

<https://doi.org/10.31631/2073-3046-2023-22-2-23-36>

Особенности эпидемического процесса COVID-19 в каждую из пяти волн заболеваемости в России

Л. С. Карпова*¹, А. Б. Комиссаров¹, К. А. Столяров¹, Н. М. Поповцева¹,
Т. П. Столярова¹, М. Ю. Пелих¹, Д. А. Лиознов^{1,2}

¹ФГБУ «Научно-исследовательский институт гриппа им. А. А. Смородинцева» Минздрава РФ, Санкт-Петербург

²Первый Санкт-Петербургский Государственный медицинский университет им. И. П. Павлова

Резюме

Актуальность. По прошествии двух с половиной лет пандемии COVID-19 несомненный интерес представляет оценка особенностей различных этапов пандемии. **Цель.** Оценить интенсивность эпидемического процесса в каждый из пяти подъёмов COVID-19 в России. **Материалы и методы.** Проведён анализ заболеваемости, госпитализации и летальных исходов от COVID-19 населения в целом и по возрастным группам в 48 (в I подъём) и 54 городах (в V подъём) и данных сайта российского консорциума по секвенированию геномов коронавируса. **Результаты.** Характер течения первых 5 подъёмов COVID-19 в России остается волнообразным. Подъёмы (волны) заболеваемости начинались в мегаполисах, отличалось направление распространения по ФО в различные волны заболеваемости. Результаты секвенирования геномов показали участие основных геновариантов коронавируса в этиологии заболеваемости в течение 3–4-х подъёмов. Некоторые выявленные геноварианты получали максимальное распространение в последующей волне пандемии. В России доминирующими в I волну заболеваемости были европейские потомки уханьского штамма (74,4%), во II – его дочерние геноварианты (68,5%), в III – AY.122 (80,1%), в IV – AY.122 (84,7%) и в V – Омикрон (76,7%). **Выводы.** Особенности каждого подъёма заболеваемости COVID-19 зависели от свойств доминирующих геновариантов: их способности передачи от человека к человеку и вирулентности. Скорость распространения пандемии по ФО, восприимчивость всех возрастных групп и интенсивность эпидемий были максимальными в период V подъёма заболеваемости при геноварианте Омикрон. Смертность была минимальной в I волну заболеваемости, максимальной – в IV при штаммах AY.122 и низкой – в период V подъёма при геновариантах Омикрона. Зависимость от времени года проявлялась подъёмом заболеваемости COVID-19 в летние месяцы в РФ в целом раньше, чем в большинстве ФО (сразу после мегаполисов).

Ключевые слова: 5 подъёмов COVID-19 в РФ, геноварианты коронавируса, заболеваемость, смертность

Конфликт интересов не заявлен.

Для цитирования: Карпова Л. С., Комиссаров А. Б., Столяров К. А. и др. Особенности эпидемического процесса COVID-19 в каждую из пяти волн заболеваемости в России. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2023;22(2):23-36. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2023-22-2-23-36>

Благодарность. Приносим искреннюю благодарность сотрудникам Территориальных управлений Роспотребнадзора за плодотворное сотрудничество, сотрудникам Сколковского института науки и технологий (Сколтех) и другим участникам Российского консорциума по секвенированию геномов коронавируса (CORGI) за сотрудничество в сфере геномной эпидемиологии SARS-CoV-2, сотрудникам лечебно-профилактических организаций за предоставление материалов для исследований, а также всем российским лабораториям, депонирующим данные секвенирования SARS-CoV-2 в международную базу данных EpiCov GISAID.

Features of the COVID-19 Epidemic Process in Each of the of the Five Waves of Morbidity in Russia

LS Karpova**¹, AB Komissarov¹, KA Stolyarov¹, NM Popovtseva¹, TP Stolyarova¹, MYu Pelikh¹, DA Lioznov^{1,2}

¹The Federal State Budgetary Institution «Smorodintsev Research Influenza Institute» of Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia

²First Pavlov State Medical University, Saint Petersburg, Russia

* 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, +7 (812) 499-15-33, 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 Russia, 15/17, prof. Popov street, Saint-Petersburg, 197376, Russia. +7 (812) 499-15-33, epidlab@influenza.spb.ru. ©Karpova LS, et al.

Abstract

Relevance. An assessment of the characteristics of the different phases of the COVID-19 pandemic is clearly of interest. **Aim.** To assess the intensity of the epidemic process in each of the five waves of COVID-19 in Russia. **Materials and methods.** The data on morbidity, hospitalization and deaths from COVID-19 of the population as a whole and by age groups from 48 (in the I rise) to 54 cities (in the V wave) and data from the website of the Russian consortium for sequencing coronavirus genomes were analyzed. **Results.** The nature of the course of the first 5 waves in the incidence of COVID-19 in Russia remains undulating. The waves in morbidity began in megacities, and the direction of spread across the FD differed in different waves of morbidity. The results of gene sequencing showed the participation of the main genovariants of the coronavirus in the etiology of diseases up to 3-4 waves. Some genovariants identified earlier received maximum distribution in the following wave. In Russia, the European descendants of the Wuhan strain (74.4%) were dominant in the I wave in morbidity, in the II wave – its daughter genovariants (68.5%), in the III – AY.122 (80.1%), in the IV – AY.122 (84.7%) and in the V wave – Omicron (76.7%). **Conclusions.** The features of each wave in the incidence of COVID-19 depended on the properties of the dominant genovariants: their ability to transmit from person to person and virulence. The rate of spread of the epidemic by FD, the susceptibility of all age groups and the intensity of epidemics were maximal during the period of the V wave in morbidity with the Omicron gene variant. Mortality was minimal in the I wave of morbidity, maximal in the IV with AY.122 strains and low in the V wave with Omicron genovariants. The influence of the season of the year was manifested in the summer season by an increase in the incidence of COVID-19 earlier in the Russian Federation as a whole (immediately after megacities) than in most federal districts, but with a lower incidence.

Keywords: 5 COVID-19 waves in the Russian Federation, coronavirus genovariants, morbidity and mortality
No conflict of interest to declare.

For citation: Karpova LS, Komissarov AB, Stolyarov KA, et al. Features of the COVID-19 Epidemic Process in Each of the Five Waves of Morbidity in Russia. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2023;22(2):23-36 (In Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2023-22-2-23-36>

Acknowledgements: we express our sincere gratitude to the staff of the Territorial Departments of Rospotrebnadzor for their fruitful collaboration, the staff of Skolkovo Institute of Science and Technology (Skoltech) and other members of the Russian Consortium for Coronavirus Genome Sequencing (CORGI) for collaboration in the field of SARS-CoV-2 genomic epidemiology, employees of treatment and prevention institutions for providing research materials, as well as all Russian laboratories depositing SARS-CoV-2 sequencing data into the international EpiCov GISAID database.

Введение

За время пандемии COVID-19 на протяжении более чем двух с половиной лет установлено возникновение в различных частях земного шара и распространение по континентам генетических вариантов вируса SARS-CoV-2, отличающихся в различной степени контагиозностью, вирулентностью и другими свойствами [1–3]. Показано, что важнейшим компонентом эпидемиологического надзора в настоящее время являются данные молекулярно-генетического исследования COVID-19 [4].

Цели – оценить интенсивность эпидемического процесса COVID-19 в каждом из пяти подъёмов заболеваемости в пандемию в России, федеральных округах (ФО) и в возрастных группах населения по показателям заболеваемости, госпитализации и смертности, а также влияние на процесс доминирующего геноварианта коронавируса.

Материалы и методы

Сбор данных описан в предыдущей публикации [5]. Для изучения заболеваемости и смертности от COVID-19 населения Москвы, Санкт-Петербурга и РФ в целом использовали данные сайта Стопкоронавирус.рф [6]. Проведён анализ данных заболеваемости, госпитализаций и летальных исходов COVID-19 населения в целом и по возрастным

группам в 48 (I подъём) и в 54 городах (V подъём), расположенных в восьми ФО РФ различных климатогеографических зонах. Общая численность совокупного наблюдаемого городского населения по ФО: Приволжский – от 5 631 216 до 7 659 354, Сибирский – от 5 356 029 до 6 617 765, Центральный – от 4 198 892 до 5 765 014, Дальневосточный – от 2 229 127 до 3 015 114, Северо-Западный – от 1 184 434 до 2 425 773, Южный – от 1 967 340 до 2 375 014, Уральский – от 1 200 714 до 2 077 090, Северо-Кавказский – от 589 874 до 756 497. Общая численность совокупного населения в наблюдаемых городах составила от 21 974 167 человек в I волну заболеваемости и в V – 31 391 621 человек.

Численность наблюдаемого населения увеличивалась с I волны подъёма заболеваемости по V волну с 146 748 590 до 146 880 432 человек, в Москве – с 12 443 566 до 12 666 569 и в Санкт-Петербурге – с 5 383 890 человек до 5 384 342.

Филодинамика пандемии коронавируса изучена по данным российского консорциума по секвенированию геномов коронавирусов (CORGI) и сервиса Taxameter [7].

Рассчитаны абсолютные и интенсивные показатели недельной динамики заболеваемости (на 10 тыс. населения), госпитализаций (на 10 тыс. населения), смертности (на 100 тыс. населения),

показатель летальности (%) и суммарные для каждой из пяти волн заболеваемости. Условным началом подъёма заболеваемости считали уровень заболеваемости, равный приблизительно 1,0 на 10 тыс. населения.

Статистическая обработка полученных результатов проведена в программе Excel с применением t-критерия Стьюдента, при значимости $P = 95\%$, методов корреляционного анализа, при $P > 95\%$, значимости коэффициента корреляции и наименьших квадратов для расчета коэффициента линейного тренда.

Результаты и обсуждение

Динамика заболеваемости COVID-19 в России как в мире носит волнообразный характер:

I волна (весенне–летняя) – с марта 2020 г. по август 2020 г. (6 месяцев), II (осенне–зимняя) – с октября 2020 г. по апрель 2021 г. (8 месяцев), III (весенне–летняя) – с мая по август 2021 г. (4 месяца), IV (осенне–зимняя) – с октября по декабрь 2021 г. (4 месяца) и V волна – с января по май 2022 г. (5 месяцев) (рис. 1). Такие же подъёмы заболеваемости COVID-19 в России отмечены в работе Акимкина В. Г. с соавт. [8].

Подъём заболеваемости в каждую волну начинался в мегаполисах, сначала в Москве, затем в Санкт-Петербурге, за исключением Приволжского ФО, где подъём заболеваемости начался раньше, чем в Москве (в IV волну), и в Санкт-Петербурге (во II волну) (рис. 2). Направление и скорость распространения заболеваемости COVID-19 в ФО

Рисунок 1. Динамика заболеваемости и смертности от COVID-19 населения Российской Федерации в 2020–2022 гг.

Figure 1. Dynamics of morbidity and mortality from COVID-19 of the population Russian Federation in 2020–2022

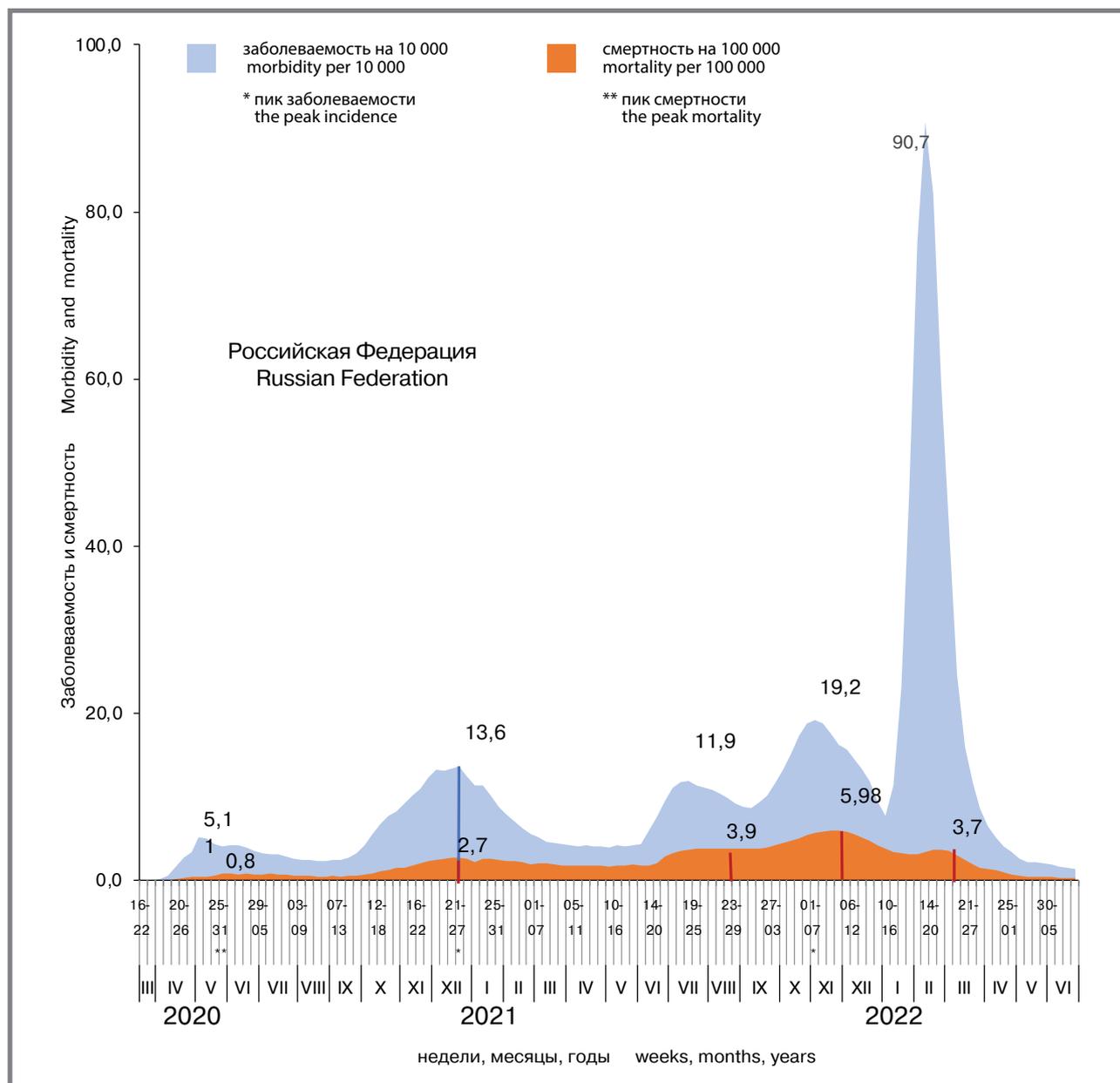
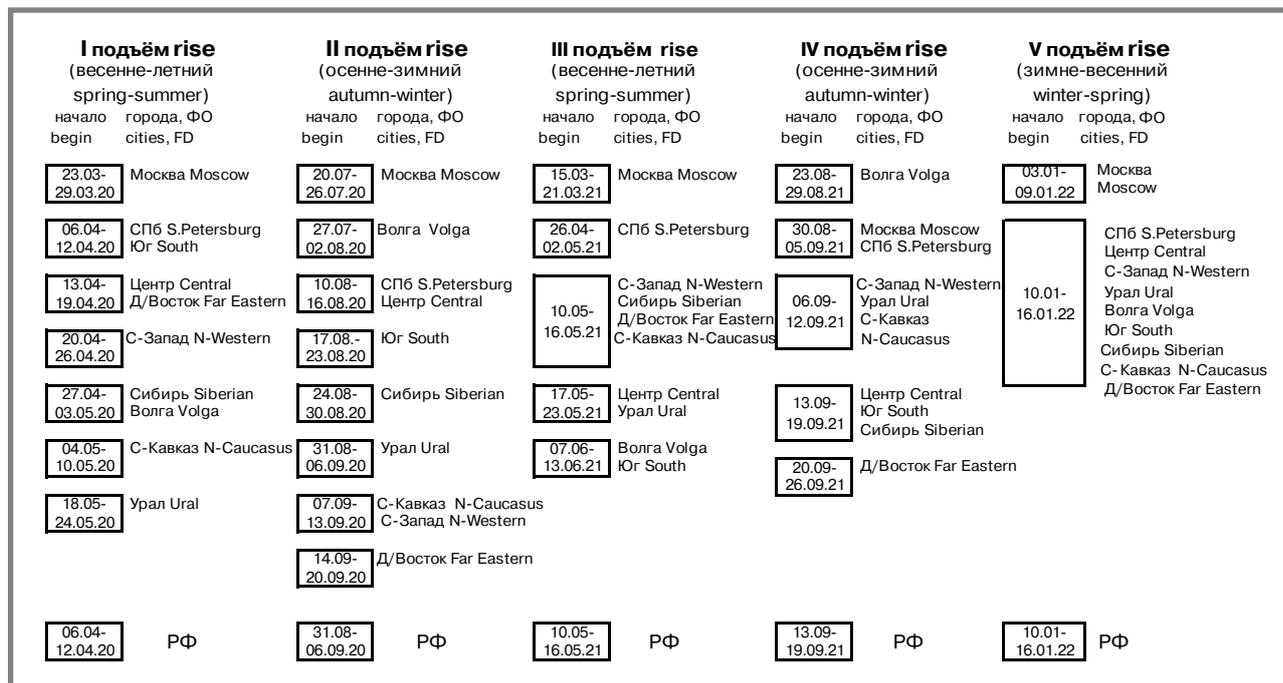


Рисунок 2. Последовательность распространения 5 подъёмов заболеваемости COVID-19 среди населения РФ в целом, Москвы, Санкт-Петербурга и городов федеральных округов (2020–2022)
Figure 2. The sequence of the spread of 5 COVID-19 waves among the population of the Russian Federation as a whole, cities of Moscow, St. Petersburg and in federal districts (2020–2022)



отличались в каждую волну, но первыми вовлекались города ФО европейской части России. Отмечена тенденция чередования вовлечения округов в пандемию: округа, вовлечённые в эпидемию среди первых, в следующую волну были среди последних. В первые три волны заболеваемости ФО включались в пандемию медленнее, чем в IV, и особенно в V волну (в течение 2 недель). Рост заболеваемости населения РФ в целом в I и III волны подъёма заболеваемости начинался раньше, сразу после Москвы и Санкт-Петербурга, а во II и IV – значительно позже, после не только мегаполисов, но и ФО, в V волну подъём был стремительным, начался на следующей неделе после Москвы, одновременно со всеми ФО.

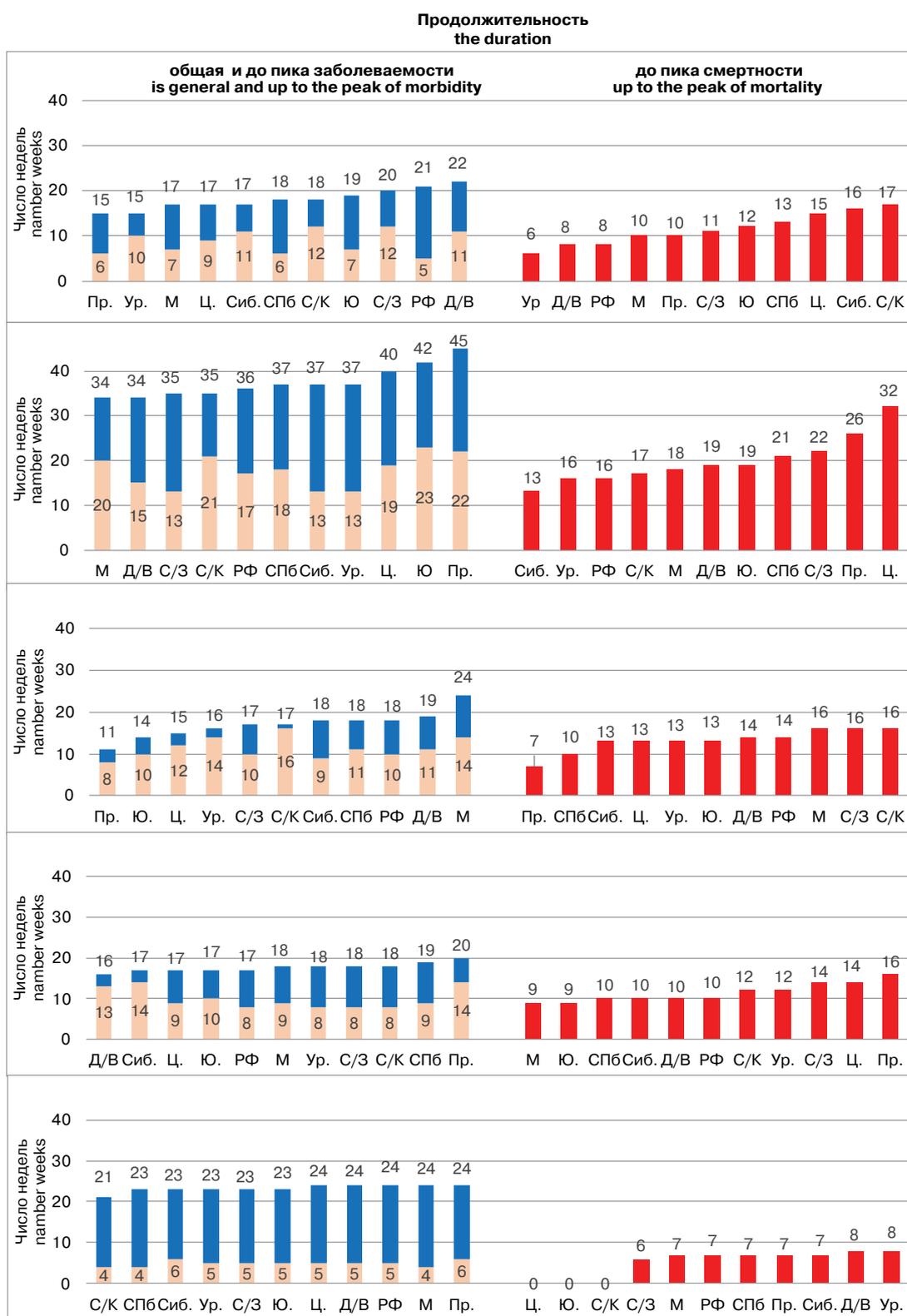
В целом по РФ во II волну подъём заболеваемости продолжался дольше, чем в I и III волны (общая продолжительность волны 36 недель против 21 и 18 соответственно), продолжительность развития волны до пика заболеваемости составила 17 недель против 5 и 10 соответственно и до пика смертности – 16 недель против 8 и 14 (рис. 3). В округах и мегаполисах была аналогичная картина.

Подъёмы заболеваемости IV и V волны были вызваны разными геновариантами коронавируса, но регистрировались в течение одного осенне-зимне-весеннего сезона. Общая продолжительность IV и V волн подъёма заболеваемости составила в целом по РФ соответственно 17 и 24 недели и в мегаполисах и федеральных округах: в IV волну – от 16 до 20 и в V – от 21 до 24 недель. Продолжительность II волны (осенне-зимняя) подъёма заболеваемости и волн IV с V в сумме,

развившихся в такой же осенне-зимний период, была сходна для РФ в целом (36 и 41 неделя в сумме) и для мегаполисов и ФО (от 34 до 45 и от 37 до 44 недель соответственно). При этом продолжительность подъёма заболеваемости в V волну была короче в федеральных округах (от 4 до 6 против от 8 до 14 недель), как и период достижения пика смертности в России в целом (7 против 10 недель) и в мегаполисах и федеральных округах (от 0 до 8 против от 9 до 16 недель). Сходство подъёмов заболеваемости во II волну и в IV и V волны в сумме по общей продолжительности, по-видимому, связано с общим сезоном, а то, что в V волну подъём заболеваемости был короче, объясняется различием доминирующих геновариантов в этиологии заболеваний, то есть с большей контагиозностью геноварианта Омикрон по сравнению с Дельта.

Сравнение заболеваемости COVID-19 в каждую из пяти волн подъёма заболеваемости в мегаполисах и Российской Федерации в целом показало, что самая низкая заболеваемость зарегистрирована в I (весенне-летняя) волну. В дальнейшем сбывся прогноз на 2021 г. об ухудшении ситуации с новой коронавирусной инфекцией [9]. Во II (осенне-зимняя) волну подъёма заболеваемости был выше, чем в I, по России в целом, в Москве и в Санкт-Петербурге ($p < 0,05$) (рис. 4). В V (зимне-весенний) подъём заболеваемости была статистически значимо выше, чем в первые 4 волны, особенно в Санкт-Петербурге и по РФ в целом, кроме Москвы, где статистически значимых отличий между II и V подъёмами не выявлено.

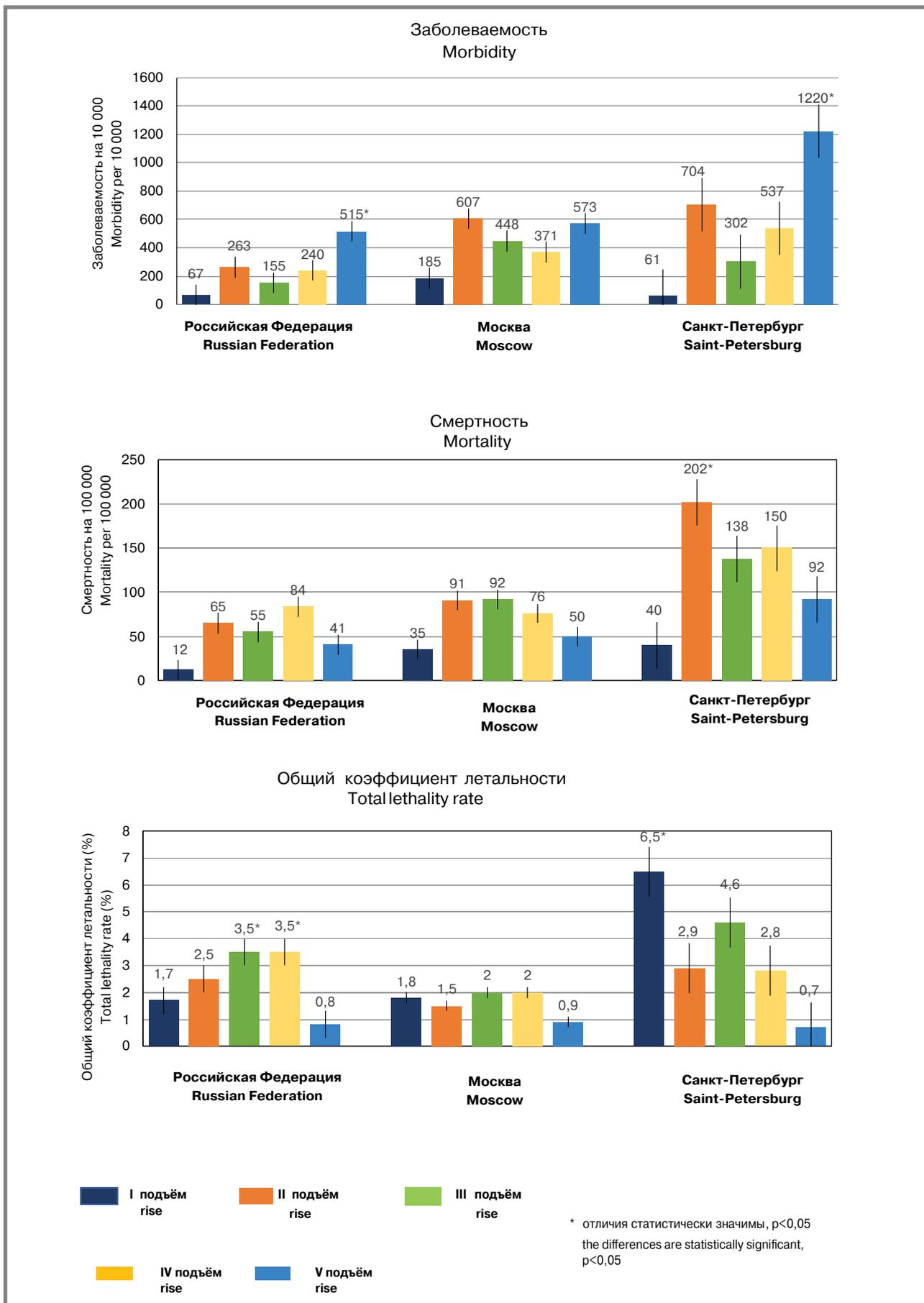
Рисунок 3. Продолжительность каждого подъёма общая, до пика заболеваемости и пика смертности в Российской Федерации, Москве, Санкт-Петербурге и городах федеральных округов
Figure 3. The duration of each wave is total, up to the peak of morbidity and to the peak mortality in the Russian Federation, Moscow, St. Petersburg and cities of federal districts



Округа Districts: Пр. – Приволжский Volga, Сиб. – Сибирский Siberian, Ц. – Центральный Central, Д/В – Д-Восточный Far Eastern, Ур. – Уральский Ural, С/З – С-Западный N.-Western, Ю. – Южный South, С/К – С-Кавказский N.-Caucasus

Рисунок 4. Заболеваемость, смертность и общий коэффициент летальности в России, Москве и Санкт-Петербурге в каждую из 5 волн подъёма заболеваемости COVID-19 (2020–2022гг.)

Figure 4. Morbidity, mortality and total mortality rate in Russia, Moscow and St. Petersburg in each of the 5 COVID-19 waves (2020–2022)



Смертность в I волну была самой низкой, а в следующие три волны – высокой в РФ в целом, в Москве и Санкт-Петербурге, особенно во II волну. В V волну (зимне-весенняя) смертность была статистически значимо ниже, чем в предыдущие три волны подъёма заболеваемости, но осталась выше, чем в I (весенне-летняя) волну в Санкт-Петербурге (100 и 40 на 100 тыс.), Москве (52 и 35 на 100 тыс.) и в РФ в целом (44 и 12 на 100 тыс.).

Коэффициент летальности в динамике в I волну (весенне-летняя) был самым высоким в Санкт-Петербурге (6,5%) по сравнению с Москвой и Россией в целом (1,8% и 1,7%) ($p < 0,05$). В следующие четыре волны подъёма заболеваемости коэффициент летальности по РФ в целом увеличивался, в Москве оставался приблизительно на одном уровне, а в Санкт-Петербурге снижался. В V волну коэффициент летальности был самым низким: в РФ – 0,8%, Санкт-Петербурге – 0,8% и Москве – 0,9% ($p < 0,05$). Снижение уровня смертности среди населения объясняется низкой вирулентностью геноварианта Омикрон.

Заболеваемость COVID-19 в IV волну увеличилась по сравнению с первыми тремя в большинстве ФО, кроме Северо-Западного и Дальневосточного ФО, где она была выше во II волну (осенне-зимняя) (рис. 5). В V волну (зимне-весенняя) заболеваемость COVID-19 увеличилась и стала выше, чем в предыдущие волны во всех ФО ($p < 0,05$). Максимальный показатель заболеваемости в V волну был выше в Северо-Западном ФО (931 на 10 тыс.) и Дальневосточном ФО (887 на 10 тыс.), а минимальный – в Северо-Кавказском ФО (294 на 10 тыс.), то есть в тех же округах, как и в предыдущие волны.

Показатель госпитализации в первые три волны определялся уровнем заболеваемости и, следовательно, вероятностью большего числа тяжелых клинических форм. В V волну показатель госпитализации значительно увеличился в Сибирском и Уральском ФО (в 3,6 и 4,1 раза), в Северо-Западном и Дальневосточном ФО (только в 1,6 раза) и сохранялся на том же уровне в остальных ФО. Максимальный уровень госпитализаций был в V волну в Сибирском, Северо-Западном и Уральском ФО, а минимальной – в Приволжском и Центральном ФО.

Смертность во время IV волны в большинстве округов была выше по сравнению с другими волнами подъёма заболеваемости. Максимальный показатель смертности отмечен в Центральном, Южном, Уральском, Сибирском и Северо-Западном ФО, в остальных округах он был значительно ниже. В V волну подъёма заболеваемости по сравнению с предыдущими, кроме I волны с минимальным числом смертей, показатель смертности был ниже в большинстве ФО ($p < 0,05$), кроме Северо-Западного и Дальневосточного, где снижение смертности не было статистически значимым.

Сравнение в динамике заболеваемости в возрастных группах населения наблюдаемых городов показало, что в IV волну, по сравнению с предыдущими, заболеваемость увеличилась только среди детей (в 1,6–1,8 раза), а в V волну – во всех возрастных группах: среди населения в целом и лиц в возрасте 15–64 лет (в 2,3 раза), старше 65 лет (в 1,9 раза) и особенно среди детей (в 2,4–2,9 раза) ($p < 0,05$) (рис. 6). Заболеваемость в V волну была больше, чем в предыдущие, во всех возрастных группах ($p < 0,05$) и показатель госпитализаций увеличился среди населения в целом в 1,7 раза, больше среди детей (в 2,5–2,9 раза) и меньше среди взрослых (в 1,6 раза). При этом госпитализаций было больше, чем во все предыдущие волны подъёма заболеваемости, среди детей ($p < 0,05$) и взрослых за исключением II волны.

Смертность в IV волну подъёма заболеваемости увеличилась среди населения в целом в 1,9 раза, и только среди лиц в возрасте 15–64 лет и старше 65 лет соответственно в 2 и 1,9 раза. В период V волны, несмотря на увеличение заболеваемости во всех возрастных группах, снизилась смертность среди населения в целом в 1,7 раза, среди лиц в возрасте 15–64 лет – в 2,0 раза и старше 65 лет – в 1,6 раза, но увеличилась среди детей 0–2 лет (0,2 против 0,1) в 2 раза, 3–6 – (0,3 против 0,06) в 5 раз и 7–14 лет – в 1,3 раза, при этом, различия статистически значимы среди всех возрастных групп, кроме детей 7–14 лет.

Вклад возрастных групп в заболеваемость COVID-19 и смертность была различной. Доля лиц в возрасте 15–64 лет среди заболевших составляла 68,0–74,0% и среди госпитализированных – 47,0–68,0%, а среди умерших – 22,0–30,0% (рис. 7). Доля лиц старше 65 лет в заболеваемости составила только 18,0–23,0%, среди госпитализированных 25,0–39,0%, но среди умерших была самой большой – 70,0–78,0%. Доля детей 0–14 лет была менее значительной и составляла в заболеваемости 7,0–14,0% и в госпитализациях – 5,0–17,0%, случаев смерти в I волну зарегистрировано не было, в другие – 0,003–0,03%.

В динамике доля лиц в возрасте 15–64 лет снижалась в заболеваемости (коэффициент линии тренда $k = -1,5$) и среди умерших ($k = -1,54$) и, особенно, среди госпитализированных ($k = -4,9$). Доля лиц старше 65 лет в заболеваемости изменялась незначительно ($k = -0,08$), но увеличилась среди госпитализированных ($k = 2,4$) и умерших ($k = 1,55$). Доля детей до 14 лет в динамике имела тенденцию к увеличению в заболеваемости и среди госпитализированных, особенно среди детей 7–14 лет ($k = 0,9$ и $k = 1,1$).

В IV волну распространения COVID-19 отмечено увеличение заболеваемости детей до 14 лет во всех ФО и среди взрослых в большинстве ФО, кроме Северо-Западного, Дальневосточного, Уральского и Приволжского ФО, где болели меньше, чем во II волну (рис. 8). Во время V волны

Рисунок 5. Сравнение заболеваемости, госпитализации и смертности в федеральных округах населения наблюдаемых городов в каждый из 5 подъёмов COVID-19 (2020–2022 гг.)

Figure 5. Comparison of morbidity, hospitalization and mortality in the Federal Districts of the population of the observed cities in each of the 5 COVID-19 wave (2020–2022)

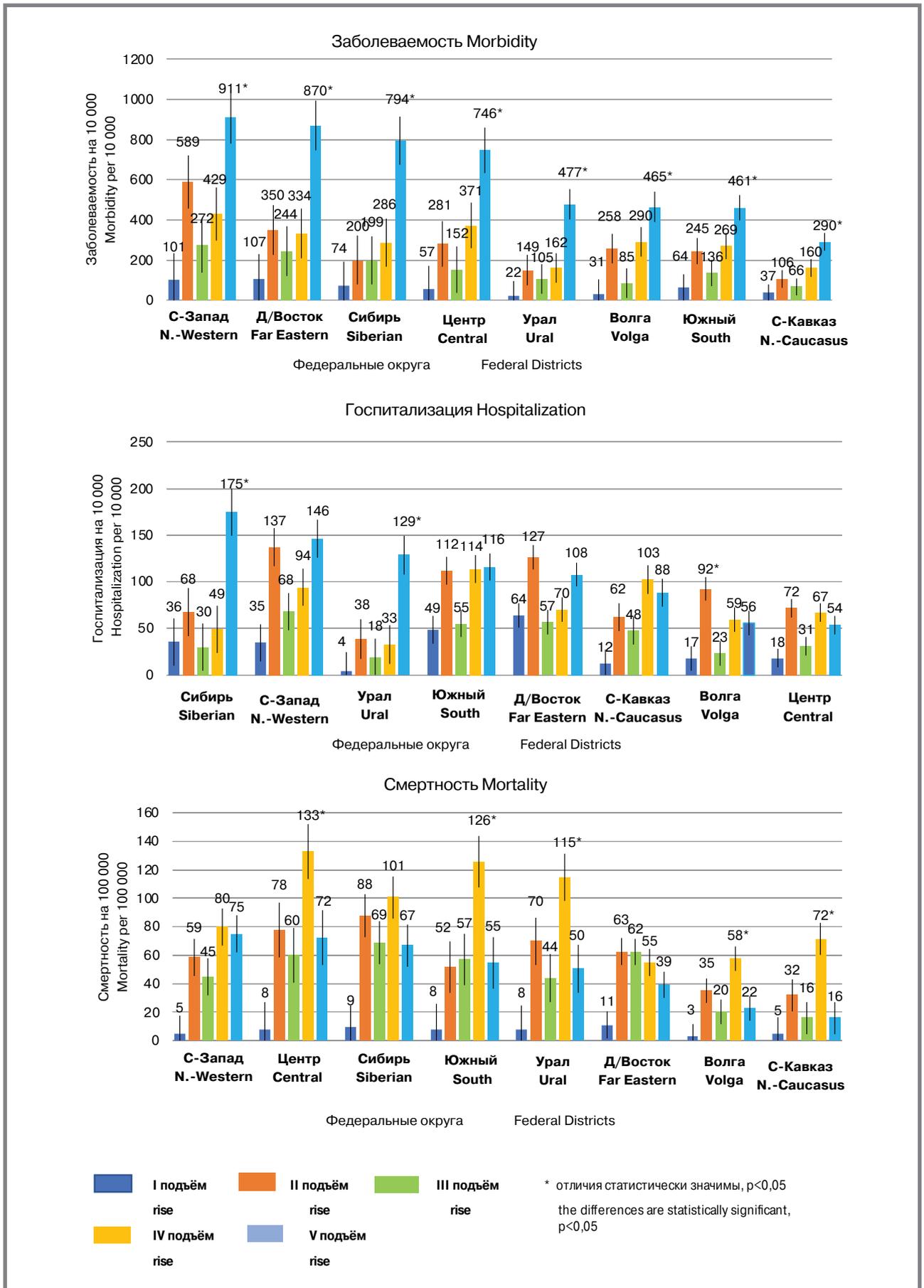


Рисунок 6. Сравнение заболеваемости, госпитализации и смертности в возрастных группах населения наблюдаемых городов в каждую из 5 волн подъема заболеваемости COVID-19 (2020–2022 гг.)
Figure 6. Comparison of morbidity, hospitalization and mortality in the age groups of the population of the observed cities in each of the 5 waves of COVID-19 (2020–2022)

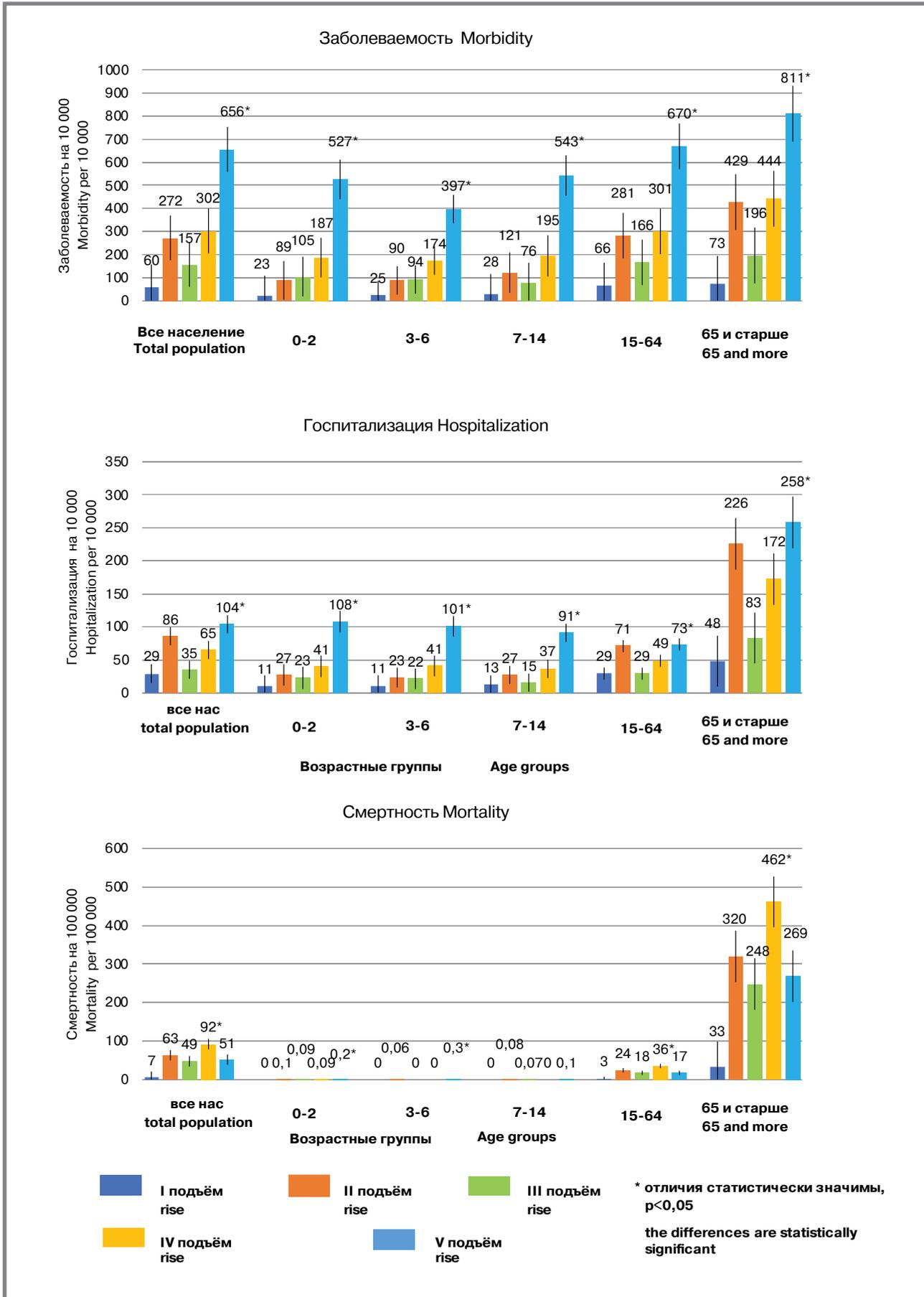


Рисунок 7. Доля (%) возрастных групп в заболеваемости, госпитализациях и смертности населения наблюдаемых городов в каждую из 5 волн подъема заболеваемости COVID-19 (2020–2022гг.)
Figure 7. Proportion (%) of age groups in morbidity, hospitalizations and mortality population of observed cities in each of the 5 waves of COVID-19 (2020–2022)

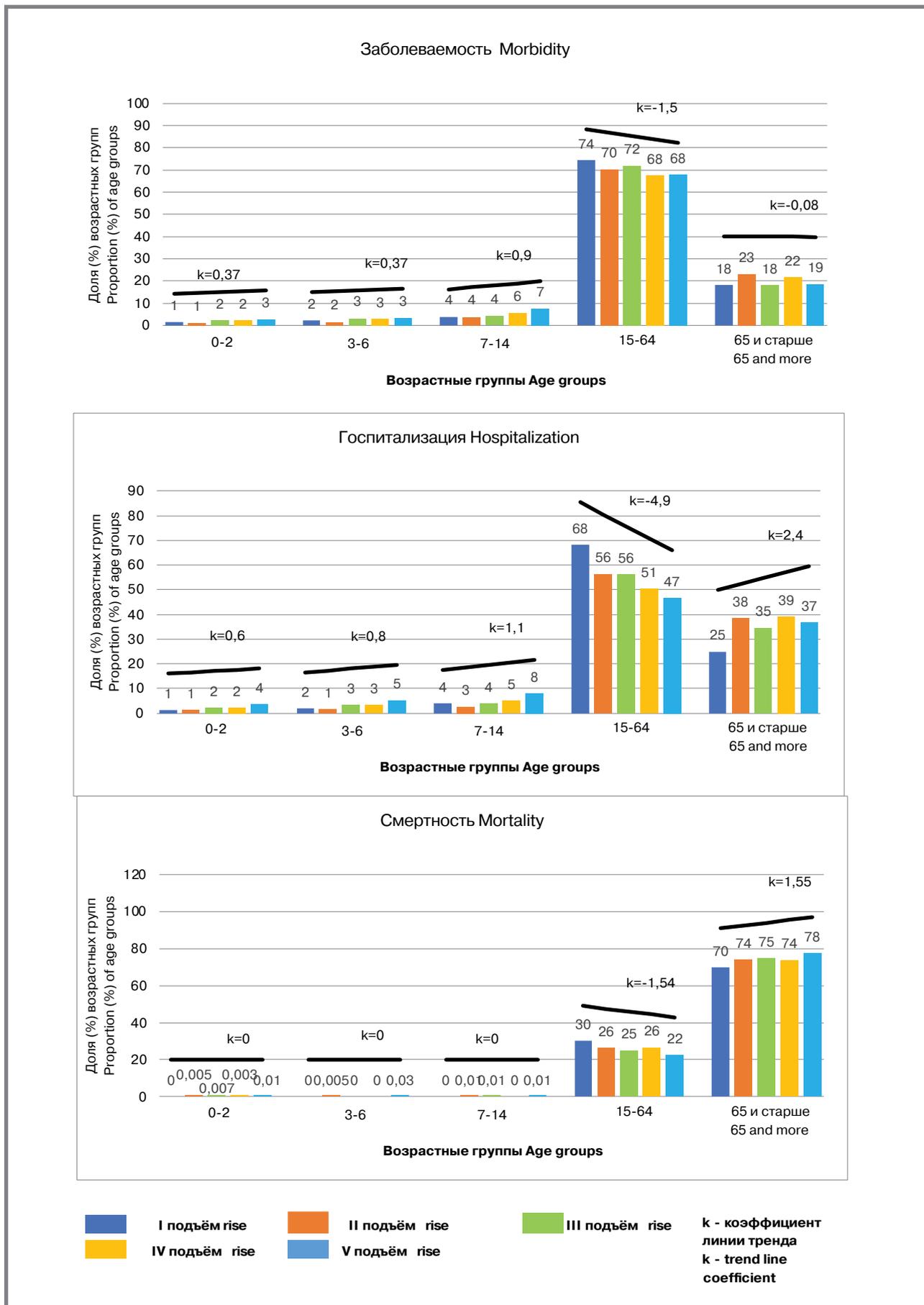
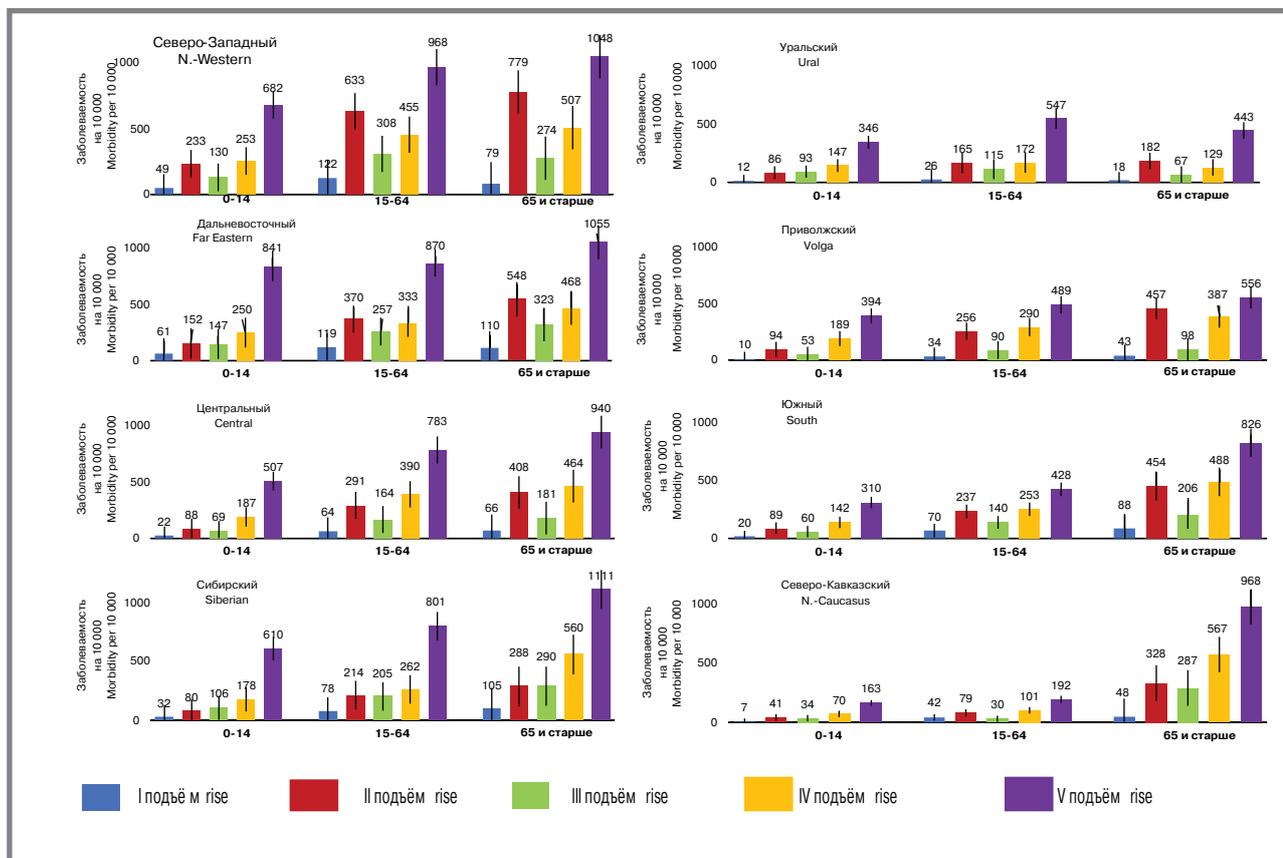


Рисунок 8. Заболеваемость Covid-19 в возрастных группах населения наблюдаемых городов по федеральным округам в каждом из 5 подъёмов

Figure 8. Incidence of Covid-19 in the age groups of the population of the observed cities by Federal Districts in each of the 5 waves



заболеваемость стала выше во всех ФО и во всех возрастных группах ($p < 0,05$). Исключение составили Северо-Западный и Приволжский ФО, где статистически значимых отличий в заболеваемости лиц старше 65 лет не выявлено, что связано с высокой заболеваемостью их во II волну подъёма заболеваемости.

Сравнение уровня госпитализаций в каждой из пяти волн с летальностью (% умерших) подтвердило отмеченную нами ранее [5] обратную корреляционную связь между ними, то есть чем больше было госпитализированных среди заболевших, тем меньше было умерших (рис. 9). Величина коэффициента обратной корреляции зависела от возраста: среди лиц старше 65 лет, по сравнению с лицами в возрасте 15–64 года, была ниже только в I волну подъёма заболеваемости ($r = -0,64$ против $r = -0,71$) и выше во время следующих четырёх волн ($r = -0,62$, $r = -0,58$, $r = -0,43$ и $r = -0,71$ против $r = -0,43$, $r = -0,55$, $r = -0,28$ и $r = -0,53$).

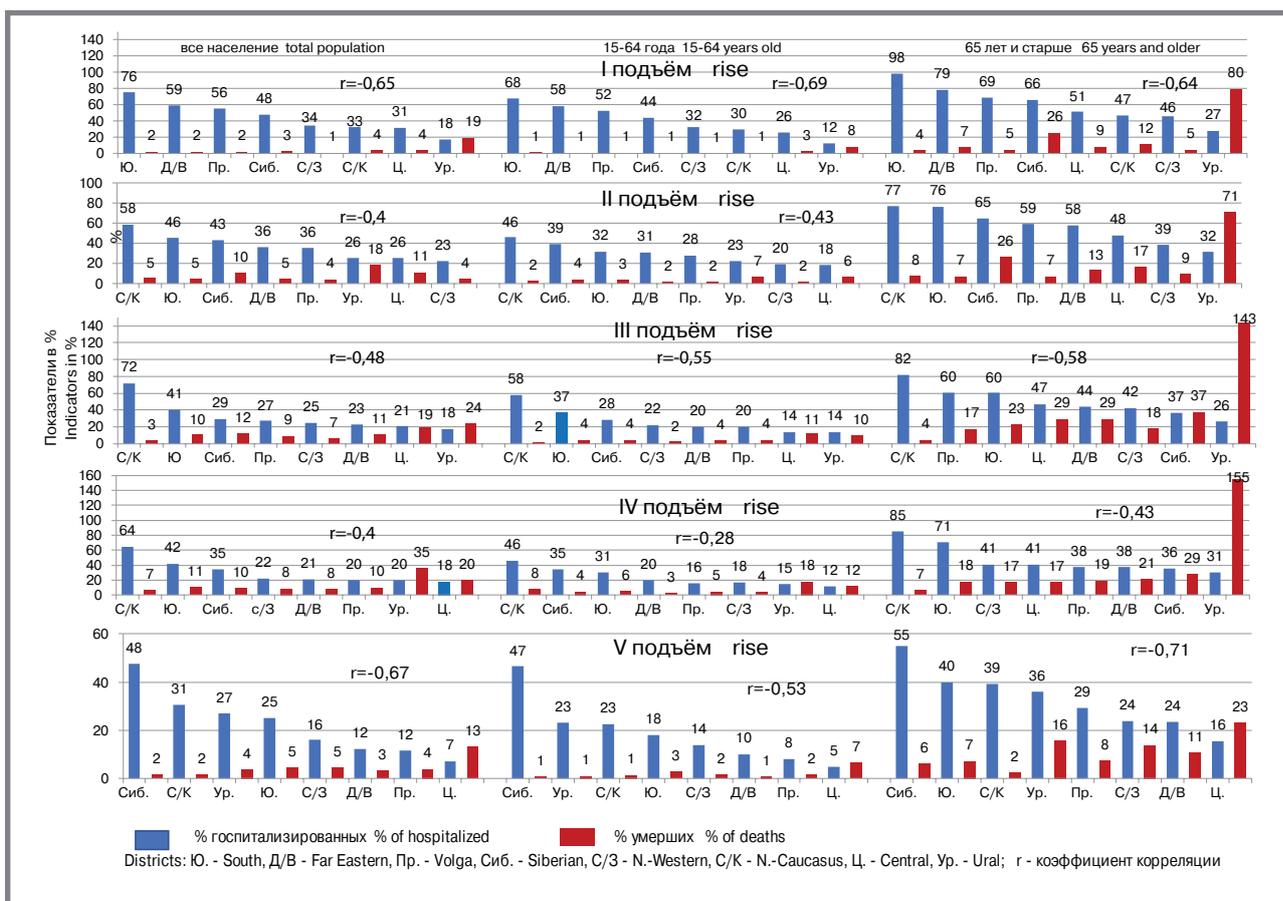
Коэффициент обратной корреляции между уровнями госпитализаций и летальности был больше в I и V волны подъёма заболеваемости среди населения в целом ($r = -0,65$ и $r = -0,67$ против $r = -0,40$, $r = -0,48$ и $r = -0,40$) и во всех возрастных группах: 15–64 лет ($r = -0,69$ и $r = -0,53$, против

$r = -0,43$, $r = -0,55$ и $r = -0,28$) и старше 65 лет ($r = -0,64$ и $r = -0,71$ против $r = -0,62$, $r = -0,58$ и $r = -0,43$).

Волнообразный характер течения COVID-19, по-видимому, связан со сменой доминирующего возбудителя.

По данным сайта российского консорциума по секвенированию геномов коронавирусов, с начала пандемии в России в динамике показана длительная циркуляция основных геновариантов вируса SARS-CoV-2: B.1, B.1.1, B.1.1.317 – от 1 года 9 месяцев до 1 года 11 месяцев, геновариант B.1.1 участвовал в этиологии заболеваний трёх волн подъёма заболеваемости, геновариант B.1. и B.1.1.317 – четырёх волн; AY.122 циркулировал 1 год 2 месяца, в течение четырёх волн; B.1.617.2 циркулировал в течение 1 года с конца II по IV волны; B.1.1.7 – в течение II и III волн и новые геноварианты BA.1, BA.1.1, и BA.2 – в основном в период V волны подъёма заболеваемости в течение 7 и 6 месяцев (период наблюдения). Геноварианты, выявленные ранее в незначительном проценте случаев, в следующие подъёмы заболеваемости, вытесняя предыдущие, получали максимальное распространение (например, AY.122 – т.н. «русская дельта») или незначительное распространение (например, B.1.1.7 – Альфа) [10].

Рисунок 9. Процент госпитализированных и летальность от COVID-19 по федеральным округам
Figure 9. Percent of hospitalizations and mortality from COVID-19 by Federal districts



В I волну заболеваемости (март–август 2020) от больных коронавирусной инфекцией выделяли в основном генетические варианты B.1, B.1.1 и B.1.1.141, преимущественно B.1.1 (56,7%), B.1 (11,1%) и другие геноварианты в незначительном количестве (от 0,1% до 3,5%). Во II волну (сентябрь 2020–апрель 2021) снизилась доля B.1.1 до 36,4% и B.1 до 2,4%, но увеличилась до 15,3% доля прежде всего геноварианта B.1.1.317, и появились новые геноварианты: Альфа (B.1.1.7) – 6,5%, Дельта (B.1.617.2) – 0,2% и AY.122 – 0,4% [11]. В III волну (май– август 2021) снизились доли геновариантов, циркулирующих ранее, и геноварианта Альфа, но увеличилась доля геноварианта Дельта, особенно AY.122 – до 79,4%. В IV волну подъёма заболеваемости (сентябрь–декабрь 2021) сократился процент выявления геновариантов, доминировавших в I и II волны, но увеличились геноварианты Дельта, особенно сублиния AY.122 – до 81,3%. В ту же волну появились варианты Омикрон (BA.1, BA.1.1 и BA.1.15), не выявлявшиеся ранее в России. В V волну (январь–май 2022) сократилась доля всех геновариантов, циркулировавших ранее, но увеличилась доля Омикрон, особенно BA.1.1 – до 32,0%, и BA.1 – до 16,8% и BA.2 – до 24,8% появившегося только в январе 2022 г. Таким образом, доминирующими в I волну заболеваемости были европейские потомки уханьского варианта (74,4%), во II – его дочерние

геноварианты (68,5%), в III – AY.122 (до 80,1%), в IV – AY.122, чья доля достигла 84,7% и в V волну – Омикрон, чья доля увеличилась до 76,7%.

Этиология заболеваний COVID-19 совпадает с данными, полученными в отдельных регионах и по России в целом [12–15].

Подъём заболеваемости обычно начинался в мегаполисах (сначала в Москве), за исключением Приволжского ФО, где подъём заболеваемости в осенне-зимние периоды начинался раньше, чем в Москве (IV волна подъёма заболеваемости) и Санкт-Петербурге (II волна). Направление и скорость распространения COVID-19 по ФО отличались в каждый подъём заболеваемости. Первыми вовлекались в эпидемию города европейской части РФ, а распространение по ФО чередовалось в различные подъёмы, возможно, что в округах, вовлеченных в эпидемию последними, заболеваемость в конце подъёма была выше, и в следующий подъём они были среди вовлечённых первыми, например, Дальневосточный, Южный ФО.

Эпидемиологические особенности новой коронавирусной инфекции, смена циркулирующих геновариантов вируса SARS-CoV-2 при полном отсутствии иммунитета у населения на начальном этапе распространения пандемии предопределили быстрый рост заболеваемости. В первые три волны подъёма заболеваемости федеральные округа

вовлекались в эпидемию медленнее, чем в IV волну и, особенно в V, когда рост заболеваемости был стремительным, и уже на следующей неделе после Москвы в эпидемию вовлеклись одновременно все ФО. В I волну подъема заболеваемости интенсивность эпидемии в РФ в целом и в наблюдаемых городах была минимальной по заболеваемости на пике и за весь период эпидемии, а в V подъём – максимальной во всех федеральных округах и возрастных группах населения, а также увеличилась восприимчивость детей к коронавирусной инфекции и их доля в заболеваемости населения. Все это говорит о высокой контагиозности геноварианта Омикрон. Есть данные о росте индекса репродукции вируса в январе 2022 г. на территории Приволжского ФО, а также об увеличении доли детей в заболеваемости населения в 2022 г. [16–19]. Изменение возрастной структуры заболеваемости населения имеет особое значение для оценки эпидемической ситуации [20].

Смертность населения зависит, прежде всего, от вирулентности доминирующего геноварианта вируса SARS-CoV-2. В I подъём заболеваемости смертность была минимальной среди населения РФ в целом и наблюдаемых городов за всю эпидемию и на пике, затем увеличивалась и максимальной была в период IV подъёма. В V подъём смертность стала меньше, чем в три предыдущие, что объясняется более низкой вирулентностью варианта Омикрон, чем доминирующих ранее. Однако смертность осталась выше, чем в I подъём, по-видимому, вирулентность B.1 и B.1.1. была еще меньше.

На течение подъёмов новой коронавирусной инфекции влияет сезон года. Подъём заболеваемости по РФ в целом в весенне-летние периоды начинался раньше, чем в осенне-зимние, что обусловлено сезонной миграцией населения на юг, а интенсивность эпидемий осенне-зимнего сезона была больше по продолжительности периода развития и всего подъёма и заболеваемости на пике и за весь период подъёма в связи с увеличением продолжительности нахождения людей зимой в закрытых помещениях.

Заключение

Сравнение заболеваемости COVID-19 в каждую из 5 волн пандемии в мегаполисах и Российской Федерации в целом показало, что самая низкая заболеваемость зарегистрирована в I (весенне-летняя) волну. Во II (осенне-зимняя) волну заболеваемость была выше, чем в I, по России в целом, в Москве и в Санкт-Петербурге ($p < 0,05$). В пятый, зимне-весенний подъём заболеваемость была статистически значимо выше, чем в предыдущие волны, особенно в Санкт-Петербурге и по РФ в целом. Заболеваемость COVID-19 увеличилась в IV волну в большинстве ФО по сравнению с первыми тремя, кроме Северо-Западного и Дальневосточного ФО, где она была выше во II волну (осенне-зимняя).

В V волну (зимне-весенняя) заболеваемость COVID-19 увеличилась и стала выше, чем в предыдущие волны во всех ФО ($p < 0,05$). Максимальный показатель заболеваемости в V волну был выше в Северо-Западном ФО (931 на 10 тыс.) и Дальневосточном ФО (887 на 10 тыс.), а минимальный – в Северо-Кавказском ФО (294 на 10 тыс.), то есть в тех же округах, как и в предыдущие волны.

Смертность в I волну была самой низкой, а в следующие три волны – высокой в РФ в целом, в Москве и Санкт-Петербурге. В V волну (зимне-весенняя) смертность была статистически значимо ниже, чем в предыдущие три волны подъёма заболеваемости, но осталась выше, чем в I (весенне-летняя) волну в Санкт-Петербурге (100 и 40 на 100 тыс.), Москве (52 и 35 на 100 тыс.) и в РФ в целом (44 и 12 на 100 тыс.).

Коэффициент летальности в динамике в I волну (весенне-летняя) был самым высоким в Санкт-Петербурге (6,5%) по сравнению с Москвой и Россией в целом (1,8% и 1,7%) ($p < 0,05$). В следующие четыре волны пандемии коэффициент летальности по РФ в целом увеличивался, в Москве оставался приблизительно на одном уровне, а в Санкт-Петербурге снижался. В V волну он был самым низким: в РФ и Санкт-Петербурге – 0,8% и Москве – 0,9% ($p < 0,05$).

Уровень госпитализации в первые три волны пандемии соотносился с уровнем заболеваемости. В V волну число госпитализаций значительно увеличилось в Сибирском и Уральском ФО (в 3,6 и 4,1 раза), в Северо-Западном и Дальневосточном ФО (только в 1,6 раза) и сохранялось на прежнем уровне в остальных ФО.

Сравнение в динамике заболеваемости в возрастных группах населения наблюдаемых городов показало, что в IV волну, по сравнению с предыдущими, заболеваемость увеличилась только среди детей (в 1,6–1,8 раза), а в V волну – во всех возрастных группах: среди населения в целом и лиц в возрасте 15–64 лет (в 2,3 раза), старше 65 лет (в 1,9 раза) и особенно среди детей (в 2,4–2,9 раза) ($p < 0,05$).

Вклад возрастных групп в заболеваемость COVID-19 и смертность был различным. Доля лиц в возрасте 15–64 лет среди заболевших составляла 68,0–74,0% и среди госпитализированных – 47,0–68,0%, а среди умерших – 22,0–30,0%. Доля лиц старше 65 лет в заболеваемости составила только 18,0–23,0%, среди госпитализированных 25,0–39,0%, но среди умерших была самой большой – 70,0–78,0%. Доля детей 0–14 лет была менее значительной и составляла в заболеваемости 7,0–14,0% и госпитализациях – 5,0–17,0%, случаев смерти в I волну среди детей зарегистрировано не было, в другие подъёмы заболеваемости – 0,003–0,03%.

Волнообразный характер течения COVID-19 обусловлен сменой возбудителя. В этиологии

COVID-19 в России в I подъём заболеваемости доминирующими были европейские потомки уханьского штамма (74,4%), во II подъём – его дочерние геноварианты (68,5%), в III – AY.122 (80,1%), в IV – AY.122 (84,7%) и в V подъём – геноварианты Омикрон (76,7%).

Литература

- Bolze A., Luo Sh., White S., et al. SARS-CoV-2 Variant Delta Rapidly Displaced Variant Alpha in the United States and Led to Higher Viral Loads. *Cell Reports Medicine* 3, 100564, March 15, 2022.
- ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения 2022-03-04 14:22:36 Заявление о сублинии BA.2 варианта «омикрон» <https://www.who.int/ru/news/item/22-02-2022-statement-on-omicron-sublineage-ba.2>
- ECDC 2022. Situation updates on COVID-19. Variants of concern. Available at: <https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19/variants-concern>
- Стародубов В. И., Береговых В. В., Акимкин В. Г. и др. COVID-19 в России: эволюция взглядов на пандемию (часть 1). *Вестник Российской академии медицинских наук.* – 2022. – Т. 77. – №3. – С. 199–207. doi:10.15690/vramn2118
- 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>
- Стопкоронавирус.рф, доступно по <https://стопкоронавирус.рф>
- Кнорре Д. Д., Набиева Е., Гарушянты С. К. Российский консорциум по секвенированию геномов коронавируса (CORGI). Доступно на: <http://taxameter.ru/> (2021)
- Акимкин В. Г., Попова А. Ю., Плоскырева А. А. и др. COVID-19: эволюция пандемии в России. Сообщение I: проявления эпидемического процесса COVID-19. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии.* 2022;99(3):269–286. DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-276>
- Даниленко Д. М., Комиссаров А. Б., Стукова М. А., Лознов Д. А. Быть или не быть: прогноз развития эпидемии COVID-19 в России. *Журнал инфектологии.* 2020;12(3):6–11. <https://doi.org/10.22625/2072-6732-2020-12-3-6-11>
- Klink GV, Safina KR, Nabieva E, et al. The rise and spread of the SARS-CoV-2 AY.122 lineage in Russia. *Virus Evol.* 2022 Mar 5;8(1):veac017. doi: 10.1093/ve/veac017. PMID: 35371558; PMCID: PMC8966696.
- Klink GV, Safina KR, Garushyants SK, et al. CoRGI (Coronavirus Russian Genetic Initiative) Consortium. Spread of endemic SARS-CoV-2 lineages in Russia before April 2021. *PLoS One.* 2022 Jul 20;17(7):e0270717. doi: 10.1371/journal.pone.0270717. PMID: 35857745; PMCID: PMC9299347.
- Борисова Н. И., Котов И. А., Колесников А. А. 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.
- Бурцева Е. И., Колобухина Л. В., Воронина О. Л. и др. Особенности циркуляции возбудителей ОРВИ на фоне появления и широкого распространения SARS-CoV-2 в период 2018–2021 гг. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика.* 2022;21(4):16–26. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2022-21-4-16-26>
- Зацева Н. Н., Полянина А. В., Новикова Н. А. и др. Эпидемиологический мониторинг циркуляции генетических вариантов вируса SARS-CoV-2 на территории Приволжского федерального округа. Сборник трудов XIV Ежегодного Всероссийского Конгресса по инфекционным болезням имени академика В.И. Покровского, Москва, 28-30 марта 2022 года. «Инфекционные болезни в современном мире: эволюция, текущие и будущие угрозы» – М.: Мед. маркетинговое агентство, 2022. С. 63.
- Акимкин В. Г., Попова А.Ю., Хафизов К.Ф. и др. COVID-19: эволюция пандемии в России. Сообщение II: динамика циркуляции геновариантов вируса SARS-CoV-2. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии.* 2022;99(4):381–396. DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-295>
- Сомнина А. А., Даниленко Д. М., Столяров К. А. 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>
- Слис С.С., Ковалев Е.В., Янович Е.Г. и др. Основные риски формирования чрезвычайной эпидемической ситуации, ассоциированной с новыми респираторными вирусами. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика.* 2022;21(2):74–82. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2022-21-2-74-82>
- Башкетова Н. С., Фридман Р. К., Катаева И. С. и др. Анализ распространенности и структуры бессимптомного носительства SARS-CoV-2 среди подростков и взрослых в период эпидемического подъема заболеваемости COVID-19 в январе 2022 г. *Эпидемиология и инфекционные болезни.* 2022;12(1):11–17. DOI: <https://dx.doi.org/10.18565/epidem.2022.12.1.11-17>
- Ильинских Е. Н., Решетова А. В., Рудиков А. А. и др. Структура и динамика заболеваемости новой коронавирусной инфекции COVID-19 населения Томской области в 2021 г. *Материалы VIII Конгресса Евро-Азиатского конгресса 17–18 мая 2022 г. Журнал Инфектологии.* 2022;14(2):48
- Кравченко Н. А., Казанова В. Б., Хакимова М. И. и др. Динамика заболеваемости и этиологической структуры острых респираторных инфекций накануне и в первый год распространения COVID-19 в Иркутской области. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика.* 2022;21(3):50–62. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2022-21-3-50-62>

Reference

- Bolze A., Luo Sh., White S., Cirulli E., et al. SARS-CoV-2 Variant Delta Rapidly Displaced Variant Alpha in the United States and Led to Higher Viral Loads. *Cell Reports Medicine* 3, 100564, March 15, 2022
- World Health Organization. Statement on Omicron sublineage BA.2 <https://www.who.int/news/item/22-02-2022-statement-on-omicron-sublineage-ba.2>
- ECDC 2022. Situation updates on COVID-19. Variants of concern. Available at: <https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19/variants-concern>
- Starodubov V.I., Beregovykh V.V., Akimkin V.G., et al. COVID-19 in Russia: Evolution of Views on the Pandemic. *Report I // Annals of the Russian academy of medical sciences.* – 2022. – Vol. 77. – N. 3. – P. 199–207. doi: 10.15690/vramn2118
- Karpova L.S., Stolyarov K.A., Popovtseva N.M., et al. Stolyarova T.P., Danilenko D.M. 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>
- Stopykoronavirus.rf, available at: <https://стопкоронавирус.рф>
- Knorre D.D., Nabieva E., Garushyants S.K. Russian Consortium for Genome Sequencing of Coronaviruses (CORGI), Bazykin G.A. <http://taxameter.ru/> (2021) <https://corgi.center/>
- Akimkin V.G., Popova A.Yu., Ploskiyeva A.A., et al. COVID-19: the evolution of the pandemic in Russia. Report I: manifestations of the COVID-19 epidemic process. *Journal of microbiology, epidemiology and immunobiology = Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii.* 2022;99(3):269–286. DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-276>
- Danilenko D.M., Komissarov A.B., Stukova M.A., Lioznov D.A. To be or not to be: forecast of Covid-19 epidemic development in Russia. *Journal Infectology.* 2020;12(3):6–11. (In Russ.) <https://doi.org/10.22625/2072-6732-2020-12-3-6-11>
- Klink GV, Safina KR, Nabieva E, et al. The rise and spread of the SARS-CoV-2 AY.122 lineage in Russia. *Virus Evol.* 2022 Mar 5;8(1):veac017. doi: 10.1093/ve/veac017. PMID: 35371558; PMCID: PMC8966696.
- Klink GV, Safina KR, Garushyants SK, et al. CoRGI (Coronavirus Russian Genetic Initiative) Consortium. Spread of endemic SARS-CoV-2 lineages in Russia before April 2021. *PLoS One.* 2022 Jul 20;17(7):e0270717. doi: 10.1371/journal.pone.0270717. PMID: 35857745; PMCID: PMC9299347.
- Borisova N.I., Kotov I.A., Kolesnikov A.A., et al. Monitoring of the spread of variants of SARS-CoV-2 (Coronaviridae: Coronavirinae: Betacoronavirus; Sarbecovirus) in the Moscow region using targeted high-performance sequencing. *Questions of virology.* 2021;66(4):269–278 (In Russ.)
- Zaitseva N.N., Polyannina A.V., Novikova N.A., et al. Epidemiological monitoring of the circulation of genetic variants of the SARS-CoV-2 virus on the territory of the Volga Federal District. *Proceedings of the XIV Annual All-Russian Congress on Infectious Diseases named after Academician V.I. Pirogovskiy, Moscow, March 28–30, 2022. Infectious diseases in the modern world: evolution, current and future threats.* M. Med. marketing Agency. 2022. p. 63.
- Burtseva E.I., Kolobukhina L.V., Voronina O.L., et al. Features of the circulation of ARVI pathogens against the background of the appearance and widespread spread of SARS-CoV-2 in the period 2018–2021. *Epidemiology and Vaccination Prevention.* 2022;21(4):16–26 (In Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2022-21-4-16-26>
- Akimkin V.G., Popova A.Yu., Khaifov K.F., et al. COVID-19: evolution of the pandemic in Russia. Report II: dynamics of the circulation of SARS-CoV-2 genetic variants. *Journal of microbiology, epidemiology and immunobiology = Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii.* 2022;99(4):381–396 (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-295>
- Somnina A.A., Danilenko D.M., Stolyarov K.A., 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>
- Slis S.S., Kovalyev E.V., Yanovich E.G., et al. The Main Risks of an Epidemic Emergency Associated with New Respiratory Viruses. *Epidemiology and Vaccinal Prevention.* 2022;21(2):74–82 (In Russ.) <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2022-21-2-74-82>
- Bashketova N.S., Fridman R.K., Kataeva I.S., et al. Analysis of the prevalence and structure of asymptomatic SARS-CoV-2 carrier among adolescents and adults during the epidemic rise in the incidence of COVID-19 in January 2022. *Epidemiology and infectious diseases.* 2022;12(1):11–17 (In Russ.)
- Ilyinskikh E.N., Reshetova A.V., Rudikov A.A., et al. Structure and dynamics of the incidence of a new coronavirus infection COVID-19 of the population of the Tomsk region in 2021. *Proceedings of the VIII Congress of the Euro-Asian Congress on Infection 17–18, 2022. Journal of Infectology 2022;14(2):48.* (In Russ.)
- Kravchenko NA, Kazanova VB, Khakimova MI, et al. Dynamics of Morbidity and Etiological Structure of Acute Respiratory Infections on the Eve and in the First Year of COVID-19 in the Irkutsk Region. *Epidemiology and Vaccinal Prevention.* 2022;21(3):50–62 (In Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2022-21-3-50-62>

Об авторах

- Людмила Серафимовна Карпова** – д. м. н., заведующая лабораторией, ФГБУ НИИ гриппа им. А. А. Смородинцева Минздрава РФ. +7 (812) 499-15-33, epidlab@influenza.spb.ru. <http://orcid.org/0000-0001-6621-5977>.
- Андрей Борисович Комиссаров** – заведующий лабораторией, ФГБУ НИИ гриппа им. А. А. Смородинцева Минздрава РФ. +7 (812) 499-15-20, andrey.komissarov@influenza.spb.ru. <http://orcid.org/000-0003-1733-1255>.
- Кирилл Александрович Столяров** – ведущий программист, ФГБУ НИИ гриппа им. А. А. Смородинцева Минздрава РФ. +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. +7 (812) 499-15-32, epidlab@influenza.spb.ru.
- Татьяна Петровна Столярова** – техник, ФГБУ НИИ гриппа им. А. А. Смородинцева Минздрава РФ. +7 (812) 499-15-32, epidlab@influenza.spb.ru.
- Мария Юрьевна Пелих** – науч. сотрудник, ФГБУ НИИ гриппа им. А. А. Смородинцева Минздрава РФ. +7 (812) 499-15-32, epidlab@influenza.spb.ru.
- Дмитрий Анатольевич Лознов** – директор, ФГБУ «НИИ гриппа им. А. А. Смородинцева» Минздрава России. +7 (812) 499-15-00, dloznov@yandex.ru. <http://orcid.org/0000-0003-3643-7354>.

Поступила: 10.01.2023. Принята к печати: 18.03.2023.

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. +7 (812) 499-15-33, epidlab@influenza.spb.ru. <http://orcid.org/0000-0001-6621-5977>.
- Andrey B. Komissarov** – head of laboratory, The Federal State Budgetary Institution «Smorodintsev Research Influenza Institute» of Ministry of Healthcare of the Russian Federation. +7 (812) 499-15-20, andrey.komissarov@influenza.spb.ru. <http://orcid.org/000-0003-1733-1255>.
- Kirill A. Stolyarov** – lead programmer, The Federal State Budgetary Institution «Smorodintsev Research Influenza Institute» of Ministry of Healthcare of the Russian Federation. +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. +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. +7 (812) 499-15-32, epidlab@influenza.spb.ru.
- Maria Yu. Pelikh** – Researcher, The Federal State Budgetary Institution «Smorodintsev Research Influenza Institute» of Ministry of Healthcare of the Russian Federation. +7 (812) 499-15-32, epidlab@influenza.spb.ru.
- Dmitry A. Lioznov** – director of the Federal State Budgetary Institution «Smorodintsev Research Influenza Institute» of Ministry of Healthcare of the Russian Federation. +7 (812) 499-15-00, dloznov@yandex.ru. <http://orcid.org/0000-0003-3643-7354>.

Received: 10.01.2023. Accepted: 18.03.2023.

Creative Commons Attribution CC BY 4.0.