

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАНДЕМИИ COVID-19 НА ОБЩИЙ КОЭФФИЦИЕНТ СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ОЗЕРСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА

М. В. Осипов<sup>1</sup>✉, В. А. Соколова<sup>2</sup>, А. С. Кушнир<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Южно-Уральский институт биофизики Федерального медико-биологического агентства, Озёрск, Россия

<sup>2</sup> Клиническая больница «РЖД-Медицина», Челябинск, Россия

Пандемия COVID-19, объявленная Всемирной организацией здравоохранения в марте 2020 г., обусловила необходимость оценки потенциального демографического ущерба для населения. Целью работы было провести ретроспективный анализ изменения демографической ситуации в Озерском городском округе, расположенном вблизи предприятия атомной промышленности ПО «Маяк». На основе опубликованных в открытом доступе демографических данных было ретроспективно проанализировано изменение численности населения за десятилетний период. Уровень общей смертности в 2020 г. сравнивался с каждым предыдущим годом в течение исследуемого периода для оценки величины отклонения уровня смертности от его прогнозируемого значения. Оценка влияния пандемии COVID-19 на демографический статус Озерского городского округа выполнялась с использованием грубого показателя общей смертности. Показано статистически значимое повышение уровня общей смертности в 2020 г. по сравнению с его ожидаемой оценкой на 19%. Абсолютный избыток общей смертности, отнесенный к влиянию пандемии, составил 13,4%. Ожидаемое число избыточных случаев смерти в результате заболевания COVID-19 как основной причины смерти составило 60 (4,2%). Пандемия COVID-19 оказала статистически значимое негативное влияние на демографический статус Озерского городского округа, однако ее влияние на общую смертность не было преобладающим.

**Ключевые слова:** пандемия, коронавирусная инфекция, COVID-19, SARS-CoV-2, показатели общей смертности, Озёрск

**Благодарность:** авторы выражают благодарность научному сотруднику отдела эпидемиологии Южно-Уральского института биофизики, к. м. н. Ю. В. Царевой за помощь в обсуждении результатов исследования.

**Вклад авторов:** М. В. Осипов — идея, дизайн, координация исследования, статистический анализ и интерпретация результатов, формулирование выводов, подготовка рукописи; В. А. Соколова — анализ, планирование исследования, интерпретация данных, обсуждение результатов; А. С. Кушнир — работа с литературой, анализ и интерпретация данных, подготовка рукописи.

✉ **Для корреспонденции:** Михаил Викторович Осипов  
Озёрское шоссе, д. 19/1, к. 108, г. Озёрск, 456780, Россия; osipov@subi.su

**Статья получена:** 10.03.2022 **Статья принята к печати:** 02.04.2022 **Опубликована онлайн:** 21.04.2022

**DOI:** 10.47183/mes.2022.011

## EVALUATION OF THE IMPACT OF COVID-19 PANDEMIC ON OVERALL MORTALITY IN OZYORSK URBAN DISTRICT

Osipov MV<sup>1</sup>✉, Sokolova VA<sup>2</sup>, Kushnir AS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Southern Urals Biophysics Institute of the Federal Medical Biological Agency, Ozyorsk, Russia

<sup>2</sup> Clinical Hospital "RZhD-Medicine", Chelyabinsk, Russia

COVID-19 pandemic announced by World Health Organization in March 2020 raised concern on potential demographic losses. This retrospective study was aimed to analyze the pandemic-related changes in the demographic status of the Ozyorsk urban district located close to the nuclear industry facility — the "Mayak" Production Association. Population changes in the Ozyorsk urban district over the last decade were analyzed based on the open-access demographic data. The impact of the COVID-19 pandemic on the demographic status of the Ozyorsk urban district was assessed using the crude overall mortality rates. Comparison of the overall mortality rates has been performed between 2020 and each previous year to assess the deviation of mortality from the forecasted value. The overall mortality rate in 2020 has been found increased significantly by 19%. Excess mortality attributed to the impact of the pandemic was 13.4%. The expected absolute number of excess deaths from COVID-19 being the main cause of death was 60 (4.2%). The COVID-19 pandemic had a significant negative impact on the demographic status of the Ozyorsk urban district; however, the role of COVID-19-associated deaths in overall mortality was not predominant.

**Keywords:** pandemic, coronavirus infection, COVID-19, SARS-CoV-2, population changes, mortality rate, Ozyorsk

**Acknowledgements:** the authors would like to express their appreciation to Yulia V. Tzareva, PhD, research fellow at the Department of Epidemiology, Southern Urals Biophysics Institute, for discussing the study results.

**Author contribution:** Osipov MV — concept, design, research coordination, statistical analysis and data interpretation, drawing conclusions, manuscript writing, and translation; Sokolova VA — analysis, study planning, data interpretation, discussion; Kushnir AS — literature analysis, data interpretation, manuscript writing.

✉ **Correspondence should be addressed:** Mikhail V. Osipov  
Ozyorskoe shosse 19/1, k. 108, Ozyorsk, 456780, Russia; osipov@subi.su

**Received:** 10.03.2022 **Accepted:** 02.04.2022 **Published online:** 21.04.2022

**DOI:** 10.47183/mes.2022.011

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила 11 марта 2020 г. о новой глобальной угрозе — вспышке COVID-19, вызванного новой коронавирусной инфекцией SARS-CoV-2, распространение которой приобрело характер пандемии. Атипичный тяжелый острый респираторный синдром (ТОРС) [1], склонный к прогрессированию тяжести течения у 20% инфицированных [2] и высокой

вероятностью летального исхода [3], проявляющийся при COVID-19, стал предметом интереса клиницистов и эпидемиологов по всему миру. По состоянию на 31 декабря 2020 г., общее число заболевших в результате заражения новой коронавирусной инфекцией во всем мире составило 83 200 000 случаев [4], среди которых было зафиксировано более 1 815 000 летальных исходов

от различных причин. Летальность среди пациентов с подтвержденным диагнозом заболевания COVID-19 варьировала в широких пределах от 0,3 до 5,8% [5].

Глобальное распространение новой коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 и связанной с ней заболеваемости и смертности является фактором, потенциально влияющим на изменение численности населения. Это влияние может быть особенно критичным для малонаселенных территорий и городов особого значения, таких как закрытое административно-территориальное объединение (ЗАТО) город Озерск [6]. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения Озерского городского округа является неотъемлемой частью выполнения Федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 гг. и на период до 2030 г.» [7], в связи с чем оценка потенциальных санитарных потерь в связи с объявленной пандемией приобретает характер задачи особого значения.

За время, прошедшее с момента объявления пандемии, российскими и зарубежными учеными проведено значительное число научных исследований, в том числе с целью оценки демографических последствий, связанных с COVID-19 [3–5, 8–12]. Как правило, для этого используют специфические показатели, такие как летальность среди инфицированных (*infection fatality ratio, IFR*) и летальность среди подтвержденных случаев заболевания COVID-19 (*case fatality ratio, CFR*). Однако их расчет зависит от определенных демографических и экономических условий, которые могут различаться в разных странах. Так, по данным ВОЗ, истинный уровень зараженности среди населения часто недооценен, поскольку значительная часть инфицированных не выявляется, либо потому, что они бессимптомны, либо имеют только легкие симптомы [13]. Использование же специфических показателей летальности *IFR* и *CFR* для оценки демографических потерь сопряжено с необходимостью учета всех случаев инфицирования и/или заболевания. Данная практика трудноосуществима в реальных условиях, что может привести к недооценке уровня летальности, связанной с COVID-19 [11, 12]. В то же время показатели госпитальной заболеваемости, используемые для мониторинга распространения инфекции [14] и вычисляемые среди контингента лиц, обратившихся за медицинской помощью, будут ожидаемо выше, чем среди остального населения. Последствия распространения SARS-CoV-2 в популяции, оцененные с использованием таких специфических показателей, с большой долей вероятности могут быть переоценены [15].

Полученные в разные периоды развития эпидемического процесса оценки летальности могут варьировать в широких пределах, что может приводить к ошибочной интерпретации результатов сравнения в различных популяциях и в различное время [8] и затруднять прогнозирование ожидаемых последствий [16]. Применение различных методик расчета описанных показателей в разных странах является причиной значительных расхождений в оценках летальности (0,1–25% и более) [13], что может вводить исследователей в заблуждение при сопоставлении опубликованных данных.

Один из возможных способов минимизации влияния этих неопределенностей состоит в использовании неспецифического показателя общей смертности, который, в отличие от специфических показателей, нечувствителен к различным методикам расчета, поскольку представляет собой долю умерших от всех причин в популяции. Целью исследования было оценить избыточную смертность

среди населения Озерского городского округа, связанную с пандемией COVID-19, полученную при сравнении грубых показателей смертности от всех причин.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводили ретроспективно с использованием когортной методологии. Объектом наблюдения было население, проживающее на территории Озерского городского округа в период 2010–2020 гг. Для проведения исследования использовали данные официальной статистики [17]. Для расчета грубого показателя общей смертности ( $\mu_t$ ) использовали число умерших от всех причин в год ( $M_t$ ) и численность населения ( $P_t$ ) в конце календарного года ( $t$ ). Показатель общей смертности вычисляли на 1000 человек по формуле:

$$\mu_t = \frac{M_t}{P_t} \times 1000. \quad (1)$$

Годовой прирост показателя общей смертности вычисляли по формуле:

$$\Delta\mu = \frac{\mu_t - \mu_{t-1}}{\mu_{t-1}} \times 100\%, \quad (2)$$

где  $\mu_t$  — грубый показатель общей смертности за текущий год,  $\mu_{t-1}$  — грубый показатель общей смертности за предшествующий год.

Избыточную смертность вычисляли как разность между показателем общей смертности в 2020 г. и усредненным значением показателя за период, предшествующий объявлению пандемии COVID-19, исходя из предположения о стационарности демографического тренда. Оценку линейности тренда выполняли с использованием коэффициента линейной корреляции ( $r$ ) и коэффициента аппроксимации  $R^2$  [18].

Для характеристики показателя смертности на 1000 человек (%) использовали общепринятую шкалу [19], согласно которой уровень смертности на основании годового показателя общей смертности ( $\mu_t$ ) определяли по следующему соотношению:

$$\begin{aligned} (\mu_t) < 10\% & \text{ — низкий,} \\ 10\% \leq (\mu_t) < 15\% & \text{ — средний,} \\ 15\% \leq (\mu_t) < 25\% & \text{ — высокий.} \end{aligned} \quad (3)$$

При помощи сравнения полученных грубых показателей общей смертности за различные годы была протестирована гипотеза о влиянии пандемии COVID-19 на смертность среди населения ОГО. Оценку статистической значимости различий между годовыми показателями смертности проводили путем частотного анализа дихотомического признака (наступления или ненаступления исхода) в таблицах сопряженности  $2 \times 2$  с использованием теста Хи-квадрат Пирсона (Pearson Chi-square), реализованного в пакете программ для прикладной статистики WinPeri [20]. Результаты считали статистически значимыми при заданном уровне значимости  $p < 0,01$ . Проверку результатов исследования выполняли на основании оценки вероятности повторного воспроизведения ( $P$ -rep) [21], критерием которой при заданном уровне значимости  $\alpha = 0,05$  считали достижение  $P$ -rep уровня 80%.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Динамика изменения численности населения ОГО в течение исследуемого периода и оценка ее тренда представлены на рис. 1.

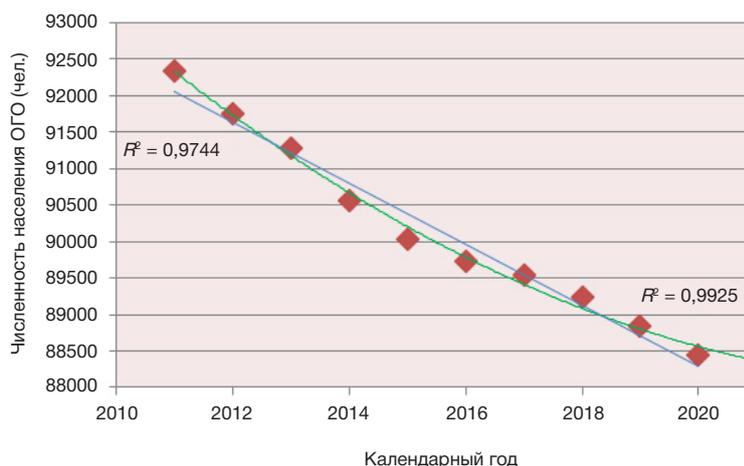


Рис. 1. Динамика изменения численности населения ОГО за 2010–2020 гг.

Динамика численности населения ОГО за десятилетний период имеет выраженный нисходящий тренд, который наиболее хорошо описывает линейно-квадратичная зависимость ( $R^2 = 0,99$ ). Коэффициент линейной корреляции для тренда составляет 0,84 ( $p < 0,05$ ). Линейность тренда в пределах  $0,7 < r < 0,9$  (коэффициент качества аппроксимации  $R^2 = 0,97$ ) свидетельствует о выраженном линейном компоненте.

На основании данных о численности населения и числе умерших в ОГО за период 2010–2020 гг. были вычислены годовые грубые общие показатели смертности от всех причин ( $\mu$ ), а также абсолютный и относительный прирост смертности за год ( $\Delta\mu$ , %) (табл. 1).

Годовое увеличение абсолютного числа случаев смерти в ОГО за 2020 г., по сравнению с предыдущим годом, составило 233 (или 192 случая, по сравнению со средним значением общего числа смертей за предшествующий период 2010–2019 гг.). Ожидаемое число избыточных смертей, которые можно отнести к первому году пандемии, составило 2,17 на 1000 человек, или 13,4% от общей смертности.

Прирост показателя общей смертности  $\Delta\mu$  в ОГО, по сравнению с 2019 г., составил 20,12%. Отношение показателей общей смертности  $\mu_{2020}/\mu_{2010-2019}$  по сравнению со значением за 10 предшествующих лет составило 1,19 (95% ДИ: 1,1–1,28;  $p = 6,0 \times 10^{-6}$ ).

Согласно шкале оценки смертности (3), уровень смертности в ОГО за период 2010–2019 гг. характеризовался, как средний. Наблюдаемое в 2020 г. изменение показателя смертности характеризует

уровень смертности как высокий. Динамика изменения показателей общей смертности в ОГО, по сравнению с аналогичными показателями в Челябинской области за период 2010–2020 гг. представлена на рис. 2.

С 2010 по 2019 г. наряду с практически монотонным снижением показателя общей смертности ( $R^2 = 0,9$ ) в Челябинской области показатели смертности в ОГО демонстрируют колебания от 12,5 до 14,5 в пределах слабого восходящего тренда (коэффициент линейной корреляции 0,69). Примечательно, что в последние годы показатели смертности по ОГО превышают аналогичные показатели по области.

Фактическое значение показателя общей смертности по данным официальной статистики в 2020 г. в Челябинской области составило 15,9, а для ОГО — 16,2 [22], что демонстрирует значительное отклонение от его значения, вычисленного на основании линейной экстраполяции. Для проверки случайности данного отклонения было выполнено попарное сравнение различий годовых показателей смертности от всех причин в 2020 г. с показателями смертности за предыдущие годы. В качестве контрольного сравнения использовали показатель смертности за 2019 г.

Результаты сравнения с показателями смертности за предыдущие годы, статистическая значимость и воспроизводимость результата представлены в табл. 2.

Результаты попарного сравнения показателя смертности за 2020 г. с показателями смертности за предшествующие годы выявили статистически значимые различия во всех парах ( $p \ll 0,05$ ) с высоким уровнем воспроизводимости результатов (>80%). В то же время

Таблица 1. Численность населения и смертность в ОГО за период 2010–2020 гг.

Год	Численность населения	Умерло	Абсолютный прирост смертности	Показатель смертности ( $\mu$ )	$\Delta\mu$ , %
2010	97 832	1309	–	13,38	–
2011	92 335	1243	–66	13,46	0,6
2012	91 744	1226	–17	13,36	–0,74
2013	91 285	1181	–45	12,94	–3,14
2014	90 567	1240	59	13,69	5,8
2015	90 029	1237	–3	13,74	0,37
2016	89 724	1279	42	14,25	3,71
2017	89 545	1227	–52	13,7	–3,86
2018	89 230	1241	14	13,91	1,53
2019	88 835	1197	–44	13,47	–3,16
2020	88 399	1430	233	16,18	20,12



Рис. 2. Динамика грубого показателя общей смертности на 1000 человек в год в ОГО и Челябинской области за период 2010–2020 гг.

сравнение показателей смертности с контрольным значением за 2019 г. не выявило статистически значимых различий ни в одной из пар сравнения ( $p > 0,05$ ), за исключением анализируемого показателя смертности за 2020 г.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные результаты свидетельствуют о статистически значимом повышении грубого показателя смертности от всех причин в ОГО в 2020 г., по сравнению с аналогичным показателем за 2019 г. на 20,1%, и с усредненным значением показателя за период 2010–2019 гг. на 19,0%. Это говорит о появлении в изучаемой популяции в 2020 г. нового негативного фактора, который не действовал в течение предыдущих лет и значимо повлиял на смертность населения.

Результаты проведенного исследования согласуются с данными национальной статистики. Согласно данным Росстат [23], в течение 2020 г. в Российской Федерации (РФ) умерло на 288 000 человек больше, чем в среднем за пять предыдущих лет, а избыточная смертность в 2020 г. по сравнению с предыдущим годом составила 18,9%, что подтверждается данными ранних исследований [10–12]. Оцениваемая доля в избыточной смертности в 2020 г. лиц, у которых диагноз заболевания COVID-19 был установлен как основная причина смерти, составила 31%.

В настоящем исследовании в силу ограниченного доступа к информации мы не располагаем данными о числе умерших среди инфицированных SARS-CoV-2 в ОГО. Тем не менее оценка показателя специфической смертности населения ОГО может быть произведена косвенно с использованием аналогичного коэффициента в РФ, при допущении об отсутствии существенных различий в возрастно-половой структуре населения ОГО и РФ и о динамике смертности в популяции среди лиц, находящихся под риском заболевания с течением времени. При предположении о 31%-й этиологической доле COVID-19 ожидаемое число случаев смерти среди населения ОГО вследствие заболевания COVID-19 в 2020 г. составит 59,5, а ожидаемый показатель специфической смертности — 67,3 случая на 100 000 человек в год.

На основании полученного значения показателя специфической смертности, обусловленной COVID-19, проведено сравнение с показателями смертности от болезней системы кровообращения (БСК) и онкологических заболеваний, как наиболее социально значимых нарушений здоровья, занимающих первые ранговые места в структуре смертности по РФ. По сравнению с грубым показателем смертности от БСК в 2019 г. (573,2 случая на 100 000 населения) [24], показатель смертности от COVID-19 как основной причины смерти будет в 8,5 раз ниже. Для онкологических заболеваний (203,5 случаев на 100 000 населения) данный показатель будет ниже в 3 раза.

Таблица 2. Сравнение грубых годовых показателей смертности от всех причин в ОГО

Год	Pearson $\chi^2$ p-value	P-rep, %	Год	Pearson $\chi^2$ p-value	P-rep, %
2010	$5,8 \times 10^{-7}$	93	2010	0,86	–
2011	$1,8 \times 10^{-6}$	92	2011	0,98	–
2012	$7,6 \times 10^{-7}$	93	2012	0,84	–
2013	$1,0 \times 10^{-8}$	94	2013	0,32	67
2014	$1,4 \times 10^{-5}$	92	2014	0,69	–
2015	$2,3 \times 10^{-5}$	91	2015	0,63	–
2016	$9,3 \times 10^{-4}$	89	2016	0,16	28
2017	$1,7 \times 10^{-5}$	92	2017	0,68	–
2018	$8,7 \times 10^{-5}$	91	2018	0,43	89
2019	$2,6 \times 10^{-6}$	92	2019	–	–
2020	–	–	2020	$2,6 \times 10^{-6}$	92

Таблица 3. Число коек в медицинских организациях Челябинской области, оказывающих помощь в стационарных условиях за период 2016–2020 гг.

Профиль коек	Число коек на конец года					Изменение 2019–2020
	2016	2017	2018	2019	2020	
Неинфекционный	20064	19525	19124	19035	15846	–3189
Инфекционный	1230	1209	1180	1134	6355	5221

Исходя из данного предположения, можно ожидать, что число избыточных смертей в ОГО в случае, когда COVID-19 не являлся основной причиной смерти, составит 132. Эти случаи смерти могут быть связаны либо с заболеванием COVID-19 как косвенной причины смерти, либо с другими причинами, не обусловленными COVID-19, но в то же время значимо связанными с влиянием пандемии.

Вследствие стремительного распространения заболевания COVID-19 в начале 2020 г. правительствами большинства стран, включая Россию, был принят ряд ограничительных мер, направленных на снижение числа инфицированных и улучшение оказания медицинской помощи больным с признаками инфекции SARS-CoV-2. Несмотря на безусловную необходимость данных действий в условиях пандемии, принятые меры имели как медицинские, так и социально-экономические последствия. Так, число коек неинфекционного профиля в стационарах Челябинской области в 2020 г. резко сократилось в пользу инфекционных коек для лечения больных с COVID-19 (табл. 3).

Перепрофилирование части стационаров и лечебно-диагностических отделений в инфекционные привело к сокращению объема оказания медицинской помощи больным с хроническими неинфекционными заболеваниями, такими как болезни системы кровообращения или онкологические заболевания, смертность от которых традиционно наиболее высока, по сравнению с другими причинами, включая инфекционные заболевания [24]. Данные изменения особенно значимы для лиц старше 60 лет, для которых характерна наиболее высокая смертность [12, 25] в связи с наличием хронической коморбидной патологии [26], доля которых среди населения ОГО на конец 2020 г. составляла 29%. Ситуацию усугубили локальные карантинные мероприятия, введенные во многих учреждениях здравоохранения на фоне нехватки специалистов, занимающихся оказанием медицинской помощи больным COVID-19. Все это

свидетельствует о том, что система здравоохранения испытывала серьезные трудности при работе в режиме пандемии [27], которые могли обусловить повышение смертности населения и от неинфекционных заболеваний.

Таким образом, в условиях пандемии наряду с COVID-19-ассоциированной смертностью необходимо также выделять избыточную смертность, не связанную напрямую с действием инфекционного агента и обусловленную влиянием факторов социально-экономической природы, эффективность которых в отношении снижения смертности от COVID-19 в настоящее время широко обсуждают [28]. Исходя из вышеизложенного, при планировании санитарно-противоэпидемических мероприятий в условиях пандемии требуется учитывать комплексный характер возможных санитарных потерь среди населения.

## ВЫВОДЫ

Объявление глобальной пандемии COVID-19 в 2020 г. оказало существенное негативное влияние на демографическую ситуацию в ОГО. Выявлен достоверный рост общей смертности населения ОГО по сравнению с предыдущим десятилетием. Избыточная смертность, которую можно отнести к влиянию пандемии COVID-19, составила 19%. Относимый к влиянию пандемии избыток общей смертности в 2020 г. составляет 13,4%, а ожидаемое значение специфического показателя смертности, обусловленной COVID-19, составляет 4,2%. Согласно проведенному анализу, влияние COVID-19 статистически значимо, но не играет преобладающей роли в демографических потерях для населения ОГО. Однако в связи с длительным характером течения пандемии COVID-19 необходимы дальнейшие исследования для установления взаимосвязи непосредственного влияния инфекционного агента SARS-CoV-2 и социально-экономических последствий, вызванных объявлением пандемии, которые могут играть значимую роль в оценке риска смертности.

## Литература

- Lotfi M, Hamblin MR, Rezaei N. COVID-19: Transmission, prevention, and potential therapeutic opportunities. *Clin Chim Acta*. 2020; 508: 254–66. DOI: 10.1016/j.cca.2020.05.044.
- Müller O, Neuhann F, Razum O. Epidemiologie und Kontrollmaßnahmen bei COVID-19 [Epidemiology and control of COVID-19]. *Dtsch Med Wochenschr*. 2020; 145 (10): 670–74. DOI: 10.1055/a-1162-1987.
- Modig K, Ahlbom A, Matthews A. COVID-19 — deaths and analysis. *Lakartidningen*. 2020; 117: F3XL. PMID: 32365212.
- Lai CC, Shih TP, Ko WC. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and coronavirus disease-2019 (COVID-19): The epidemic and the challenges. *Int J Antimicrob Agents*. 2020; 55 (3): 105924. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2020.105924.
- Ensheng D, Hongru D, Lauren G. An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. *The Lancet Infectious Diseases*. 2020; 20 (5): 533–34. DOI: 10.1016/S1473-3099(20)30120-1.
- Новосёлов В. Н., Носач Ю. Ф., Ентяков Б. Н. Атомное сердце России. Челябинск: Изд-во «Автограф», 2014; 528 с.
- Федеральная целевая программа «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2030 года». Доступно по ссылке (дата обращения 22.02.2022): <http://фцп-яpb2030.рф/about/overview/>.
- Драпкина О. М., Самородская И. В., Сивцева М. Г., Какорина Е. П., Брико Н. И., Черкасов С. Н. и др. Методические аспекты оценки заболеваемости, распространенности, летальности и смертности при COVID-19. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2020; 19 (3): 302–09. DOI:10.15829/1728-8800-2020-2585.
- Weiss P, Murdoch DR. Clinical course and mortality risk of severe COVID-19. *The Lancet*. 2020; 395: 1014–5.
- Дружинин П. В., Молчанова Е. В. Смертность населения российских регионов в условиях пандемии

- COVID-19. Регионология. 2021; 29 (3): 666–85. DOI: 10.15507/24131407.116.029.202103.666-685.
11. Lifshits ML, Neklyudova NP. COVID-19 mortality rate in Russian regions: forecasts and reality. *R-economy*. 2020; 6 (3): 171–82. DOI: 10.15826/recon.2020.6.3.015.
  12. Дружинин П. В., Молчанова Е. В., Подлевских Ю. Л. Влияние пандемии Covid-19 на смертность населения российских регионов. Труды Карельского научного центра РАН. 2021; 7: 116–128. DOI: 10.17076/them1421.
  13. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). Оценка показателей смертности от Covid-19. Доступно по ссылке (дата обращения 22.02.2022): <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/estimating-mortality-from-covid-19>.
  14. Richardson S, Hirsch JS, Narasimhan M, Crawford JM, McGinn T, Davidson KW, et al. Presenting characteristics, comorbidities, and outcomes among 5700 patients hospitalized with COVID-19 in the New York City Area. *JAMA*. 2020; 323 (20): 2052–9. DOI: 10.1001/jama.2020.6775.
  15. Grasselli G, Zangrillo A, Zanella A, Antonelli M, Cabrini L, Castelli A, et al. COVID-19 Lombardy ICU Network. Baseline Characteristics and Outcomes of 1591 Patients Infected With SARS-CoV-2 Admitted to ICUs of the Lombardy Region, Italy. *JAMA*. 2020; 323 (16): 1574–81. DOI: 10.1001/jama.2020.5394.
  16. Obesnyuk VF. Group health risk parameters in a heterogeneous cohort. Indirect assessment as per events taken in dynamics. *Health Risk Analysis*. 2021; 2: 17–32. DOI: 10.21668/health.risk/2021.2.02.eng.
  17. Паспорт Озёрского городского округа. Доступно по ссылке (дата обращения 22.02.2022): <http://ozerskadm.ru/regulatory/passport/>.
  18. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины. М.: Изд-во «Медиа Сфера», 1998; 352 с.
  19. Мерков А. М., Сухаребский Л. М. Статистика на службе народного здоровья. М.: Изд-во «Статистика», 1968; 48 с.
  20. Abramson, JH. WINPEPI updated: computer programs for epidemiologists, and their teaching potential. *Epidemiologic Perspectives & Innovations*. 2011; 8 (1). DOI: 10.1186/1742-5573-8-1.
  21. Reality check on reproducibility. *Nature*. 2016; 533 (7604): 437. DOI: 10.1038/533437a.
  22. Регионы России. Социально-экономические показатели. Статистический сборник. 2020. Доступно по ссылке (дата обращения 22.02.2022): [https://gks.ru/bgd/regl/b20\\_14p/Main.htm](https://gks.ru/bgd/regl/b20_14p/Main.htm).
  23. Федеральная служба государственной статистики «Росстат». Доступно по ссылке (дата обращения 22.02.2022): <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/TwbjciZH/edn12-2020.html>.
  24. Здравоохранение в России. Стат. сб. М.: Изд-во «Росстат», 2021; 171 с.
  25. Blagosklonny MV. From causes of aging to death from COVID-19. *Aging (Albany NY)*. 2020; 12 (11): 10004–21. DOI: 10.18632/aging.103493.
  26. Guan WJ, Liang WH, Zhao Y, Liang HR, Chen ZS, Li YM, et al. China Medical Treatment Expert Group for COVID-19. Comorbidity and its impact on 1590 patients with COVID-19 in China: a nationwide analysis. *Eur Respir J*. 2020; 55 (5): 2000547. DOI: 10.1183/13993003.00547-2020.
  27. Bong CL, Brasher C, Chikumba E, McDougall R, Mellin-Olsen J, Enright A. The COVID-19 Pandemic: Effects on Low- and Middle-Income Countries. *Anesth Analg*. 2020; 131 (1): 86–92. DOI: 10.1213/ANE0000000000004846.
  28. Herby J, Joung L, Hanke S. A Literature Review and Meta-Analysis of the Effects of Lockdowns on COVID-19 Mortality. *Studies in Applied Economics*. 2022; 200: 1–61.

## References

1. Lotfi M, Hamblin MR, Rezaei N. COVID-19: Transmission, prevention, and potential therapeutic opportunities. *Clin Chim Acta*. 2020; 508: 254–66. DOI: 10.1016/j.cca.2020.05.044.
2. Müller O, Neuhann F, Razum O. Epidemiologie und Kontrollmaßnahmen bei COVID-19 [Epidemiology and control of COVID-19]. *Dtsch Med Wochenschr*. 2020; 145 (10): 670–74. DOI: 10.1055/a-1162-1987.
3. Modig K, Ahlbom A, Matthews A. COVID-19 — deaths and analysis. *Lakartidningen*. 2020; 117: F3XL. PMID: 32365212.
4. Lai CC, Shih TP, Ko WC. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and coronavirus disease-2019 (COVID-19): The epidemic and the challenges. *Int J Antimicrob Agents*. 2020; 55 (3): 105924. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2020.105924.
5. Ensheng D, Hongru D, Lauren G. An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. *The Lancet Infectious Diseases*. 2020; 20 (5): 533–34. DOI: 10.1016/S1473-3099(20)30120-1.
6. Novoselov VN, Nosach YuF, Entyakov BN. Atomnoe serdce Rossii. Chelyabinsk: Izd-vo «Avtograf», 2014; 528 s. Russian.
7. Federal'naya celevaya programma «Obespechenie yadernoj i radiacionnoj bezopasnosti na 2016–2020 gody i na period do 2030 goda». Dostupno po ssylke (data obrashheniya 22.02.2022): <http://fcp-yarb2030.rf/about/overview/>. Russian.
8. Drapkina OM, Samorodskaya IV, Sivceva MG, Kakorina EP, Briko NI, Cherkasov SN, i dr. Metodicheskie aspekty ocenki zaboлеваemosti, rasprostranennosti, letal'nosti i smertnosti pri COVID-19. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2020; 19 (3): 302–09. DOI: 10.15829/1728-8800-2020-2585. Russian.
9. Weiss P, Murdoch DR. Clinical course and mortality risk of severe COVID-19. *The Lancet*. 2020; 395: 1014–5.
10. Druzhinin PV, Molchanova EV. Smertnost' naseleniya rossijskix regionov v usloviyax pandemii COVID-19. *Regionologiya*. 2021; 29 (3): 666–85. DOI: 10.15507/24131407.116.029.202103.666-685. Russian.
11. Lifshits ML, Neklyudova NP. COVID-19 mortality rate in Russian regions: forecasts and reality. *R-economy*. 2020; 6 (3): 171–82. DOI: 10.15826/recon.2020.6.3.015.
12. Druzhinin PV, Molchanova EV, Podlevskikh YuL. Vliyanie pandemii Covid-19 na smertnost' naseleniya rossijskix regionov. *Trudy Karelskogo nauchnogo centra RAN*. 2021; 7: 116–128. DOI: 10.17076/them1421. Russian.
13. Vsemirnaya organizaciya zdavooxraneniya (VOZ). Ocenka pokazatelej smertnosti ot Covid-19. Dostupno po ssylke (data obrashheniya 22.02.2022): <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/estimating-mortality-from-covid-19>. Russian.
14. Richardson S, Hirsch JS, Narasimhan M, Crawford JM, McGinn T, Davidson KW, et al. Presenting characteristics, comorbidities, and outcomes among 5700 patients hospitalized with COVID-19 in the New York City Area. *JAMA*. 2020; 323 (20): 2052–9. DOI: 10.1001/jama.2020.6775.
15. Grasselli G, Zangrillo A, Zanella A, Antonelli M, Cabrini L, Castelli A, et al. COVID-19 Lombardy ICU Network. Baseline Characteristics and Outcomes of 1591 Patients Infected With SARS-CoV-2 Admitted to ICUs of the Lombardy Region, Italy. *JAMA*. 2020; 323 (16): 1574–81. DOI: 10.1001/jama.2020.5394.
16. Obesnyuk VF. Group health risk parameters in a heterogeneous cohort. Indirect assessment as per events taken in dynamics. *Health Risk Analysis*. 2021; 2: 17–32. DOI: 10.21668/health.risk/2021.2.02.eng.
17. Paspport Ozyorskogo gorodskogo okruga. Dostupno po ssylke (data obrashheniya 22.02.2022): <http://ozerskadm.ru/regulatory/passport/>. Russian.
18. Fletcher R, Fletcher S, Vagner Eh. Klinicheskaya ehpidemiologiya. Osnovy dokazatel'noj mediciny. M.: Izd-vo «Media Sfera», 1998; 352 s. Russian.
19. Merkov AM, Suxarebskij LM. Statistika na sluzhbe narodnogo zdorov'ya. M.: Izd-vo «Statistika», 1968; 48 s. Russian.
20. Abramson, JH. WINPEPI updated: computer programs for epidemiologists, and their teaching potential. *Epidemiologic Perspectives & Innovations*. 2011; 8 (1). DOI: 10.1186/1742-5573-8-1.
21. Reality check on reproducibility. *Nature*. 2016; 533 (7604): 437. DOI: 10.1038/533437a.

22. Regiony Rossii. Social'no-ehkonomicheskie pokazateli. Statisticheskij sbornik. 2020. Dostupno po ssylke (data obrashheniya 22.02.2022): [https://gks.ru/bgd/regl/b20\\_14p/Main.htm](https://gks.ru/bgd/regl/b20_14p/Main.htm). Russian.
23. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki «Rosstat». Dostupno po ssylke (data obrashheniya 22.02.2022): <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/TwbjciZH/edn12-2020.html>. Russian.
24. Zdravooxranenie v Rossii. Stat. sb. M.: Izd-vo «Rosstat», 2021; 171 s. Russian.
25. Blagosklonny MV. From causes of aging to death from COVID-19. Aging (Albany NY). 2020; 12 (11): 10004–21. DOI: 10.18632/aging.103493.
26. Guan WJ, Liang WH, Zhao Y, Liang HR, Chen ZS, Li YM, et al. China Medical Treatment Expert Group for COVID-19. Comorbidity and its impact on 1590 patients with COVID-19 in China: a nationwide analysis. Eur Respir J. 2020; 55 (5): 2000547. DOI: 10.1183/13993003.00547-2020.
27. Bong CL, Brasher C, Chikumba E, McDougall R, Mellin-Olsen J, Enright A. The COVID-19 Pandemic: Effects on Low- and Middle-Income Countries. Anesth Analg. 2020; 131 (1): 86–92. DOI: 10.1213/ANE0000000000004846.
28. Herby J, Joung L, Hanke S. A Literature Review and Meta-Analysis of the Effects of Lockdowns on COVID-19 Mortality. Studies in Applied Economics. 2022; 200: 1–61.