

Сравнение первых трех волн пандемии COVID-19 в России (2020–2021 гг.)

Л. С. Карпова*, К. А. Столяров, Н. М. Поповцева, Т. П. Столярова, Д. М. Даниленко

ФГБУ «Научно-исследовательский институт гриппа им. А. А. Смородинцева»
Минздрава России, Санкт-Петербург

Резюме

Актуальность. Продолжающаяся в мире пандемия COVID-19, для которой характерно длительное волнообразное течение, требует углубленного изучения особенностей эпидемического процесса, включая влияние на него природно-климатических и социальных факторов. **Цель.** Сравнить интенсивность трех волн пандемии COVID-19 в России. Выявить особенности пандемии COVID-19 в целом по России, в федеральных округах и в различных возрастных группах населения. **Материалы и методы.** Использованы данные компьютерной информационной базы НИИ гриппа и сайта Стопкоронавирус.рф. **Результаты.** Построение графика недельной динамики COVID-19 позволило уточнить даты начала, пика и окончания каждой волны в мегаполисах, федеральных округах и среди населения РФ в целом. **Выводы.** В динамике заболеваемости COVID-19 населения РФ с марта 2020 г. по сентябрь 2021 г. выявлено три волны: I – весенне-летняя, II – осенне-зимняя, III – весенне-летняя. Все три волны начинались в мегаполисах, сначала в Москве, и распространялись по федеральным округам. Подъем заболеваемости по России в целом начинался и достигал пика в осенне-зимнюю волну позже, чем в весенне-летние волны (сразу после мегаполисов). Общая продолжительность эпидемии и периода развития ее в осенне-зимнюю волну были больше, чем в весенне-летние волны. Заболеваемость, госпитализация и смертность зависели от возраста и во все три волны были больше среди лиц старше 65 лет. Интенсивность COVID-19 в I весенне-летнюю волну была наименьшей. II осенне-зимняя волна была самой интенсивной по заболеваемости, частоте госпитализации и смертности во всех возрастных группах. III весенне-летняя волна по заболеваемости и госпитализации была менее интенсивной, чем II осенне-зимняя, но между показателями смертности во II и III волну достоверных отличий не установлено. Выявлены различия заболеваемости и смертности в федеральных округах и обратная корреляция между госпитализацией и летальными исходами.

Ключевые слова: три волны пандемии COVID-19 в РФ, заболеваемость, госпитализация и смертность

Конфликт интересов не заявлен.

Для цитирования: Карпова Л. С., Столяров К. А., Поповцева Н. М. и др. Сравнение первых трех волн пандемии COVID-19 в России (2020–2021 гг.). Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2022;21(2): 4–16. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2022-21-2-4-16>.

Comparison of the First Three Waves of the COVID-19 Pandemic in Russia in 2020–21

LS Karpova**, KA Stolyarov, NM Popovtseva, TP Stolyarova, DM Danilenko

The Federal State Budgetary Institution «Smorodintsev Research Influenza Institute» of Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saint-Petersburg, Russia

Abstract

Relevance. The ongoing COVID-19 pandemic in the world, which is characterized by a long undulating course, requires an in-depth study of the features of the epidemic process, including the influence of natural, climatic and social factors on it. **Aim.** Compare the intensity of three waves of the COVID-19 pandemic in Russia. To identify the features of the parameters of the COVID-19 pandemic in Russia in the age groups of the population and in the federal districts. **Materials and methods.** Data from the computer database of the Influenza Research Institute and the Stop-coronavirus website were used. **Results.** The construction of the weekly dynamics of COVID-19 made it possible to clarify the start, peak and end dates of each wave in megacities, federal districts and among the population of the Russia. **Conclusion.** In the dynamics of the incidence of COVID-19 in the population of the Russian Federation from March 2020 to September 2021, three waves were detected: I spring-summer wave, II autumn-winter, III spring-summer. All three waves started in megacities, first in Moscow, and spread across federal districts. The rise of morbidity in Russia as a whole began and peaked in the autumn-winter wave later than in the spring-summer waves (immediately after the megacities). The total

* Для переписки: Карпова Людмила Серафимовна, д. м. н., старший научный сотрудник, заведующая лабораторией ФГБУ «Научно-исследовательский институт гриппа имени А. А. Смородинцева» Минздрава России, 197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 15/17. +7 (812) 499-15-32, epidlab@influenza.spb.ru. ©Карпова Л. С. и др.

** For correspondence: Karpova Ludmila S., Dr. Sci. (Med.), senior researcher, head of laboratory, The Federal State Budgetary Institution «Smorodintsev Research Influenza Institute» of Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 15/17, prof. Popov street, Saint-Petersburg, 197376, Russia. +7 (812) 499-15-32, epidlab@influenza.spb.ru. ©Karpova LS, et al.

duration of the epidemic and the period of its development in the autumn-winter wave were longer than in the spring-summer waves. Morbidity, hospitalization and mortality depended on age, and in all three waves were higher among people over 65 years of age. The intensity of COVID-19 in the first spring-summer wave was the lowest. The II autumn-winter wave was the most intense in terms of morbidity, hospitalization rate and mortality in all age groups. The III spring-summer wave in terms of morbidity and hospitalization was less intensive, than the II autumn-winter wave, but there were no significant differences between the mortality rates in the II and III wave hospitalization and fatal outcomes were revealed.

Keywords: three waves of the COVID-19 pandemic in the Russian Federation, morbidity, hospitalization, mortality
No conflict of interest to declare.

For citation: Karpova LS, Stolyarov KA, Popovtseva NM, et al. Comparison of the first three waves of the COVID-19 pandemic in Russia in 2020-21. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2022;21(2): 4–16 (In Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2022-21-2-4-16>.

Введение

В начале пандемии COVID-19 стало очевидным, что эпидемический процесс этого заболевания, вызванного вирусом SARS-CoV-2, имеет свою специфику в различных странах мира [1,2]. На отдельных территориях России и в условиях мегаполиса также выявлены особенности эпидемического процесса COVID-19 [3–7].

Актуальность исследования обусловлена продолжающейся пандемией COVID-19 в мире, которая характеризуется длительным волнообразным течением и необходимостью дальнейшего изучения особенностей эпидемического процесса инфекции, а также влияния на него природно-климатических и социальных факторов.

Цели исследования – сравнить интенсивность трех волн пандемии COVID-19 в России (по показателям заболеваемости, госпитализации и смертности от COVID-19) в весенне-летний период 2020 г., осенне-зимний период 2020–2021 гг. и весенне-летний период 2021 г. Выявить особенности пандемии COVID-19 в России, в федеральных округах и возрастных группах населения.

Материалы и методы

Изучение новой коронавирусной инфекции проведено с использованием компьютерной информационной базы НИИ гриппа им. А. А. Смородинцева, Национального центра ВООЗ по гриппу, содержащей данные по заболеваемости, госпитализации и летальным исходам от COVID-19 населения в целом и по возрастным группам. Анализировались данные, поступившие в I волну (с марта по август 2020 г.) из 48 наблюдаемых городов, во II волну (с сентября 2020 г. по май 2021 г.) и III волну (с мая по август 2021 г.) – из 53 городов, расположенных в 8 федеральных округах и различных климатогеографических зонах РФ. Численность общего населения в наблюдаемых городах составила в I волну – 21 974 167 человек, в том числе взрослых (старше 15 лет) – 18 168 764 человека, во II волну – 29 507 248 человек, в том числе взрослых – 24 357 049 и в III волну – 30 886 372 человека, в том числе взрослых (старше 15 лет) – 25 472 699 человек.

Для изучения заболеваемости и смертности от COVID-19 населения Москвы, Санкт-Петербурга

и РФ в целом использовали данные сайта Стопкоронавирус.рф [8]. Численность общего населения РФ от 146 748 590 человек в I волну до 146 171 015 в III волну, городов Москвы – от 12 443 566 в I волну до 12 646 676 в III волну и Санкт-Петербурга – от 5 383 890 человек в I волну до 5 398 064 в III волну.

Рассчитаны абсолютные и интенсивные показатели недельной динамики заболеваемости (на 10 тыс.), госпитализации (на 10 тыс.), смертности (на 100 тыс. населения), показатели летальности (%) и суммарные показатели за каждую из трех волн. Началом подъема заболеваемости считали уровень заболеваемости, равный приблизительно 1,0 случай на 10 тыс. населения.

Статистическая обработка полученных результатов проведена в программе Excel с применением t-критерия Стьюдента, при значимости $P = 95\%$, и методом корреляционного анализа, коэффициент корреляции считали значимым при $P > 95\%$.

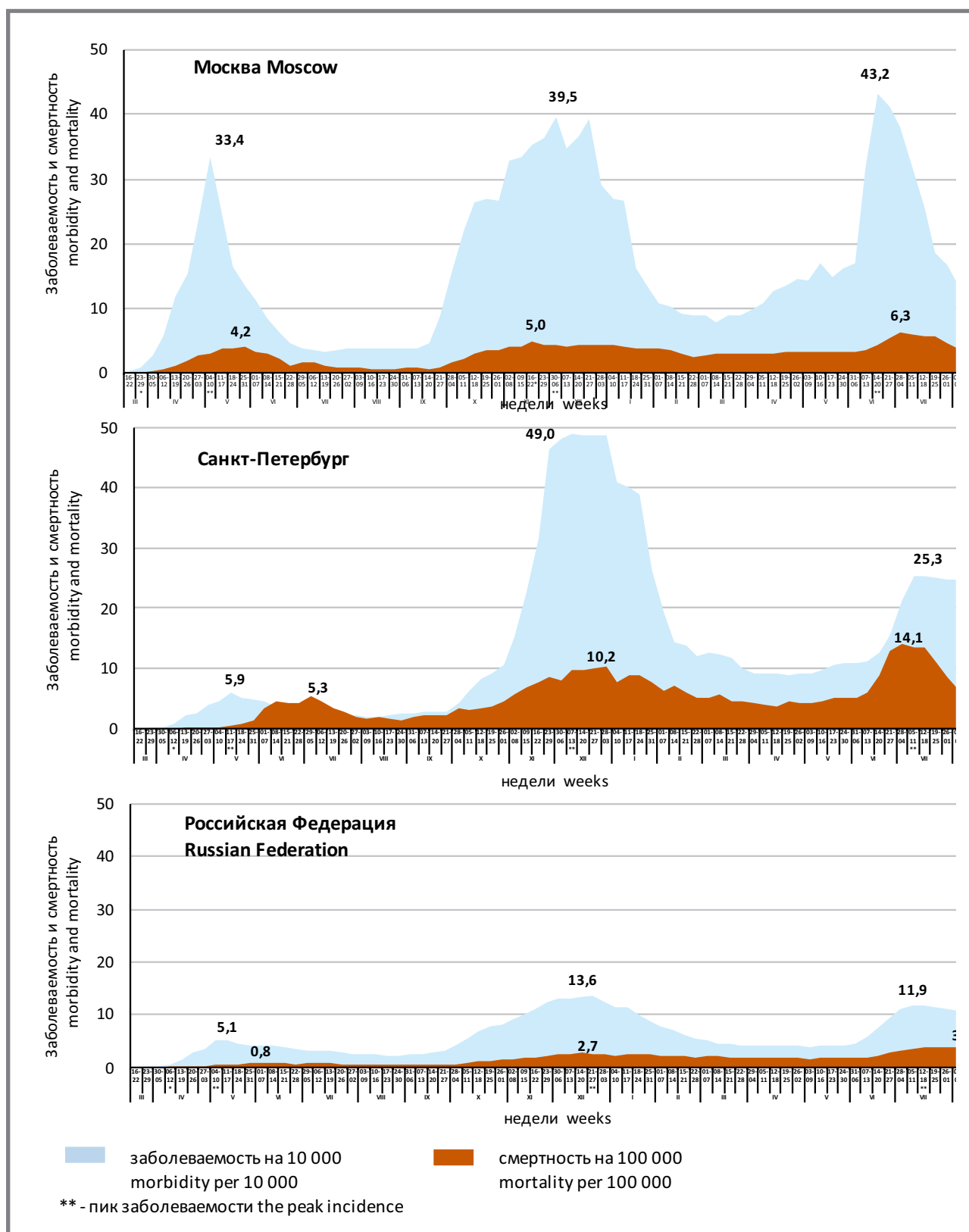
Результаты и обсуждение

Построение графика динамики недельной заболеваемости COVID-19 в Москве, Санкт-Петербурге и РФ в целом в 2020–2021 гг. позволило уточнить даты начала, пика и окончания каждой волны (рис. 1).

В Москве I весенне-летняя волна COVID-19 началась в неделю 23–29.03.20 г., резко нарастала до пика (33,4 на 10 тыс. населения) в неделю 04–10.05.20 г., снизилась до минимальной (3,3 на 10 тыс. населения) на неделе 13–19.07.20 г. Уже на следующей неделе 20–26.07.20 г. началась II осенне-зимняя волна и заболеваемость увеличивалась до пика (39,5 на 10 тыс. населения) на неделе 30.11–06.12.20 г., а затем снизилась до минимальной на неделе 08–14.03.21 г. На следующей неделе начался III весенне-летний подъем заболеваемости с пиком (43,2 на 10 тыс. населения) в неделю 14–20.06.21 г., а затем снижение до минимальной на неделе 23–29.08.21 г. В неделю 30.08–05.09.21 г. начался новый подъем заболеваемости. Пик заболеваемости в Москве в III весенне-летнюю волну был выше, чем в предыдущие. В Санкт-Петербурге I весенне-летняя волна началась 06–12.04.20 г., через неделю после Москвы, медленно нарастала до пика

Рисунок 1. Динамика заболеваемости и смертности от COVID-19 населения в Москве, Санкт-Петербурге и Российской Федерации (2020–2021 гг.)

Figure 1. Dynamics of morbidity and mortality from COVID-19 of the population in Moscow, St. Petersburg and the Russian Federation in 2020–2021



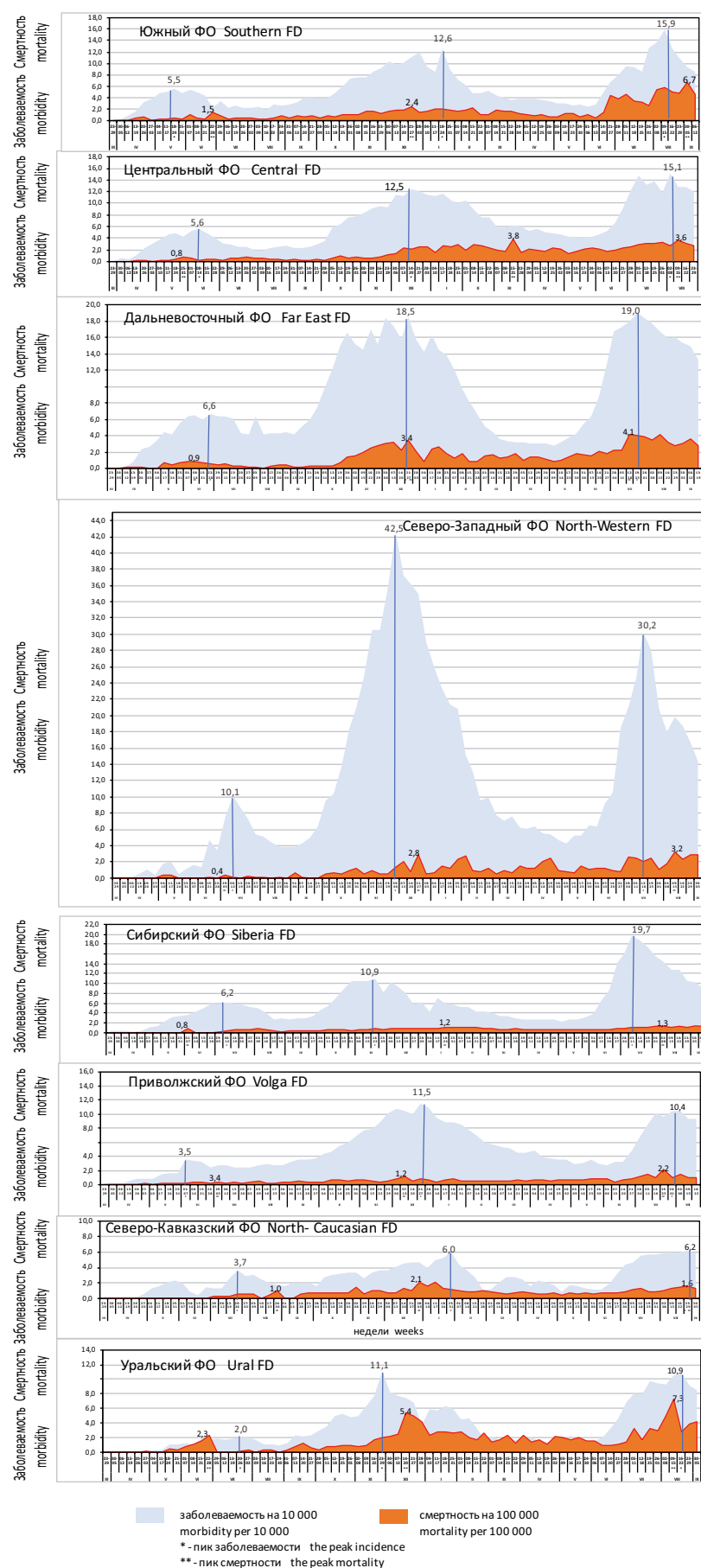
(5,9 на 10 тыс. населения) в неделю 11–17.05.20 г., затем снизилась до минимальной на неделю 03–09.08.20 г. Уже на следующей неделе начался II

осенне-зимний подъем заболеваемости с пиком (49,0 на 10 тыс. населения) на неделе 07–13.12.20 г., затем заболеваемость снизилась

Таблица 1. Распространение каждой из трех волн COVID-19 среди населения РФ в целом и городов Москва, Санкт-Петербург и в федеральных округах (2020–2021)
Table 1. The spread of each of three COVID-19 waves among the population of the Russian Federation as a whole and the cities of Moscow, St.-Petersburg and in the Federal Districts (2020–2021)

I волна/wave (весенне-летняя/spring-summer) 2020					II волна/wave (осенне-зимняя/autumn-winter) 2020-21					III волна/wave (весенне-летняя/spring-summer) 2021												
РФ РФ Russian Federation, Districts	Даты date		Продолжительность в неделях Duration in weeks			РФ РФ Russian Federation, Districts	даты date		Продолжительность в неделях Duration in weeks			РФ РФ Russian Federation, Districts	даты date			Продолжитель- ность в неделях Duration in weeks						
	начало begin.	пик peak	заб. morb.	см. mortal.	конец end		до пика before the peak	заб. morb.	см. mortal.	II волна wave	начало begin		пик peak	заб. morb.	см. mortal.	конец end	до пика before the peak	заб. morb.	III волна wave			
РФ Russ. Federation	06–12.04	04–25–31.05	24–30.08	5	8	21	РФ Russ. Federation	31.08–06.09	21–27.12	14–20.12	03–09.05	17	16	36	РФ Russ. Federation	10–16.05	12–18.07	09–15.08	06–12.09	10	14	18
Москва Moscow	23–29.03	04–25–31.05	13–19.07	7	10	17	Москва Moscow	20–26.07	30.11–06.12	16–22.11	08–14.03	20	18	34	Москва Moscow	15–21.03	14–20.06	28.06–04.07	23–29.08	14	16	24
СПб S.Petersburg	06–12.04	11–29.06–05.07	03–09.08	6	13	18	Волга Volga	27.07–02.08	21–27.12	07–13.12	31–06.06	22	20	45	СПб S.Petersburg	26.04–02.05	05–11.07	28.06–04.07	23–29.08	11	10	18
Юг South	06–12.04	18–22–24.05	10–16.08	7	12	19	СПб S.Petersburg	10–16.08	07–13.12	28.12–03.01	19–25.04	18	21	37	С/Занад N.–Western	10–16.05	12–18.07	09.08–15.08	30.08–05.09	10	17	17
Центр Central	13–19.04	08–25–31.05	03–09.08	9	7	17	Центр Central	10–16.08	14–20.12	15–21.03	10–16.05	19	32	40	Сибирь Siberian	10–16.05	05–11.07	02–08.08	06–12.09	9	13	18
Д/В Far Eastern	13–19.04	22–08–14.06	07–13.09	11	9	22	Юг South	17–23.08	18–24.01	21–27.12	31–06.06	23	19	42	Д/В Far Eastern	10–16.05	19–25.07	12–18.07	13–19.09	11	10	19
С/Занад N.–Western	20–26.04	06–29.06–05.07	31.08–06.09	12	11	20	Сибирь Siberian	24–30.08	16–22.11	18–24.01	03–09.05	13	22	37	С/Кавказ N.–Caucasus	10–16.05	23–29.08	23–29.08	30.08–05.09	16	16	17
Сибирь Siberian	27.04–03.05	06–12.07	17–23.08	13	6	17	Урал Ural	31.08–06.09	23–29.11	14–20.12	10–16.05	13	16	37	Центр Central	17–23.05	02–08.08	09–15.08	23–29.08	12	13	15
Волга Volga	27.04–03.05	01–29–05.07	20–26.07	6	10	15	С/К N.–Caucasus	07–13.09	25–31.01	28–03.01	03–09.05	21	17	35	Урал Ural	17–23.05	16–22.08	09–15.08	30.08–05.09	14	13	16
С/Кавказ N.–Caucasus	04–10.05	20–24–30.08	31–06.09	12	17	18	С/Занад N.–Western	07–13.09	30–06.12	21–27.12	03–09.05	13	16	35	Волга Volga	07–13.06	26.07–01.08	19–25.07	16–22.08	8	7	11
Урал Ural	18–24.05	20–22–28.06	24–30.08	10	6	15	Д/В Far Eastern	14–20.09	21–27.12	21–27.12	03–09.05	15	15	34	Юг South	07–13.06	09–15.08	30.08–05.09	06–12.09	10	13	14

Рисунок 2. Динамика заболеваемости и смертности COVID-19 населения в федеральных округах РФ (2020–2021 гг.)
Figure 2. Dynamics of the incidence and mortality of COVID-19 in the Federal districts RF (2020–2021)



до минимальной в неделю 19–25.04.21 г. Эта волна в Санкт-Петербурге продолжалась на 5 недель дольше, чем в Москве. С 26.04–02.05.21 г. начался III весенне-летний подъем заболеваемости до пика (25,3 на 10 тыс. населения) в неделю 05–11.07.21 г. При этом пик заболеваемости в III весенне-летнюю волну был ниже, чем в предыдущую осенне-зимнюю волну. Эта волна закончилась в неделю 23–29.08.21 г., с высокой заболеваемостью 14,7 на 10 тыс. населения, а со следующей недели начался новый осенний рост заболеваемости.

В РФ в целом I весенне-летняя волна началась в неделю 06–12.04.20 г., одновременно с Санкт-Петербургом, достигла пика (5,1 на 10 тыс. населения) в неделю 04–10.05.20 г. и постепенно снизилась до 2,3 на 10 тыс. населения в неделю 24–30.08.20 г. В неделю 31.08–06.09.20 г. начался II осенне-зимний подъем заболеваемости до пика (13,6 на 10 тыс. населения) в неделю 21–27.12.20 г., затем снижение до 3,9 на 10 тыс. населения в неделю 03–09.05.21 г. Уже в неделю 10–16.05.21 г. начался новый III весенне-летний подъем заболеваемости с пиком 11,9 на 10 тыс. населения в неделю 12–18.07.21, который закончился 06–12.09.21 г.

В Москве подъемы заболеваемости в каждую из трех волн начинались раньше, достигали пика и заканчивались раньше, чем в Санкт-Петербурге. Пики заболеваемости в I и III весенне-летние волны в Москве были выше, чем в Санкт-Петербурге (33,4 против 5,9 и 43,2 против 25,3 на 10 тыс. населения), а во II осенне-зимнюю волну ниже (39,5 против 49,0). В Санкт-Петербурге пики заболеваемости во II осенне-зимнюю и весенне-летнюю волны были в виде «плато» продолжительностью 5 недель, и в конце каждой из этих волн заболеваемость была выше, чем в Москве (9,0 против 7,8 и 14,7 против 8,0 на 10 тыс. населения). Показатели смертности на пике III весенне-летней волны были выше, чем на пике II осенне-зимней и в Москве (6,3 и 5,0 на 100 тыс. населения), и в Санкт-Петербурге (14,1 и 10,2 на 100 тыс. населения).

В Российской Федерации в целом показатель заболеваемости на пике III весенне-летней волны, как и в Санкт-Петербурге, был ниже, чем на пике осенне-зимней (11,9 против 13,6 на 10 тыс. населения), а смертность, как в Москве и Санкт-Петербурге, была самой высокой на пике III весенне-летней волны (0,8, 2,7 и 3,9 на 100 тыс. населения).

Последовательность распространения COVID-19 из достижения пика заболеваемости в каждую из трех волн по федеральным округам представлены в таблице 1 и на рисунке 2. Пути распространения COVID-19 по федеральным округам различались в каждую волну, но подъемы заболеваемости начинались в европейской части России (см. рис. 2, табл. 1). В Российской Федерации в целом подъем заболеваемости начался

в I весенне-летнюю волну сразу после Москвы, одновременно в Санкт-Петербурге и Южном ФО, во II осенне-зимнюю волну – значительно позже, после мегаполисов и федеральных округов (Приволжский, Центральный, Южный, Сибирский ФО), одновременно с Уральским ФО, и в III весенне-летнюю волну – сразу после мегаполисов, одновременно с федеральными округами (Северо-Западный, Сибирский, Дальневосточный и Северо-Кавказский).

Таким образом, все три волны COVID-19 начинались в мегаполисах, в Москве, затем в Санкт-Петербурге и дальше распространялись по федеральным округам. Исключение составил Приволжский ФО, где во II волну подъем заболеваемости начался на следующей неделе после Москвы, и только потом в Санкт-Петербурге. И в более ранних работах отмечено, что в России пандемия COVID-19 в 2020 г. началась в Москве [9,10].

Пик заболеваемости по Российской Федерации в целом наступил в I весенне-летнюю волну одновременно с пиком в Москве и раньше, чем в федеральных округах и в III весенне-летнюю волну сразу после мегаполисов и Сибирского ФО, а во II осенне-зимнюю волну значительно позже, чем в мегаполисах и федеральных округах, то есть в осенне-зимнюю волну позже, чем в весенне-летние волны, возможно, это обусловлено меньшей миграцией населения в зимний период.

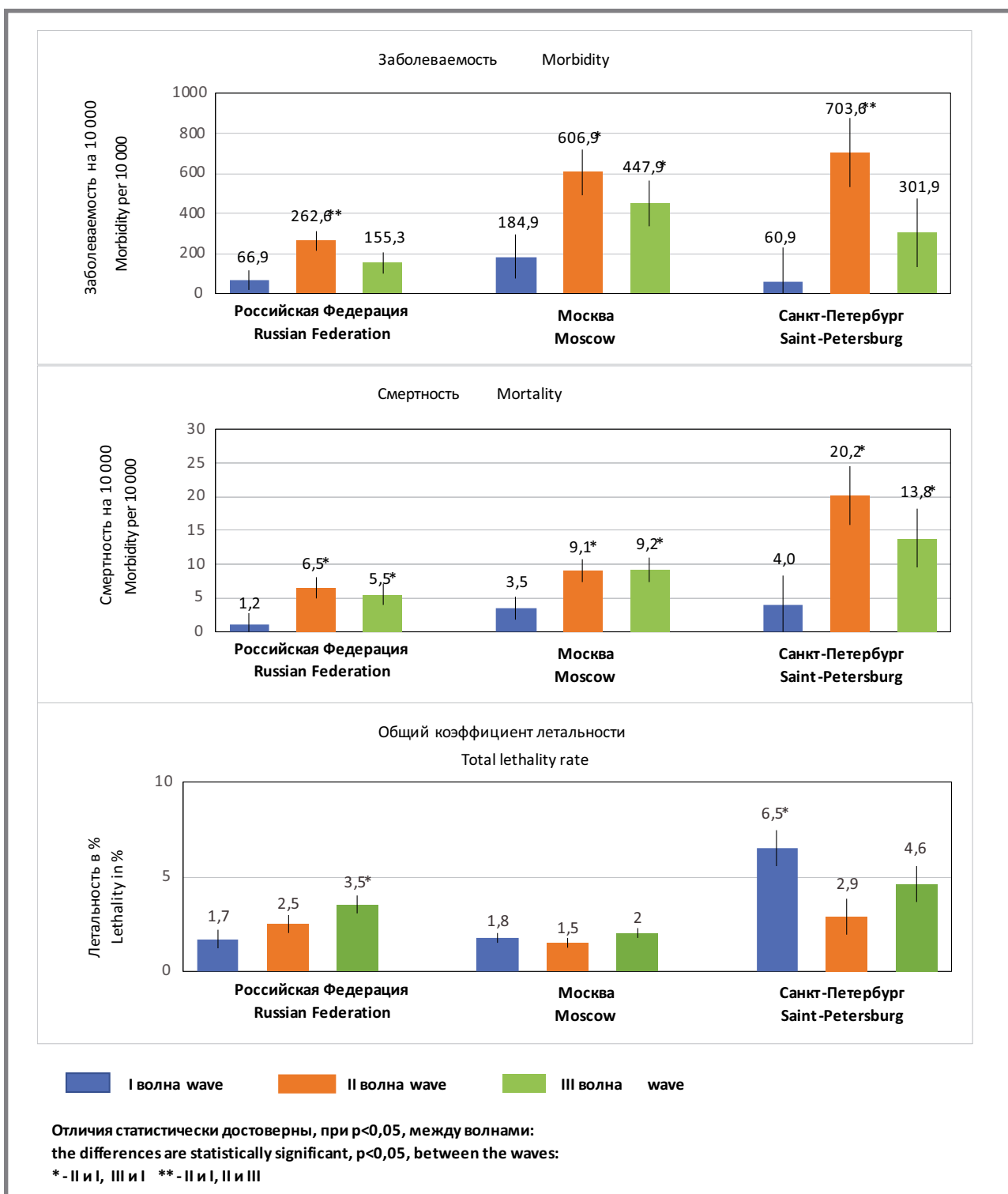
После окончания каждой волны в Российской Федерации в целом, в отдельных федеральных округах наблюдали ее продолжение: весенне-летних волн – в течение одной недели (в I волну в Северо-Западном и Северо-Кавказском ФО, в III волну в Дальневосточном ФО), а осенне-зимней волны – в течение одной недели (в Центральном и Уральском ФО) и 4 недели (в Приволжском и Южном ФО), то есть в этих округах дольше наблюдали продолжение осенне-зимней волны, возможно, это связано с сезонной миграцией населения в эти округа.

Период развития эпидемии, т.е. продолжительность подъема заболеваемости до пика, по России в целом в осенне-зимнюю волну был больше, чем в летние волны (17 недель против 5 и 10 недель). В мегаполисах и федеральных округах периоды развития эпидемии в I и III весенне-летние волны были примерно одинаковыми (от 6 до 13 недель и от 8 до 16 недель), а во II осенне-зимнюю волну, по сравнению с летними, были больше (от 13 до 23 недель) в 1,4–2,2 раза.

Продолжительность подъема уровня смертности до пика ее по России в целом была больше в осенне-зимнюю волну, чем в I весенне-летнюю волну 2020 г. (16 против 8 недель), но почти не отличалась от III весенне-летней волны (16 против 14 недель). В мегаполисах и федеральных округах продолжительность подъема уровня смертности была больше тоже в осенне-зимнюю волну, чем

Рисунок 3. Заболеваемость, смертность и летальность населения России, Москвы и Санкт-Петербурга в каждой из трех волн COVID-19 (2020–2021 гг.)

Figure 3. Morbidity, mortality and lethality of the population Russia, Moscow and St. Petersburg in in each of the three COVID-19 waves (2020–2021)



в весенне-летние волны (от 15 до 32 недель против от 6 и 7 недель до 17 недель).

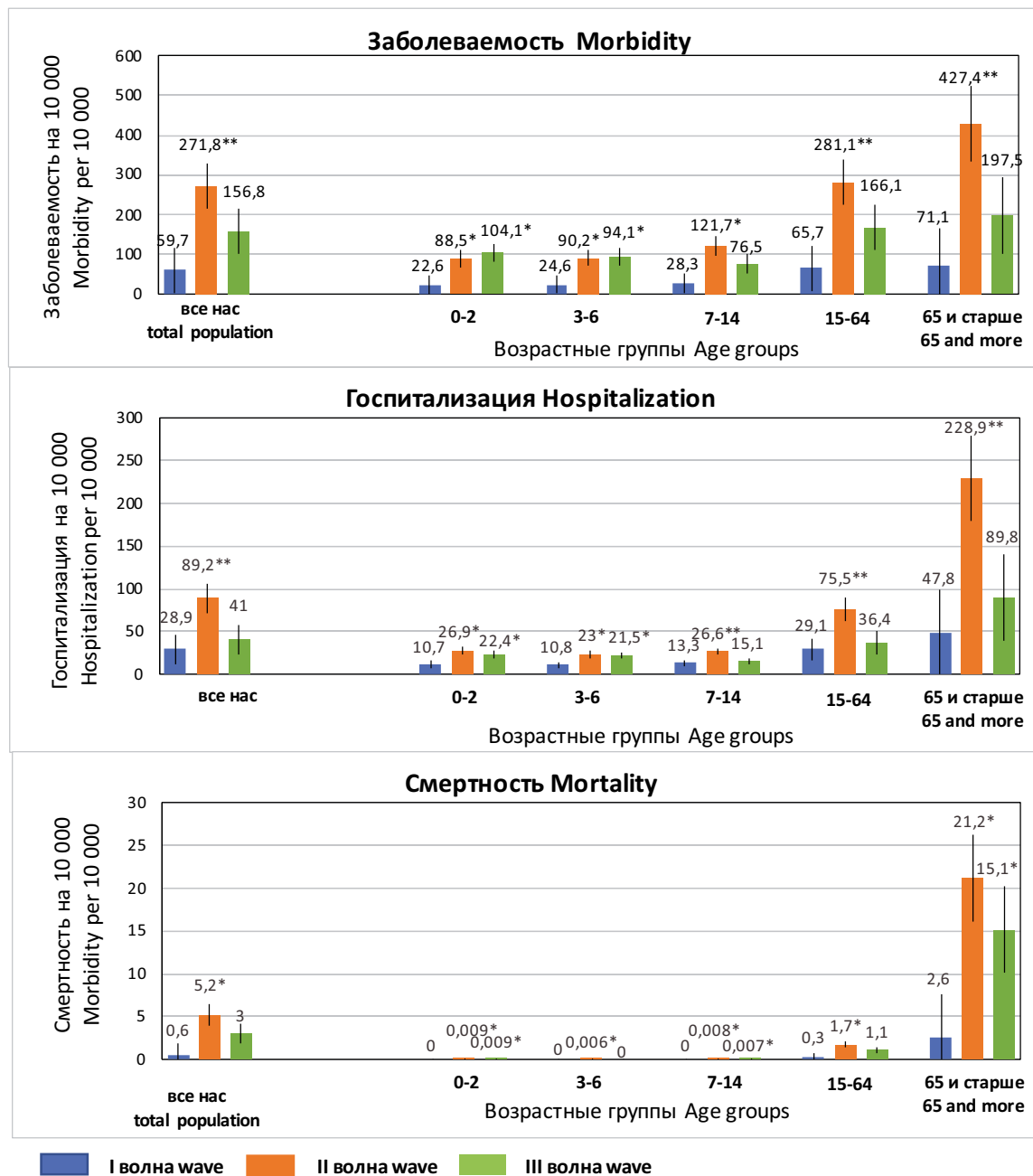
В некоторых федеральных округах пик показателя смертности наступал после пика заболеваемости (в I волну – по России в целом, в Москве и Санкт-Петербурге), или до пика заболеваемости и редко эти пики совпадали

(во II волну – в Дальневосточном ФО и в III волну – в Северо-Кавказском). Возможно, это связано с очередностью вовлечения в эпидемию возрастных групп населения с различными показателями смертности.

Общая продолжительность эпидемии в мегаполисах и федеральных округах была больше

Рисунок 4. Сравнение заболеваемости, госпитализации и смертности в возрастных группах населения наблюдаемых городов в каждую из трех волн COVID-19 (2020–2021 гг.)

Figure 4. Comparison of morbidity, hospitalization and mortality in the age groups of the population of the observed cities in each of the three waves of COVID-19 (2020–2021)



Отличия статистически достоверны, при $p < 0,05$, между волнами:

the differences are statistically significant, $p < 0,05$, between the waves:

* - II и I, III и I ** - II и I, II и III

в осенне-зимнюю волну, чем в весенне-летние (от 34 до 45 недель против 15–22 недель и 11–24 недели), как и по России в целом (36 недель против 18 и 21).

На пике трех волн показатели заболеваемости оставались в тех же федеральных округах: максимальные – в Северо-Западном (10,1, 42,5 и 30,2 на 10 тыс. населения) и Дальневосточном ФО (6,6,

18,5 и 19,0 на 10 тыс. населения); а минимальные – в Северо-Кавказском ФО (3,7, 6,0 и 6,2 на 10 тыс. населения). Показатели смертности на пике и в конце волны были минимальными в I волну, увеличились во II волну и были максимальными в III волну по РФ в целом, в мегаполисах и в большинстве федеральных

округов, за исключением, Центрального и Северо-Кавказского ФО.

Каждая новая волна начиналась со следующей недели после снижения заболеваемости до минимальной. В мегаполисах и большинстве федеральных округов заболеваемость в конце каждой волны была больше, чем в начале, и следующая волна начиналась с уровня заболеваемости большего, чем предыдущая. Только в конце II осенне-зимней волны заболеваемость снизилась ниже начального уровня в Дальневосточном, Сибирском и Северо-Кавказском ФО.

Сравнение трех волн COVID-19 показало достоверно большую ($p < 0,05$) интенсивность II осенне-зимней волны, чем I весенне-летней, по заболеваемости и смертности в Москве (606,9 против 184,9 на 10 тыс. населения и 9,1 против 3,5 на 100 тыс. населения), в Санкт-Петербурге (703,6 против 60,9 на 10 тыс. населения и 20,2 против 4,0 на 100 тыс. населения) и в Российской Федерации (262,6 против 66,9 на 10 тыс. населения и 6,5 против 1,2 на 100 тыс. населения) (рис. 3). В III весенне-летнюю волну по сравнению с I весенне-летней, показатели заболеваемости и смертности в мегаполисах и по России в целом были больше. Однако статистически достоверными были отличия по заболеваемости (447,9 против 184,9 на 10 тыс. населения) и по смертности (9,2 против 3,5 на 100 тыс. населения) в Москве и только смертности – в Санкт-Петербурге (13,8 против 4,0 на 100 тыс. населения) и РФ (5,5 против 1,2 на 100 тыс. населения).

Заболеваемость во II осенне-зимнюю волну по сравнению с III весенне-летней была статистически достоверно больше в Российской Федерации в целом (262,6 против 155,3 на 10 тыс. населения) и в Санкт-Петербурге (703,6 против 301,9 на 10 тыс. населения), а в Москве только тенденция (606,9 против 447,9 на 10 тыс. населения, $p > 0,05$). Показатели смертности во II и III волну по России в целом и в мегаполисах достоверно не отличались.

Общий коэффициент летальности по РФ в целом во время всех трех волн нарастал (1,7%, 2,5% и 3,5%, $p < 0,05$), в Москве – был почти равным (2,0%, 1,8% и 1,5%), а в Санкт-Петербурге был выше в I весенне-летнюю волну (6,5%, 2,9% и 4,6%, $p < 0,05$), т.е. коэффициенты летальности в Санкт-Петербурге были выше, чем в Москве и Российской Федерации в целом во время всех трех волн. Это соответствует данным ранних исследований, где уже в I волну пандемии коэффициент летальности в Санкт-Петербурге был выше, чем в Москве (6,5% против 1,73%) [11,12].

Сравнение заболеваемости и уровня госпитализаций в разных возрастных группах населения в наблюдаемых городах по каждой из трех волн показал, что во II осенне-зимнюю волну, по сравнению с I весенне-летней, заболеваемость и уровень

госпитализаций статистически достоверно ($p < 0,05$) увеличились среди населения в целом (в 4,6 и 3,1 раза), в детских возрастных группах (в 3,7–4,3 и в 2–2,5 раза) и лиц в возрасте 15–64 лет (в 4,3 и 2,6 раза), и особенно, среди лиц старше 65 лет (в 6,0 и 4,8 раза) (рис. 4). Показатель смертности увеличился статистически достоверно в целом (в 8,7 раза), среди лиц в возрасте 15–64 года (в 5,7 раза) и 65 лет и старше (в 8,2 раза).

В III весенне-летнюю волну, по сравнению со II осенне-зимней, статистически достоверно уменьшились показатели заболеваемости и госпитализаций среди населения в целом и взрослых (от 1,7 до 2,2 раза и от 2,1 до 2,5 раза), среди детей 7–14 лет только тенденции снижения заболеваемости (в 1,6 раза) и достоверное снижение госпитализаций (в 1,8 раза). Среди детей 0–6 лет достоверных отличий в показателях заболеваемости и госпитализаций во II и III волны не выявлено. Показатели смертности уменьшились по населению в целом (в 1,7 раза) и среди взрослого населения, но достоверных отличий смертности в III волну не выявлено. Среди детей 0–2 лет показатель смертности остался таким же, а в возрасте 3–6 лет умерших не было. Возрастные отличия, и низкую заболеваемость и смертность у детей в начале пандемии отмечали и другие исследователи [13–16].

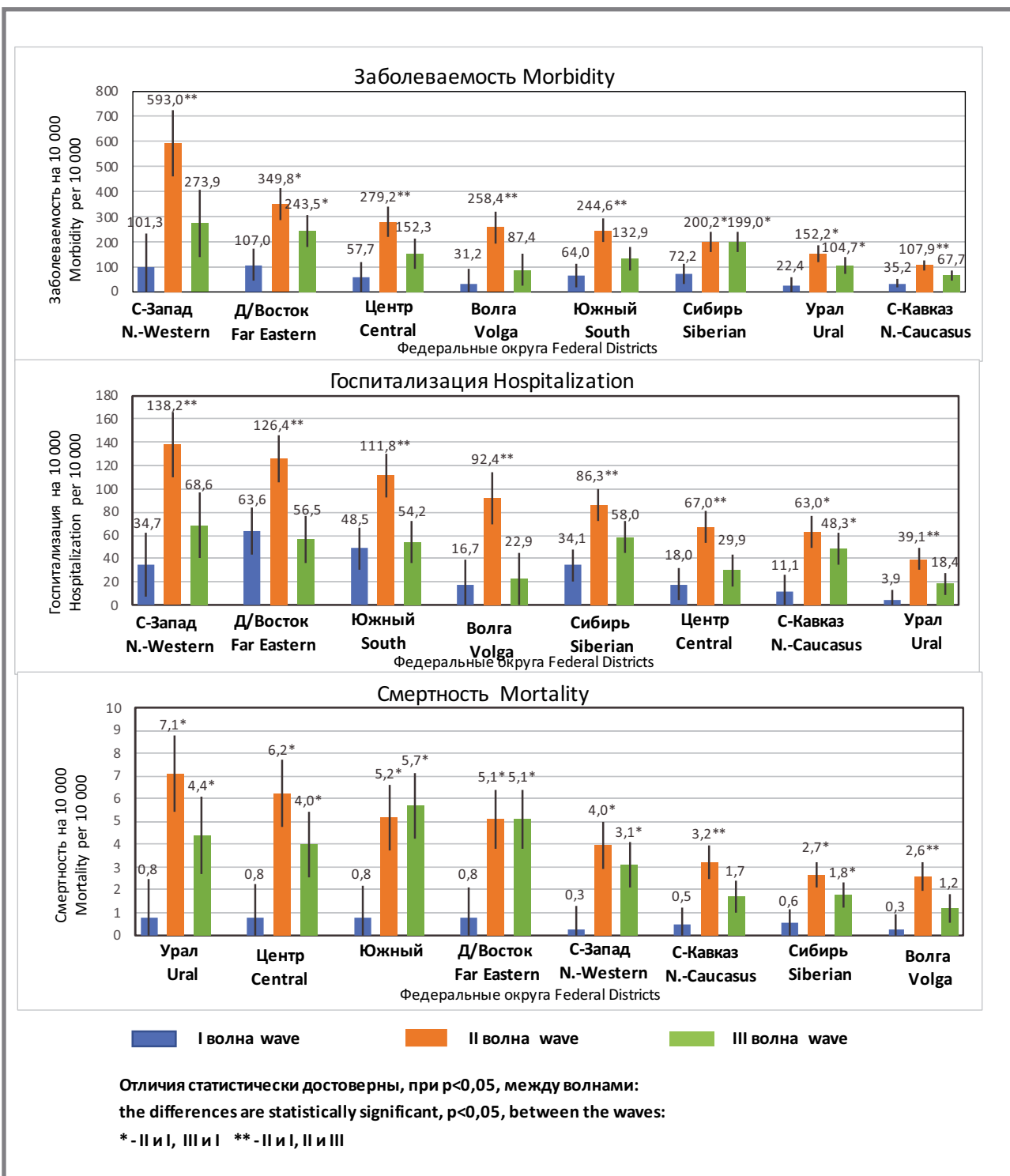
Таким образом, интенсивность COVID-19 в I весенне-летнюю волну была меньше, чем в последующие. II осенне-зимняя волна была самой интенсивной по заболеваемости, частоте госпитализаций и смертности среди населения в целом и в возрастных группах, особенно среди лиц старше 65 лет. А III весенне-летняя волна по заболеваемости и госпитализациям взрослого населения была менее интенсивной, чем II, но между показателями смертности во II осенне-зимнюю и III весенне-летнюю волну достоверных отличий не выявлено.

В большинстве федеральных округов показатели заболеваемости и госпитализаций во II осенне-зимнюю волну были статистически достоверно выше, чем в I, в III весенне-летнюю волну – выше, чем в I весенне-летнюю, но ниже, чем во II (рис. 5). Максимальные показатели заболеваемости и госпитализаций за период II волны отмечены в Северо-Западном (593,0 и 138,2 на 10 тыс. населения) и Дальневосточном ФО (349,8 и 126,4 на 10 тыс. населения). Показатели смертности в I весенне-летнюю волну были ниже, чем в две последующие; в III волну – ниже, чем во II, в большинстве округов, но достоверные отличия в показателях смертности в III и II волны отмечены только в Приволжском и Северо-Кавказском ФО.

В ФО, где регистрировалась в целом высокая заболеваемость населения, она была высокой и среди взрослых, и среди детей (рис. 6). Во II волну, по сравнению с I, отмечен подъем заболеваемости во всех возрастных группах и во всех федеральных округах ($p < 0,05$). В III

Рисунок 5. Сравнение заболеваемости, госпитализации и смертности в федеральных округах населения наблюдаемых городов в каждой из трех волн COVID-19 (2020–2021 гг.)

Figure 5. Comparison of morbidity, hospitalization and mortality in the Federal (2020–2021) Districts of the population of the observed cities in each of the three COVID-19 waves

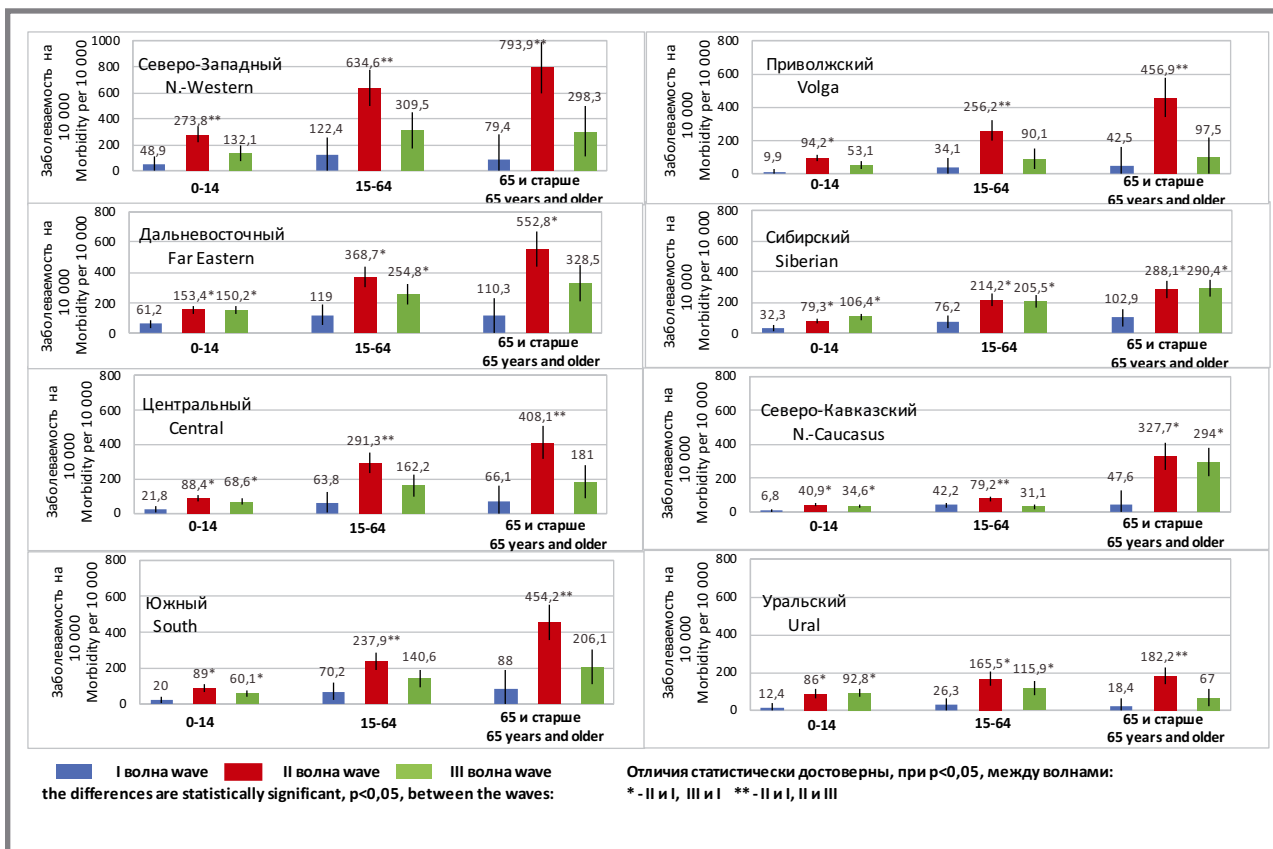


волну в федеральных округах с высокой заболеваемостью во II волну отмечено статистически достоверное снижение заболеваемости и среди взрослых и среди детей (в Северо-Западном ФО), в других округах – во всех возрастных группах взрослых (Центральный, Южный и Приволжский ФО) или только тенденция снижения заболеваемости у взрослых и детей (в Дальневосточном ФО,

$p > 0,05$). В III волну в округах с более низкой заболеваемостью во II волну выявлено статистически достоверное снижение заболеваемости только среди лиц старше 65 лет (в Уральском ФО), в возрастной группе 15–64 года (в Северо-Кавказском ФО) или даже тенденция роста заболеваемости у лиц старше 65 лет и детей 0–14 лет (в Сибирском ФО, $p > 0,05$) или только у детей (в Уральском ФО).

Рисунок 6. Заболеваемость Covid-19 в возрастных группах населения наблюдаемых городов по федеральным округам в каждую из трех волн

Figure 6. Incidence of Covid-19 in the age groups of the population of the observed cities by Federal Districts in each of the three waves



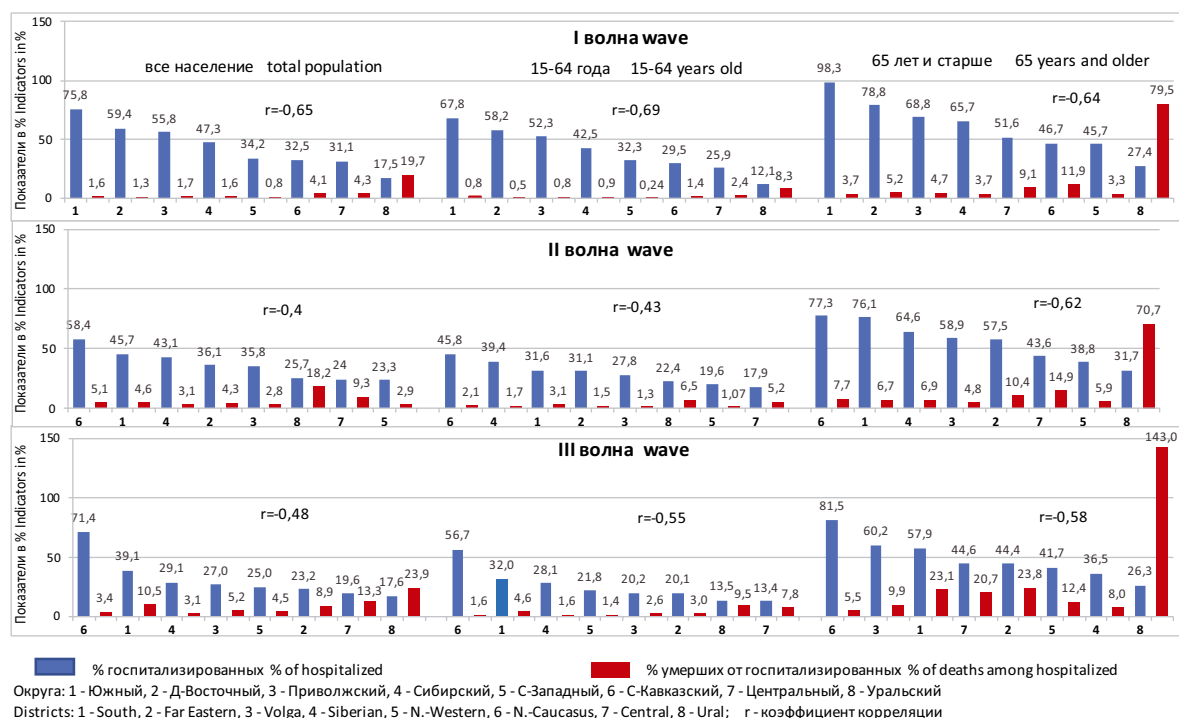
Сравнение процента госпитализаций от числа заболевших COVID-19 с летальностью (% умерших) выявило обратную корреляцию между ними, то есть, чем больше был процент госпитализированных среди заболевших, тем меньше был процент умерших (рис. 7). За 3 волны в среднем, выявлены коэффициенты обратной корреляции средней силы для населения в целом ($r = -0,57$), для лиц в возрасте 15–64 года ($r = -0,63$) и старше 65 лет ($r = -0,59$). Величина коэффициента обратной корреляции была достоверно выше среди лиц в возрасте 15–64 года, по сравнению с лицами старше 65 лет, в I волну ($r = -0,69$ и $r = -0,64$) и за три волны в среднем – $r = -0,63$ и $r = -0,59$, среди лиц старше 65 лет – только во II ($r = -0,62$ и $r = -0,43$). Коэффициент обратной корреляции между госпитализированными и летальностью в I весенне-летнюю волну был выше, чем во II и III волны для населения в целом ($r = -0,65$, против $r = -0,40$ и $r = -0,48$, при $p < 0,05$), что объясняется низкой заболеваемостью и высокой частотой госпитализации заболевших (до 75,8%) и низкой смертностью. Во II волну процент госпитализации был низким (до 58,4%) из-за высокой заболеваемости и недостаточности свободных мест в стационарах. В III весенне-летнюю волну увеличился процент госпитализаций заболевших, а смертность осталась высокой.

Особенности эпидемического процесса каждой из трех волн, прежде всего, характеризуются смертностью населения, определяемой биологическими свойствами циркулирующих штаммов коронавируса. Другие особенности эпидемического процесса могут быть обусловлены влиянием факторов сезонности. Например, большая интенсивность осенне-зимней волны, по показателям заболеваемости и госпитализаций населения в Российской Федерации в целом, федеральных округах и мегаполисах. В осенне-зимнюю волну подъем заболеваемости по РФ в целом начался позже (после мегаполисов и ряда федеральных округов), чем в весенне-летние (сразу после мегаполисов). Также в осенне-зимнюю волну были больше: период развития эпидемии (до пика), общая продолжительность эпидемии и продолжение её в отдельных округах после окончания по России в целом. Одним из механизмов сезонности является такой социальный фактор, как сезонная миграция населения. Природные механизмы сезонности пока неизвестны.

Заболеваемость в мегаполисах и в большинстве федеральных округов в конце каждой волны не снижалась до начального уровня, и не было, как при гриппе, межэпидемических периодов. Возможно, это связано с появлением нового штамма коронавируса еще до полного окончания

Рисунок 7. Частота госпитализации и летальность от COVID-19 среди госпитализированного населения по федеральным округам в каждую из трех волн

Figure 7. The frequency of hospitalization and mortality from COVID-19 among the hospitalized population according to Federal districts in each of the three waves



циркуляции предыдущего [17–19]. На примере других инфекций показана важность минимального уровня инфекционной заболеваемости, именно он статистически значимо определяет ее будущий рост или снижение [20].

Выводы

1. В динамике заболеваемости COVID-19 среди населения РФ в целом, в мегаполисах и федеральных округах с марта 2020 г. по сентябрь 2021 г. выявлено 3 волны: I весенне-летняя волна (2020 г.), II осенне-зимняя (2020–2021 гг.), III весенне-летняя (2021 г.).
2. Все 3 волны начинались в мегаполисах, сначала в Москве, Санкт-Петербурге и дальше распространялась по федеральным округам.
3. Подъем заболеваемости по Российской Федерации в целом начинался и достигал пика в осенне-зимнюю волну позже (после мегаполисов и ряда федеральных округов), чем в весенне-летние волны (сразу после мегаполисов).
4. Общая продолжительность эпидемии и её периода развития в осенне-зимнюю волну были больше, чем в весенне-летние волны в мегаполисах, федеральных округах и по России в целом (36 против 18 и 21 недели).
5. Заболеваемость, госпитализация и смертность увеличивались с возрастом. Во II осенне-зимнюю волну среди лиц старше 65 лет по сравнению с лицами в возрасте 15–64 года и 7–14 лет

различия были больше по заболеваемости в 1,5 раза и 3,5 раза, по госпитализациям – в 3 раза и 8,6 раза, по смертности – в 13,7 раза и 2650 раз. При сравнении с детьми до 7 лет отличия были еще больше.

6. Интенсивность I весенне-летней волны COVID-19 была меньше, чем последующих. II осенне-зимняя волна была самой интенсивной по заболеваемости, частоте госпитализаций и смертности среди населения в целом, особенно среди лиц старше 65 лет. А III весенне-летняя волна была менее интенсивной, чем II осенне-зимняя по заболеваемости и госпитализациям, но между показателями смертности во II и III волну достоверных отличий не выявлено.
7. Выявлены различия заболеваемости и смертности в федеральных округах. Показатели заболеваемости и госпитализации на пике и за каждую волну оставались в тех же округах: максимальные – в Северо-Западном и Дальневосточном, а минимальные – в Северо-Кавказском ФО. Показатели смертности были выше в Уральском, Центральном, Южном и Дальневосточном ФО.
8. Процент летальных исходов статистически достоверно был тем меньше, чем выше был процент госпитализированных от числа заболевших. Коэффициенты обратной корреляции средней силы определялись периодом наблюдения и возрастом заболевших (больше в I волну и среди лиц в возрасте 15–64 года).

Литература

1. Баврина А. П., Сперкин Н. В., Другова О. В., Карякин Н. Н., Ковалишена О. В. Сравнительная характеристика очередного подъема заболеваемости COVID-19 в различных регионах мира. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2021;20(4):89–102.
2. Нечаев В. В., Лобзин Ю. В., Гусев Д. А., Горзый Е. С. О возможных причинах волнообразного течения эпидемического процесса Sars-Cov-2 [тезис]. *Журнал инфектологии*. 2021. Т.13. №1. Приложение 1. С. 57.
3. Ковалев Е. В., Твердохлебова Т. И., Карпушенко Г. В., Ерганова Е. Г., Агафонова В. В., Рындин А. А. и др. Эпидемиологическая ситуация по новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в Ростовской области: анализ и прогноз. *Медицинский вестник Юга России*. 2020; 11(3):69–78.
4. Ковалев Е. В., Слис С. С., Янович Е. Г., Пичурин Н. Л., Воловикова С. В., Гаевская Н. Е. и др. Некоторые особенности эпидемического распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в Российской Федерации. *Медицинский вестник Юга России*. 2020; 11(4):99–106.
5. Паньков А. С., Корнеев А. Г., Носырева С. Ю. Особенности распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в Оренбургской области. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2021;20(3):19–29.
6. Акимкин В. Г., Кузин С. Н., Семенов А. А., Шипулина О. Ю., Яцышина С. Б., Тиванова Е. В. и др. Закономерности эпидемического распространения SARS-CoV-2 в условиях мегаполиса. *Вопросы вирусологии*. 2020;65(4):203–211.
7. Попова А. Ю., Ежлова Е. Б., Мельникова А. А., Башкетова Н. С., Фридман Р. К., Лялина Л. В. и др. Популяционный иммунитет к SARS-CoV-2 среди населения Санкт-Петербурга в период эпидемии COVID-19. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2020;(3):124–30. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-3-124-130>
8. Стопкоронавирус.рф. Доступно на: <https://stopkoronavirus.rf>
9. Пшеничная Н. Ю., Лизинфельд И. А., Журавлев Г. Ю., Плоскорева А. А., Акимкин В. Г. Эпидемический процесс COVID-19 в Российской Федерации: промежуточные итоги. *Сообщение 1. Инфекционные болезни*. 2020;18(3):7–14. DOI: 10.20953/1729-9225-2020-3-7-14
10. Карпова Л. С., Столяров К. А., Поповцева Н. М., Столярова Т. П. Территориально-временное распространение COVID-19 в мире в начале пандемии 2020 года. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2021;20(4):19–27. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-4-19-27>
11. Билченко Т. Н. Эпидемиология новой коронавирусной инфекции (COVID-19). *Академия медицины и спорта*. 2020;1(2):14–20. <https://doi.org/10.15829/2712-7567-2020-2-15>
12. Акимкин В. Г., Кузин С. Н., Колосовская Е. Н., Кудрявцева Е. Н., Семенов А. А., Плоскорева А. А. и др. Характеристика эпидемиологической ситуации по COVID-19 в Санкт-Петербурге. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии*. 2021;98(5):497–511. <https://doi.org/10.36233/0372-9311-154>
13. Акимкин В. Г., Кузин С. Н., Семенов А. А., Дубоделов Д. В., Тиванова Е. В. и др. Гендерно-возрастная характеристика пациентов с COVID-19 на разных этапах эпидемии в Москве. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2020;(3):27–35. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-3-27-35>
14. Карпова Л. С., Лизонов Д. А., Столяров К. А., Поповцева Н. М., Столярова Т. П. COVID-19 в России. Весенне-летний период пандемии 2020 года. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2020. Т. 19. №6. С.18–27.
15. Сомнина А. А., Даниленко Д. М., Столяров К. А., Карпова Л. С., Бакаев М. И., Леванюк Т. П. и др. Интерференция Sars-Cov-2 с другими возбудителями респираторных вирусных инфекций в период пандемии. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2021; 20(4): 28–39. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-4-28-39>
16. Ратникова Л. И., Попов Е. Г. Возрастные особенности течения новой коронавирусной инфекции [тезис]. *Журнал инфектологии*. 2021. Т.13. №1. Приложение 1. С. 69
17. Черкашина А. С., Голубева А. Г., Соловьева Е. Д., Валдохина А. В., Буланенко В. П., Петров В. В. и др. Сравнительный анализ скрининговых методов детекции точечных мутаций на примере выявления мутации NS01Y в коронавирусе Sars-Cov-2. *Эпидемиология и Инфекционные болезни. Актуальные вопросы*. 2021. Т.11. № 4. С. 31–37. DOI: <https://doi.org/10.18565/epidem.2021.11.4.31-37>
18. Борисова Н. И., Котов И. А., Колесников А. А., Каптелова В. С., Сперанская А. С. и др. Мониторинг распространения вариантов Sars-Cov-2 (Coronaviridae: Coronavirinae: Betacoronavirus: Sarbecovirus) на территории Московского региона с помощью таргетного высокопроизводительного секвенирования. *Вопросы вирусологии*. 2021;66(4):269–278. <https://doi.org/10.36233/0507-4088-72>
19. Klink G.V., Safina K.R., Garushyants S.K., Moldovan M., Nabieva E., Komissarov A.B., et al. Spread of endemic Sars-Cov-2 lineages in Russia. *medRxiv*. 2021; Preprint. <https://doi.org/10.1101/2021.05.25.21257695>
20. Савилов Е. Д. Управление инфекционной заболеваемостью на основе воздействия превентивных мероприятий на уязвимый период в циклическом развитии эпидемического процесса. *Вестник РАН*. 2021;76(1):20–27. doi: <https://doi.org/10.15690/vramn1349>

References

1. Bavrina A.P., Saperkin N.V., Drugova O.V., Karjakin N.N., Kovalishena O.V. Comparative Characteristics of a Subsequent Morbidity Wave COVID-19 in Various Regions of the World. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2021;20(4):89–102 (in Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-4-89-102>
2. Nechaev V.V., Lobzin Yu.V., Gusev D.A., Gorzly E.S. On the possible causes of the undulating course of the epidemic process Sars-Cov-2 [abstract]. *Journal of Infectology*. 2021;13(Suppl 1):S.57 (in Russ.).
3. Kovalev E.V., Tverdokhlebova T.I., Karpushenko G.V., Erganova E.G., Agafonova V.V., Ryndich A.A., et al. Epidemiological situation of a new coronavirus infection (COVID-19) in the Rostov region: analysis and forecast. *Medical Herald of the South of Russia*. 2020;11(3):69–78 (in Russ.). <https://doi.org/10.21886/2219-8075-2020-11-3-69-78>
4. Kovalev E.V., Slis S.S., Yanovich E.G., Pichurina N.L., Volovikova S.V., Gaevskaya N.E., et al. Some features of the epidemic spread of the new coronavirus infection (COVID-19) in the Rostov Region. *Medical Herald of the South of Russia*. 2020;11(4):99–106 (in Russ.). <https://doi.org/10.21886/2219-8075-2020-11-4-99-106>
5. Pankov A.S., Korneev A.G., Nosyeva S.Yu. Specific Features of the Spread of New Coronavirus Infection (COVID-19) in Orenburg Region. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2021;20(3):19–29 (in Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-3-19-29>
6. Akimkin V.G., Kuzin S.N., Semenenko T.A., Shipulina O.Yu., Yatsyshina S.B., Tivanova E.V. Patterns of the Sars-Cov-2 epidemic spread in a megacity. *Voprosy virusologii*. 2020; 65(4): 203–11 (in Russ.). <https://doi.org/10.36233/0507-4088-2020-65-4-203-211>
7. Popova A.Yu., Ezhlova E.B., Melnikova A.A., Bashketova N.S., Fridman R.K., Lyalina L.V., et al. Herd immunity to Sars-Cov-2 among the population in Saint-Petersburg during the COVID-19 epidemic. *Problemy osobo opasnykh infektsiy*. 2020;(3):124–30 (in Russ.). <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-3-124-130>
8. Stopkoronavirus.rf. Available at: <https://stopkoronavirus.rf>
9. Pshenichnaya N.Yu., Lizinfel'd I.A., Zhuravlev G.Yu., Plotskireva A.A., Akimkin V.G. Epidemic process of COVID-19 in the Russian Federation: interim results. 1th report. *Infekc. bolezni (Infectious diseases)*. 2020;18(3):7–14 (in Russ.). DOI: 10.20953/1729-9225-2020-3-7-14
10. Karpova L.S., Stolyarov K.A., Popovtseva N.M., Stolyarova T.P. Territorial and Temporal Spread of COVID-19 in the World at the Beginning of the 2020 Pandemic. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2021;20(4):19–27 (in Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-4-19-27>
11. Bilichenko T.N. Epidemiology of Coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Academy of medicine and sports*. 2020;1(2):14–20 (in Russ.). <https://doi.org/10.15829/2712-7567-2020-2-15>
12. Akimkin V.G., Kuzin S.N., Kolosovskaya E.N., Kudryavtseva E.N., Semenenko T.A., Plotskireva A.A., et al. Assessment of the COVID-19 epidemiological situation in St. Petersburg. *Journal of microbiology, epidemiology and immunobiology*. 2021; 98(5):497–511 (in Russ.). doi: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-154>
13. Akimkin V.G., Kuzin S.N., Semenenko T.A., Plotskireva A.A., Dubodelov D.V., Tivanova E.V., et al. Gender-age distribution of patients with COVID-19 at different stages of epidemic in Moscow. *Problemy osobo opasnykh infektsiy*. 2020;(3):27–35 (in Russ.). <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-3-27-35>
14. Karpova L.S., Lioznov D.A., Stolyarov K.A., Popovtseva N.M., Stolyarova T.P. COVID-19 in Russia. Spring–Summer Period of the Pandemic 2020. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2020;19(6):18–27 (in Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2020-19-6-18-27>
15. Somnina A.A., Danilenko D.M., Stolyarov K.A., Karpova L.S., Bakae M.I., Levanyuk T.P., et al. Interference of Sars-Cov-2 with other Respiratory Viral Infections agents during Pandemic. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2021;20(4):28–39 (in Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-4-28-39>
16. Ratnikova L.I., Popov E.G. Age-related features of the course of a new coronavirus infection. [abstract]. *Journal of Infectology*. 2021;13(Suppl 1):S.69 (in Russ.).
17. Cherkashina A. S., Golubeva A. G., Solov'eva E. D., Aldohina A. V., Bulanenko V. P., Petrov V. V., et al. Comparative analysis of screening methods for the detection of point mutations on the example of the identification of mutations NS01Y in the coronavirus SARS-CoV-2. *Epidemiology and Infectious diseases. Current issues*. 2021;11(4):31–37 (in Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18565/epidem.2021.11.4.31-37>
18. Borisova N.I., Kотов I.A., Kolesnikov A.A., Kaptelova V.V., Speranskaya A.S., Kondrasheva L.Yu., et al. Monitoring the spread of the Sars-Cov-2 (Coronaviridae: Coronavirinae: Betacoronavirus: Sarbecovirus) variants in the Moscow region using targeted high-throughput sequencing. *Problems of Virology*. 2021;66(4):269–278 (in Russ.). <https://doi.org/10.36233/0507-4088-72>
19. Klink G.V., Safina K.R., Garushyants S.K., Moldovan M., Nabieva E., Komissarov A.B., et al. Spread of endemic Sars-Cov-2 lineages in Russia. *medRxiv*. 2021; Preprint. <https://doi.org/10.1101/2021.05.25.21257695>
20. Savilov E.D. Management of the Incidence of Infectious Diseases by Applying Preventive Measures in the Weakest Period in Its Cyclicity. *Annals of the Russian Academy of Sciences*. 2021;76(1):20–27 (in Russ.). doi: <https://doi.org/10.15690/vramn1349>

Об авторах

- Людмила Серафимовна Карпова – д. м. н., заведующая лабораторией ФГБУ «НИИ гриппа им. А. А. Смородинцева» Минздрава РФ, Санкт-Петербург. +7 (812) 499–15–33, epidlab@influenza.spb.ru. <http://orcid.org/0000-0001-6621-5977>.
- Кирилл Александрович Столяров – ведущий программист, ФГБУ «НИИ гриппа им. А. А. Смородинцева» Минздрава РФ, Санкт-Петербург. +7 (911) 218–32–43, kirill@influenza.spb.ru. <http://orcid.org/0000-0002-1765-2799>.
- Нина Михайловна Поповцева – техник, ФГБУ «НИИ гриппа им. А. А. Смородинцева» Минздрава РФ, Санкт-Петербург. +7 (812) 499–15–32, epidlab@influenza.spb.ru.
- Татьяна Петровна Столярова – техник, ФГБУ «НИИ гриппа им. А. А. Смородинцева» Минздрава РФ, Санкт-Петербург. +7 (812) 499–15–32, epidlab@influenza.spb.ru.
- Дарья Михайловна Даниленко – к. б. н., старший научный сотрудник, зам. директора по научной работе, ФГБУ «Научно-исследовательский институт гриппа имени А. А. Смородинцева» Минздрава России. +7 (921) 996–20–34, daria.baibus@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0001-6174-0836>.

Поступила: 24.02.2022. Принята к печати: 21.03.2022.

Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

About the Authors

- Ludmila S. Karpova – Dr. Sci. (Med.), head of laboratory, The Federal State Budgetary Institution «Smorodintsev Research Influenza Institute» of Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia. +7 (812) 499–15–33, epidlab@influenza.spb.ru. <http://orcid.org/0000-0001-6621-5977>.
- Kirill A. Stolyarov – lead programmer, The Federal State Budgetary Institution «Smorodintsev Research Influenza Institute» of Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia. +7 (911) 218–32–43, kirill@influenza.spb.ru. <http://orcid.org/0000-0002-1765-2799>.
- Nina M. Popovtseva – technician, The Federal State Budgetary Institution «Smorodintsev Research Influenza Institute» of Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia. +7 (812) 499–15–32, epidlab@influenza.spb.ru.
- Tatyana P. Stolyarova – technician, The Federal State Budgetary Institution «Smorodintsev Research Influenza Institute» of Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia. +7 (812) 499–15–32, epidlab@influenza.spb.ru.
- Daria M. Danilenko – Cand. Sci. (Bio.), Senior Researcher, Deputy Director for Science, The Federal State Budgetary Institution «Smorodintsev Research Influenza Institute» of Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia. +7 (921) 996–20–34, daria.baibus@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0001-6174-0836>.

Received: 24.02.2022. Accepted: 21.03.2022.

Creative Commons Attribution CC BY 4.0.