

COVID-19 и медицинские работники: заболеваемость, летальность и отдаленные последствия

А. К. Устарханова^{1,2}, А. А. Стрижаков^{2,3}, И. В. Бухтияров^{2,3}, Н. А. Костенко⁴, В. Г. Акимкин¹

¹ ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора, Москва, Россия

² ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия

³ ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. акад. Н. Ф. Измерова» Минобрнауки России, Москва, Россия

⁴ Центральная дирекция здравоохранения – филиал ОАО «Российские железные дороги», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Медицинские работники оказались в числе наиболее уязвимых категорий в условиях пандемии COVID-19. Высокая заболеваемость, значительная летальность и частые отдаленные последствия заболевания, включая постковидный синдром, респираторные и психоэмоциональные нарушения, делают необходимым всестороннее изучение профессиональных рисков и медицинских последствий для этой группы. Объективная оценка масштабов и факторов воздействия пандемии на здоровье медработников важна для формирования устойчивой системы профилактики, охраны труда и стратегического планирования в сфере здравоохранения, особенно в условиях повторяющихся эпидемических угроз.

Материалы и методы. Исследование проведено на базе крупнейшей ведомственной медицинской сети ОАО «Российские железные дороги» (75 регионов РФ, около 60000 сотрудников). Проанализированы 16344 случая заболевания COVID-19 среди медицинского персонала в 2020–2022 гг. Оценены уровни заболеваемости и летальности в различных профессиональных, половых и возрастных группах. Проведен анализ 7805 экспертиз связи заболевания с профессиональной деятельностью, включая 2583 посмертные экспертизы. Использованы стандартные эпидемиологические методы расчета коэффициентов, межгруппового сравнения, статистической обработки и анализа достоверности различий между категориями персонала в разные периоды пандемии.

Результаты. Средняя заболеваемость COVID-19 среди медицинских работников составила $93,2 \pm 1,5$ случая на 1000 сотрудников, что достоверно превышает уровень среди всего персонала холдинга ОАО «РЖД» ($65,3 \pm 0,9$ на 1000), в 1,43 раза ($p < 0,0001$), а также выше среднего уровня по Российской Федерации ($73,4 \pm 1,1$ на 1000), в 1,27 раза ($p < 0,0001$). Наибольший риск инфицирования выявлен у врачей – $381,4 \pm 15,2$ случая на 1000 работников, что в 1,96 раза превышает показатель среди немедицинского персонала ($194,1 \pm 8,5$ на 1000; $p < 0,0001$). Заболеваемость среди среднего медперсонала составила $298,2 \pm 12,7$, младшего – $221,3 \pm 9,8$; в обоих случаях также отмечены достоверные превышения по сравнению с немедицинским персоналом (в 1,54 раза, $p < 0,0001$ и в 1,14 раза, $p < 0,01$ соответственно). Коэффициент летальности среди медицинских работников составил $0,70 \pm 0,13\%$, что в 2,8 раза выше ($p < 0,0001$), чем среди остального персонала холдинга ($0,25\%$). В рамках 7805 экспертиз причинно-следственная связь заболевания COVID-19 с профессиональной деятельностью была установлена в 63,8% посмертно и в 67,8% случаев – при жизни. Подавляющее большинство заболевших составили женщины (89%), средний возраст – $53,1 \pm 2,3$ года, при этом 59% случаев приходилось на работников в возрастной группе 40–60 лет.

Выводы. COVID-19 оказал выраженное профессиональное воздействие на медицинских работников. Полученные данные подчеркивают необходимость внедрения комплексных мер защиты, включая обеспечение средствами индивидуальной защиты, вакцинацию, регулярный медицинский мониторинг, постковидную реабилитацию, поддержку психоэмоционального состояния и правовое признание COVID-19 как профессионального заболевания при наличии подтвержденных факторов риска.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: COVID-19, профессиональные заболевания, медицинские работники, SARS-CoV-2, заболеваемость, летальность, коронавирусная инфекция, постковидный синдром, эпидемиология.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

COVID-19 and healthcare workers: morbidity, mortality, and long-term consequences

A. K. Ustarkhanova^{1,2}, L. A. Strizhakov^{2,3}, I. V. Bukhtiyarov^{2,3}, N. A. Kostenko⁴, V. G. Akimkin¹

¹ Central Research Institute of Epidemiology, Moscow, Russia

² I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

³ Izmerov Research Institute of Occupational Health, Moscow, Russia

⁴ Central Healthcare Directorate – Branch of JSC “Russian Railways”, Moscow, Russia

SUMMARY

Relevance. Healthcare workers were among the most vulnerable groups during the COVID-19 pandemic. High morbidity, considerable mortality, and frequent long-term consequences of the disease – including post-COVID syndrome, respiratory and psychoemotional disorders – necessitate a comprehensive assessment of occupational risks and medical outcomes in this population. An objective evaluation of the scale and factors influencing the health of healthcare workers during the pandemic is essential for the development of a sustainable system of prevention, occupational safety, and strategic planning in the healthcare sector, especially under recurring epidemic threats.

Materials and Methods. The study was conducted within the largest departmental healthcare network in Russia – JSC «Russian Railways» (covering 75 regions, approximately 60,000 employees). A total of 16,344 confirmed cases of COVID-19 among medical personnel were analyzed for the period 2020–2022. Morbidity and mortality rates were assessed across professional, gender, and age groups. Additionally, 7,805 expert assessments of occupational causation were evaluated, including 2,583 postmortem examinations. Standard epidemiological methods were used: incidence rate calculations, intergroup comparisons, statistical analysis, and significance testing across different periods of the pandemic.

Results. The average COVID-19 morbidity among healthcare workers was 93.2 ± 1.5 per 1,000 employees, significantly higher than in all other personnel at Russian Railways (65.3 ± 0.9 per 1,000; 1.43 times higher, $p < 0.0001$), and higher than the national average (73.4 ± 1.1 per 1,000; 1.27 times higher,

$p < 0.0001$). The highest risk of infection was among physicians – 381.4 ± 15.2 per 1,000, which was 1.96 times higher than that of non-medical personnel (194.1 ± 8.5 per 1,000; $p < 0.0001$). Among nursing staff, the morbidity rate was 298.2 ± 12.7 , and among junior personnel – 221.3 ± 9.8 , both significantly higher than among non-medical staff (1.54 times, $p < 0.0001$ and 1.14 times, $p < 0.01$, respectively). The case fatality rate among healthcare workers was $0.70\% \pm 0.13\%$, which was 2.8 times higher than among the rest of the organization's staff (0.25% ; $p < 0.0001$). In the 7,805 expert assessments conducted, a direct occupational link to COVID-19 was confirmed in 63.8% of postmortem and 67.8% of non-postmortem cases. The vast majority of those infected were women (89%), with an average age of 53.1 ± 2.3 years. The age group 40–60 years accounted for 59% of all cases.

Conclusions. COVID-19 had a significant occupational impact on healthcare workers. The results underscore the urgent need for comprehensive protective measures, including the provision of personal protective equipment, vaccination, regular health monitoring, post-COVID rehabilitation, psychological support, and formal legal recognition of COVID-19 as an occupational disease when risk factors are confirmed.

KEYWORDS: COVID-19, occupational diseases, healthcare workers, SARS-CoV-2, morbidity, mortality, coronavirus infection, post-COVID syndrome, epidemiology.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest.

Актуальность

Пандемия COVID-19, вызванная коронавирусом SARS-CoV-2, стала одним из самых серьезных вызовов для человечества в XXI веке. По данным Роспотребнадзора и оперативного штаба по борьбе с коронавирусом, за первые два года пандемии в мире было зарегистрировано более 500 миллионов случаев заражения, а общее число летальных исходов превысило 6 миллионов [1]. Вирус быстро распространился по всем регионам, что привело к введению строгих ограничительных мер, экономическим кризисам и значительным изменениям в социальной жизни. 11 марта 2020 года ВОЗ признала вспышку пандемией, однако уже к этому моменту Россия, как и другие страны, активно внедряла меры противодействия, включая карантинные мероприятия и разработку вакцин [2].

Несмотря на широкомасштабные меры профилактики, включая использование средств индивидуальной защиты и вакцинацию, эпидемиологическая ситуация остается нестабильной: по данным последних отчетов ВОЗ, сохраняется циркуляция SARS-CoV-2 с периодическими подъемами заболеваемости в различных регионах мира. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) и Европейский центр профилактики и контроля заболеваний (ECDC) продолжают отслеживать распространение новых мутаций SARS-CoV-2, включая штамм Омикрон и его подварианты, которые являются основной причиной новых вспышек инфекции [3].

В России, согласно актуальным данным эпидемиологического мониторинга, продолжается выявление новых случаев COVID-19 с преобладанием рекомбинантных подвариантов. По данным российского молекулярно-генетического мониторинга, в базе данных VGARus зафиксировано более 130 тысяч последовательностей вируса, при этом около 86% из них относятся к вариантам, вызывающим обеспокоенность (VOCs и VOIs), что подтверждает актуальность мутационных процессов на территории РФ [4].

Медицинский персонал представляет собой ключевую группу риска в контексте инфицирования SARS-CoV-2 [5–6]. Согласно глобальным эпидемиологическим данным на 8 мая 2020 года, среди 152888 зарегистрированных случаев COVID-19 у медицинских работников (3,9% от общей заболеваемости) была выявлена значительная доля профессионального заражения [6]. Данная ситуация создает двойную эпидемиологическую угрозу: во-первых, инфицированные сотрудники становятся потенциальными источниками передачи вируса в коллективах и семьях;

во-вторых, их временная нетрудоспособность усугубляет кадровый дефицит, что особенно критично в периоды максимальной заболеваемости [7].

Находясь на передовой борьбы с пандемией, медицинские работники не только сталкивались с повышенным риском заражения, но и испытывали значительную нагрузку на физическое и психическое здоровье. Согласно исследованию, проведенному учеными из Massachusetts General Hospital и King's College London, вероятность инфицирования COVID-19 среди медицинских работников была в 11,6 раза выше по сравнению с общей популяцией, что объясняется их регулярным и тесным контактом с инфицированными пациентами, высокой вирусной нагрузкой и длительной экспозицией [8].

Заболеваемость COVID-19 среди медицинских работников остается выше, чем среди общей популяции, что подтверждается данными международных исследований. В Великобритании было установлено, что медработники имеют повышенный риск госпитализации и тяжелого течения COVID-19 по сравнению с другими профессиями, что связано с постоянной экспозицией к вирусу и нехваткой средств защиты на ранних этапах пандемии [9]. Кроме того, у значительного числа медицинских работников после перенесенного заболевания развиваются долгосрочные осложнения, в частности нарушения дыхательной функции, хронический кашель и одышка, что подтверждает необходимость их длительного медицинского наблюдения [9]. Подобная тенденция отмечается и в России. В Центре профессиональной патологии Сеченовского Университета проанализированы сложные экспертные случаи тяжелой коронавирусной инфекции COVID-19 у работников медицинских организаций, направленных на экспертизу центрами профессиональной патологии из разных регионов России: 67,5% случаев завершились летальным исходом, 32,5% – развились тяжелые осложнения [10].

Отдаленные последствия COVID-19 представляют собой серьезную проблему для медицинских работников, так как могут ограничивать их профессиональную деятельность и снижать качество жизни. Исследования показывают, что у 40–60% переболевших медработников сохраняются симптомы постковидного синдрома, включая респираторные расстройства, хроническую усталость и уменьшение объема легких, что может значительно осложнять их рабочий процесс. Помимо физических осложнений, у 30–50% медицинских работников, перенесших COVID-19, развиваются психоэмоциональные нарушения, включая тревожные

и депрессивные расстройства, что требует дополнительной психологической поддержки [9].

Смертность среди медицинских работников, перенесших COVID-19, остается важным аспектом исследования. Анализ данных показал, что младший медицинский персонал имел более высокий риск летального исхода по сравнению с другими профессиональными группами [11]. Основными причинами смертности среди медицинских работников стали тяжелые респираторные нарушения, сердечно-сосудистые осложнения и мультисистемные поражения, характерные для тяжелого течения COVID-19.

Помимо физиологических последствий COVID-19, особую актуальность представляют вопросы психического здоровья медицинских работников. Хронический стресс, синдром эмоционального выгорания и депрессия становятся важными факторами, влияющими на трудоспособность и общее состояние здоровья медицинского персонала [12]. Длительная работа в условиях пандемии, высокая психологическая нагрузка и постоянное пребывание в стрессовой среде повышают риск тревожных расстройств и когнитивных нарушений, что требует дополнительных мер профилактики и реабилитации.

Таким образом, исследование заболеваемости и отдаленных последствий COVID-19 среди медицинских работников является актуальным и востребованным направлением. Глубокий анализ динамики заболеваемости, частоты инвалидизации и летальности позволит разработать эффективные стратегии профилактики, реабилитации и улучшения условий труда данной категории специалистов.

Российский эпидемиологический опыт подчеркивает, что необходимо системное планирование и быстрая мобилизация ресурсов здравоохранения для защиты медработников от инфекционных угроз. Понимание факторов риска и влияние COVID-19 на медицинский персонал играет важную роль в повышении устойчивости системы здравоохранения и формировании мер по защите работников в случае новых эпидемиологических вызовов [13].

Материалы и методы

Исследование было проведено на основе данных, собранных из крупнейшей ведомственной сети здравоохранения России – «РЖД-Медицина». Эта сеть охватывает 75 регионов РФ и включает 248 структурных подразделений, в том числе 104 стационара и 144 амбулаторно-поликлинических учреждения. Общая численность персонала составляет около 60 тысяч человек. Уникальность этой сети заключается не только в масштабе, но и в ее ведомственной специфике (оказание медицинской помощи работникам железнодорожного транспорта с учетом профессиональных рисков), а также в возможности наблюдения за медицинскими работниками, подвергавшимися различным уровням профессионального риска во время пандемии COVID-19. В рамках исследования была проведена масштабная ПЦР-диагностика, охватившая более 10000 медицинских работников сети, что обеспечило репрезентативность полученных данных.

В исследовании использовались данные о заболеваемости COVID-19 среди работников сети за период с 2020 по 2022 годы, включая показатели заболеваемости, летальности и сведения о профессиональной структуре заболевших.

Для анализа заболеваемости применялись стандартные эпидемиологические подходы: расчет коэффициентов заболеваемости на 1000 работников, сравнение показателей в профессиональных группах, распределение по регионам и годам. Для анализа профессиональной обусловленности заболевания использовались данные экспертиз связи COVID-19 с профессиональной деятельностью, проводимых центрами профессиональной патологии Российской Федерации.

Результаты и обсуждение

За три года пандемии COVID-19 (2020–2022 гг.) среди медицинских работников сети «РЖД-Медицина» было зарегистрировано 16344 случая заболевания. Средний уровень заболеваемости среди медицинских работников за этот период составил $93,2 \pm 1,5$ случая на 1000 сотрудников, что в 1,43 раза ($p < 0,0001$) превышает аналогичный показатель среди всего персонала холдинга ОАО «РЖД», где заболеваемость составила $65,3 \pm 0,9$ случаев на 1000 человек. Это свидетельствует о более высоком риске заражения COVID-19 среди медицинских работников по сравнению с другими сотрудниками холдинга.

Для сравнения, средний уровень заболеваемости COVID-19 среди населения Российской Федерации за три года (2020–2022 гг.) составил $73,4 \pm 1,1$ случая на 1000 человек. Таким образом, уровень заболеваемости среди медицинских работников «РЖД-Медицина» (93,2 случая на 1000 сотрудников) превышал общероссийский показатель в 1,27 раза ($p < 0,0001$). Эти данные подтверждают, что медицинский персонал находился в зоне повышенного риска инфицирования COVID-19 не только в сравнении с коллегами по холдингу, но и с населением страны в целом, что связано с профессиональной деятельностью и постоянным контактом с источниками инфекции (рис. 1).

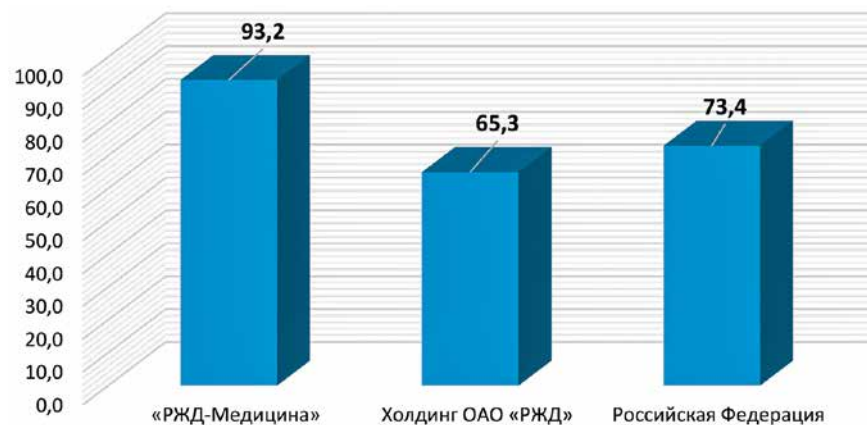


Рисунок 1. Показатели заболеваемости COVID-19 медицинских работников, всего персонала холдинга «РЖД» и общероссийские данные в среднем за 2020–2022 гг. (на 1000 человек)

Распределение заболеваемости по профессиональным группам показало, что наиболее высокий уровень зарегистрирован среди врачей ($381,4 \pm 15,2$ случая на 1000 работников). Средний медицинский персонал продемонстрировал показатель $298,2 \pm 12,7$ случаев на 1000 работников, младший персонал – $221,3 \pm 9,8$ случай на 1000 работников. Наименьший уровень заболеваемости наблюдался у немедицинского персонала ($194,1 \pm 8,5$ случая на 1000 работников). Таким образом, наибольшему риску профессионального заражения подвергались именно врачи (в 1,96 раза выше, чем у немедицинского персонала; $p < 0,0001$),



Рисунок 2. Показатели заболеваемости COVID-19 в отдельных профессиональных группах персонала медицинских учреждений (на 1000 человек)

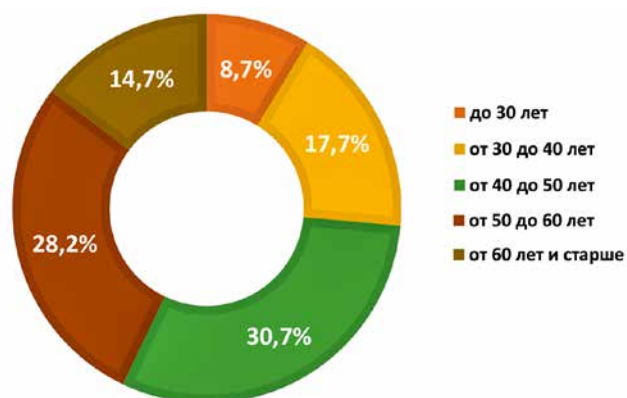


Рисунок 3. Возрастная структура работников медицинских учреждений, заболевших COVID-19 (%)



Рисунок 4. Коэффициенты летальности COVID-19 среди медицинских работников и в целом по холдингу в 2020–2022 гг. (в %)

а также средний и младший медицинский персонал: в 1,54 раза ($p < 0,0001$) и 1,14 раза ($p < 0,01$) соответственно выше по сравнению с немедицинским персоналом (рис. 2).

Гендерное распределение заболевших продемонстрировало преобладание женщин (89%, или 14,5 тыс. случаев), что связано с гендерной структурой медицинского персонала. Доля заболевших мужчин составила 11% (1,8 тыс. случаев). Средний возраст заболевших составил $53,1 \pm 2,3$ года. Наибольшее количество случаев зарегистрировано в возрастной группе 40–60 лет (59%), что соответствует возрастной структуре наиболее активных работников системы здравоохранения. Распределение заболевших по возрасту представлено на рисунке 3.

Летальность от COVID-19 среди медицинских работников за три года пандемии составила $0,70\% \pm 0,13\%$ (114 случаев), что в 2,8 раза ($p < 0,0001$) выше, чем у всего персонала холдинга (0,25%). Большинство летальных исходов зарегистрировано в 2020 и 2021 годах (рис. 4). Такое соотношение свидетельствует о большей уязвимости медицинских работников перед воздействием инфекционного фактора и более тяжелых последствиях заболевания по сравнению с работниками из других профессиональных групп. На рисунке 4 представлена динамика показателей летальности в течение 2020–2022 гг. в медицинской сети и по холдингу в целом.

В 2020 году в России доминировал исходный штамм SARS-CoV-2 (Wuhan-Hu-1, >90% случаев), однако к середине 2021 года его полностью вытеснил вариант Дельта (B.1.617.2), достигший 95% распространенности к августу 2021 года (GISAID, 2021). Этот период характеризовался максимальной вирулентностью вируса из-за ключевых мутаций (L452R, P681R). К началу 2022 года доминирующим стал Омикрон (B.1.1.529), составлявший 98% случаев к марту 2022 года (Rospotrebnadzor, 2022).

На рисунке 4 видно, что характер изменения показателей летальности во времени у медицинских работников и персонала холдинга был аналогичным. Рост коэффициента летальности в 2021 г. в 2–2,5 раза в обеих группах по сравнению с 2020 г. совпал с периодом циркуляции геноварианта Дельта, который отличался высокой контагиозностью и высокой вирулентностью, приводя к более тяжелому течению заболевания и большему числу летальных исходов. В 2022 г. наблюдалось 8–10-кратное снижение летальности, что, вероятно, связано с широкой вакцинацией, накопленным коллективным иммунитетом и более низкой патогенностью варианта Омикрон SARS-CoV-2. Однако во все три года пандемии сохранялось статистически значимое превышение уровня летальности среди медицинских работников по сравнению с персоналом холдинга: в 2,8 раза ($p < 0,0001$), что подтверждает устойчивость профессиональных рисков независимо от циркулирующего штамма.

В период с 2020 по 2023 гг. в Российской Федерации центрами профессиональной патологии проведено 7805 экспертиз связи заболевания COVID-19 с профессией у медицинских работников: 2583 посмертно (причинно-следственная связь установлена в 63,8% случаев) и 5222 при жизни (причинно-следственная связь установлена в 67,8% случаев).

Выводы

1. Анализ заболеваемости COVID-19 среди медицинских работников «РЖД-Медицина» в 2020–2022 гг. показал, что их уровень инфицирования ($93,2 \pm 1,5$ на 1000) был в 1,43 раза выше ($p < 0,0001$), чем среди всего персонала ОАО «РЖД» ($65,3 \pm 0,9$ на 1000), и в 1,27 раза выше ($p < 0,0001$), чем в среднем по России ($73,4 \pm 1,1$ на 1000), что свидетельствует о выраженном влиянии биологических факторов профессиональной среды, с которыми сталкиваются медицинские работники в процессе выполнения своих обязанностей.
2. Профессиональная структура заболевших продемонстрировала наиболее высокий уровень заболеваемости среди врачей ($381,4 \pm 15,2$ случая на 1000 работников), что связано с их постоянным участием в диагностике и лечении инфицированных пациентов. Заболеваемость среднего медицинского персонала составила $298,2 \pm 12,7$, а младшего персонала – $221,3 \pm 9,8$. Наименьший уровень заболеваемости зарегистрирован у немедицинского персонала ($194,1 \pm 8,5$), что подтверждает прямую связь профессиональной активности с риском инфицирования.
3. Наиболее пострадавшей оказалась возрастная группа 40–60 лет (59%), которая включает наиболее активно работающих сотрудников. Средний возраст заболевших – $53,1 \pm 2,3$ года. Женщины составили подавляющее большинство заболевших (89%), что связано со структурой сотрудников здравоохранения.
4. В 2020 году ситуация по заболеваемости COVID-19 была крайне сложной, поскольку вакцинация еще не проводилась, а интенсивность эпидемического процесса оставалась высокой. Несмотря на то, что в 2021 году общая заболеваемость среди медицинских работников снизилась на 39% по сравнению с 2020 годом, именно этот период стал наиболее тяжелым с точки зрения летальности: коэффициент летальности среди медработников вырос в 2–2,5 раза по сравнению с предыдущим годом и составил $0,70\% \pm 0,13\%$ в среднем за три года. Это совпадает с циркуляцией высокопатогенного варианта «Дельта». В 2022 году заболеваемость вновь увеличилась на 33% из-за распространения мутаций варианта «Омикрон», обладающего способностью частично обходить иммунную защиту, однако уровень летальности значительно снизился – на 8–10 раз по сравнению с 2021 годом, что связано с масштабной вакцинацией и накоплением коллективного иммунитета. Несмотря на снижение показателя, летальность среди медицинских работников все равно оставалась в 2,8 раза выше, чем среди остального персонала холдинга ($0,25\%$; $p < 0,0001$), что подтверждает устойчивость профессиональных рисков на протяжении всей пандемии.
5. Летальность среди медицинских работников составила $0,70\% \pm 0,13\%$ и была в 2,8 ($p < 0,0001$) раза выше, чем среди остального персонала холдинга «РЖД-Медицина» ($0,25\%$).
6. Важным аспектом исследования стала оценка профессиональной обусловленности COVID-19. Из проведенных 7805 экспертиз связь заболевания с профессиональной

деятельностью была подтверждена в 63,8% случаев при посмертных экспертизах и в 67,8% случаев при экспертизах, проведенных при жизни. Эти результаты подтверждают значительную роль профессиональных факторов в инфицировании медицинских работников возбудителем коронавирусной инфекции.

7. Проведенное исследование выявило высокую степень профессиональной уязвимости медицинских работников к COVID-19, что подтверждается данными по сети «РЖД-Медицина» и согласуется с международными наблюдениями. Результаты подчеркивают необходимость усиления профилактических мер, таких как улучшение обеспечения средствами индивидуальной защиты, совершенствование специфической профилактики, проведение регулярного мониторинга здоровья работников и разработка долгосрочных реабилитационных мероприятий. Для более точной оценки профессиональных рисков и улучшения подходов к защите персонала требуется продолжение подобных исследований с учетом новых эпидемиологических вызовов, возникающих в системе здравоохранения.

Список литературы / References

1. Официальные данные Роспотребнадзора. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. <https://www.rospotrebnadzor.ru> Дата обращения: 01.06.2025. Official data of Rosпотребнадзор. Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing. (In Russ.). <https://www.rospotrebnadzor.ru> Date of access: 01.06.2025.
2. Стопкоронавирус. Официальный информационный портал. <https://stopkoronavirus.rf> Дата обращения: 01.06.2025. Stopcoronavirus. Official information portal. (In Russ.). <https://xn-90aivcdt6dxbcxn-p1ai> Date of access: 01.06.2025.
3. European Centre for Disease Prevention and Control. SARS-CoV-2 variants of concern. <https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19/variants-concern> Date of access: 02.06.2025.
4. Акимкин В. Г., Семенов Т. А., Углева С. В. и др. COVID-19 в России: эпидемиология и молекулярно-генетический мониторинг. Вестник Российской академии медицинских наук 2022; 77 (4): 254–260. DOI: 10.15690/vramn2121. Akimkin V. G., Semenov T. A., Ugleva S. V. et al. COVID-19 in Russia: Epidemiology and Molecular Genetic Monitoring. Annals of the Russian Academy of Medical Sciences. 2022; 77 (4): 254–260. (In Russ.). DOI: 10.15690/vramn2121.
5. Брико Н. И., Каграманян И. Н., Никифоров В. В. и др. Пандемия COVID-19. Меры борьбы с ее распространением в Российской Федерации. Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2020. № 19 (2). С. 4–12. Briko N. I., Kagramanyan I. N., Nikiforov V. V. et al. The COVID-19 pandemic. Measures to combat its spread in the Russian Federation. Epidemiology and Vaccinal Prevention. 2020; 19 (2): 4–12. (In Russ.).
6. Яськова О. А. Первые результаты лабораторного обследования на антитела к SARS-CoV-2 медицинского персонала ГБУЗ «Междуреченская городская больница». Медиаль. 2020. № 2 (26). С. 14–17. Yaskova O. A. First results of laboratory testing for SARS-CoV-2 antibodies among medical personnel of Mezhdurechensk City Hospital. Medial. 2020; 2(26): 14–17. (In Russ.).
7. Кузьменко С. А., Ликстанов М. И., Ошлыкова А. М. и др. Эпидемиологические особенности заболеваемости и течения новой коронавирусной инфекции COVID-19 у медицинских работников (на основе анализа данных пациентов, пролеченных в репрофилированном инфекционном госпитале). Медицина в Кузбассе. 2020. Т. 19, № 4. С. 21–24. Kuzmenko S. A., Likstano M. I., Oshlykova A. M. et al. Epidemiological features of morbidity and clinical course of COVID-19 among healthcare workers (based on analysis of patients treated in a repurposed infectious disease hospital). Medicine in Kuzbass. 2020; 19 (4): 21–24. (In Russ.).
8. Chan A. T., Nguyen L. H., Spector T. D. Study reveals the risk of COVID-19 infection among health care workers. Massachusetts General Hospital News. 2020. <https://www.massgeneral.org/news/coronavirus/study-reveals-risk-of-covid-19-infection-among-health-care-workers> Date of access: 04.06.2025.
9. Dempsey B., Madan I., Stevelink S. A. M., Lamb D. Long COVID among healthcare workers: a narrative review of definitions, prevalence, symptoms, risk factors and impacts. Occupational Medicine. 2024. Article ID: PMC 11436955. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC 11436955/> Date of access: 04.06.2025.
10. Стрижаков Л. А., Марченков Р. Е., Шоломова В. И. и др. COVID-19 у медицинских работников: социально-демографические и клинические особенности при экспертизе связи заболевания с профессией. Профилактическая медицина. 2024; 27 (2): 30–36. DOI: 10.17116/profmed20242702130. Strizhakov L. A., Marchenkov R. E., Sholomova V. I. et al. COVID-19 in medical workers: socio-demographic and clinical features in the assessment of the relationship between the disease and the profession. Preventive Medicine. 2024; 27 (2): 30–36. (In Russ.). DOI: 10.17116/profmed20242702130.

11. Pearce N., Rhodes S., Stocking K., Pembrey L., van Veldhoven K., Brickley E.B., Robertson S., Davoren D., Nafilyan V., Windsor-Shellard B., Fletcher T., van Tongeren M. Occupational differences in COVID-19 incidence, severity, and mortality in the United Kingdom: Available data and framework for analyses. *Wellcome Open Research*. 2021; 6: 102 (version 2 published 15 Dec 2023). DOI: 10.12688/wellcomeopenres.16845.2. <https://wellcomeopenresearch.org/articles/6-102/v2> Date of access: 15.06.2025
12. Saraghi I.D., Tonapa S.I., Saraghi I.S., Advani S., Abdurahim S.A., Lin C.-J., Fisher M.L. Global prevalence of mental health problems among healthcare workers during the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*. 2021; 121: 104002. DOI: 10.1016/j.ijnurstu.2021.104002. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9701545/> Date of access: 15.06.2025
13. Платонова Т.А., Голубкова А.А., Смирнова С.С. COVID-19 у сотрудников медицинских организаций: характеристика клинических проявлений в острый период и в период реконвалесценции Журнал эпидемиологии и инфекционных болезней. 2021; 11 (4): 25–30. DOI: <https://dx.doi.org/10.18565/epidem.2021.11.4.25-30>
- Platonova T.A., Golubkova A.A., Smirnova S.S. COVID-19 in healthcare workers: clinical characteristics during acute phase and convalescence. *Journal of Epidemiology and Infectious Diseases*. 2021; 11 (4): 25–30. (In Russ.). DOI: <https://dx.doi.org/10.18565/epidem.2021.11.4.25-30>

Статья поступила / Received 09.07.2025
Получена после рецензирования / Revised 14.07.2025
Принята в печать / Accepted 22.07.2025

Сведения об авторах

Устарханова Амира Кюраевна, аспирант 1 года обучения¹, аналитик². E-mail: ustarhanova95@gmail.com ORCID: 0009-0002-1882-5038
Стрижаков Леонид Александрович, д.м.н., профессор, заместитель директора по научной и лечебной работе³, профессор кафедры медицины труда, авиационной, космической и водолазной медицины, руководитель центра профессиональной патологии². E-mail: strizhakov@irioh.ru. ORCID: 0000-0002-2291-6453
Бухтияров Игорь Валентинович, д.м.н., профессор, академик РАН, директор³, заведующий кафедрой медицины труда, авиационной, космической и водолазной медицины². E-mail: info@irioh.ru. ORCID: 0000-0002-8317-2718
Костенко Наталья Алексеевна, начальник управления медицинской деятельностью⁴. E-mail: kostenkona@dmo.org.rzd.ru
Акимкин Василий Геннадьевич, д.м.н., профессор, академик РАН, директор¹. E-mail: vgakimkin@yandex.ru, SPIN-код: 4038-7455. ORCID: 0000-0003-4228-9044

About authors

Ustarhanova Amira K., 1st year postgraduate student¹, analyst². E-mail: ustarhanova95@gmail.com ORCID: 0009-0002-1882-5038
Strizhakov Leonid A., DM Sci (habil.), professor, deputy director for Research and Treatment³, professor at Dept of Occupational Medicine, Aviation, Space and Diving Medicine, head of Center for Occupational Pathology². E-mail: strizhakov@irioh.ru. ORCID: 0000-0002-2291-6453.
Bukhtiyarov Igor V., DM Sci (habil.), professor, RAS academician, director³, head of Dept of Occupational Medicine, Aviation, Space and Diving Medicine². E-mail: info@irioh.ru. ORCID: 0000-0002-8317-2718
Kostenko Natalia A., head of Medical Activities Dept⁴. E-mail: kostenkona@dmo.org.rzd.ru
Akimkin Vasily G., DM Sci (habil.), professor, RAS academician, director¹. E-mail: vgakimkin@yandex.ru, SPIN-code: 4038-7455. ORCID: 0000-0003-4228-9044

¹ ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора, Москва, Россия
² ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия
³ ФГБУН «Научно-исследовательский институт медицины труда им. акад. Н.Ф. Измерова» Минобрнауки России, Москва, Россия
⁴ Центральная дирекция здравоохранения – филиал ОАО «Российские железные дороги», Москва, Россия

¹ Central Research Institute of Epidemiology, Moscow, Russia
² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia
³ Izmerov Research Institute of Occupational Health, Moscow, Russia
⁴ Central Healthcare Directorate – Branch of JSC “Russian Railways”, Moscow, Russia

Автор для переписки: Устарханова Амира Кюраевна.
E-mail: ustarhanova95@gmail.com

Corresponding author: Ustarhanova Amira K. E-mail: ustarhanova95@gmail.com

Для цитирования: Устарханова А.К., Стрижаков Л.А., Бухтияров И.В., Костенко Н.А., Акимкин В.Г. COVID-19 и медицинские работники: заболеваемость, летальность и отдаленные последствия. *Медицинский алфавит*. 2025; (16): 7–12. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-16-7-12>

For citation: Ustarhanova A.K., Strizhakov L.A., Bukhtiyarov I.V., Kostenko N.A., Akimkin V.G. COVID-19 and healthcare workers: morbidity, mortality, and long-term consequences. *Medical alphabet*. 2025; (16): 7–12. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-16-7-12>



DOI: 10.33667/2078-5631-2025-16-12-20

Оценка риска развития средней и тяжелой степени тяжести пневмонии при COVID-19 методами машинного обучения

О.В. Сенько^{1,4}, А.В. Кузнецова³, И.А. Демина^{1,2}, Е.М. Воронин¹, А.А. Плоскирева¹,
Ю.Р. Посынкина¹, В.Г. Акимкин¹

- ¹ ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора, Москва, Россия
- ² ГБУЗ «Московский многопрофильный научно-клинический центр имени С.П. Боткина» Департамента здравоохранения города Москвы, Россия
- ³ ФГБУН «Институт биохимической физики имени Н.М. Эмануэля» Российской академии наук, Москва, Россия
- ⁴ Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Работа посвящена разработке компьютерного метода оценки степени тяжести течения пневмонии, являющейся осложнением при COVID-19, по наборам клинико-лабораторных показателей методами машинного обучения (МО). Работа состояла в исследовании возможности предсказания с использованием МО градации степени тяжести течения пневмонии, основанной на результатах компьютерной томографии (КТ). Сравнивались группы из 31 пациента со средней или тяжелой степенью пневмонии (КТ2 – КТ4) и 113 пациентов без пневмонии или с легкой степенью тяжести пневмонии (КТ0 – КТ1). База данных включала 105 клинико-лабораторных показателей. Для сравнения групп применили стандартные непараметрические критерии χ^2 и критерий Манна-Уитни (U-тест) с коррекцией на множественное тестирование по Холма–Бонферрони. Наряду с традиционными статистическими методами использовался также оригинальный метод интеллектуального анализа данных, позволяющий статистически обоснованно выделять