-CoV-2 variants of concern as at June 2021. *Euro Surveill.* 2021;26(24):2100509. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2021.26.24.2100509>
 19. Shahhosseini N, Babuadze GG, Wong G, Kobinger GP. Mutation signatures and *in silico* docking of novel SARS-CoV-2 variants of concern. *Microorganisms.* 2021;9(5):926. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9050926>
 20. Cele S, Jackson L, Khoury DS, Khan K, Moyo-Gwete T, Tegally H, et al. SARS-CoV-2 Omicron has extensive but incomplete escape of Pfizer BNT162b2 elicited neutralization and requires ACE2 for infection. *Nature.* 2022;602:654–6. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04387-1>

Вклад авторов. *Т.Е. Сизикова* — анализ и обобщение данных литературы по заболеваемости COVID-19 в Российской Федерации, написание текста рукописи; *В.Н. Лебедев* — анализ биологических факторов, способствующих возникновению новых подъемов заболеваемости COVID-19 в Российской Федерации; *С.В. Борисевич* — обоснование концепции исследования, редактирование и переработка текста рукописи. **Благодарности.** Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. С.В. Борисевич является членом редколлегии журнала «БИОпрепараты. Профилактика, диагностика, лечение».

Authors' contributions. *T.E. Sizikova*—analysis and consolidation of literature data on COVID-19 morbidity in the Russian Federation, writing of the text of the manuscript; *V.N. Lebedev*—analysis of biologic factors contributing to new waves of COVID-19 in the Russian Federation; *S.V. Borisevich*—substantiation of the study concept; editing and revision of the text of the manuscript.

Acknowledgements. The study was performed without external funding.

Conflict of interest. S.V. Borisevich is a member of the Editorial Board of the *Biological Products. Prevention, Diagnosis, Treatment*.

Об авторах / Authors

Сизикова Татьяна Евгеньевна, канд. биол. наук.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1817-0126>

Лебедев Виталий Николаевич, д-р биол. наук, проф.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6552-4599>

Борисевич Сергей Владимирович, д-р биол. наук, проф., академик РАН. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6742-3919>

48cnii@mil.ru

Tatyana E. Sizikova, Cand. Sci. (Biol.). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1817-0126>

Vitaliy N. Lebedev, Dr. Sci. (Biol.), Professor. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6552-4599>

Sergey V. Borisevich, Dr. Sci. (Biol.), Professor, Academician of RAS. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6742-3919>

48cnii@mil.ru

Поступила 01.08.2022

После доработки 23.11.2022

Принята к публикации 07.12.2022

Received 1 August 2022

Revised 23 November 2022

Accepted 7 December 2022