

УДК 614.47

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma106245>

# ОЦЕНКА ПОСТВАКЦИНАЛЬНОГО КОЛЛЕКТИВНОГО ИММУНИТЕТА ПРОТИВ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ (COVID-19) СРЕДИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

И.И. Азаров, Д.В. Овчинников, А.А. Кузин, Е.В. Ланцов, Ю.И. Буланьков, С.В. Артебякин, Д.А. Жарков, П.В. Куликов

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург

**Резюме.** Проводимая в Вооруженных силах Российской Федерации прививочная кампания против новой коронавирусной инфекции (COVID-19), на фоне сохраняющейся в мире неустойчивой эпидемической ситуации, обуславливает необходимость изучения поствакцинального коллективного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 с целью выявления особенностей формирования иммунорезистентности в организованных воинских коллективах. В дальнейшем это позволит объективно оценивать риски ухудшения эпидемической ситуации, эффективно корректировать проводимые санитарно-противоэпидемические мероприятия, направленные на сохранение и укрепление здоровья военнослужащих, как одно из главных условий сохранения боеготовности Вооруженных сил Российской Федерации. В ходе проведенного по эпидемическим показаниям исследования было установлено, что вакцинация Гам-КОВИД-Вак способствует формированию коллективного иммунитета со степенью эффективности 95%. Анализ иммунного ответа в зависимости от полового признака показал, что доля лиц, у которых отсутствуют иммуноглобулины класса G к SARS-CoV-2, среди женского пола в 2 раза больше, чем среди мужчин (9,3 и 4,7% соответственно). Показатели серопревалентности в зависимости от группы крови колеблются от 94,4% [AB (IV) Rh–] до 97,4% [A (II) Rh–], существенных различий серопревалентности среди групп лиц с разными группами крови не выявлено, однако среди военнослужащих с группой крови A (II) Rh– этот показатель максимальный, в связи с чем целесообразно продолжать наблюдения за формированием иммунитета у лиц с различными группами крови. Полученные результаты позволили сформировать первичный медико-социальный «портрет» военнослужащего с наиболее адекватным иммунным ответом на введение вакцины Гам-Ковид-Вак [мужчина в возрасте до 20 лет с группой крови A (II) Rh–] и сделать вывод о высокой эффективности вакцинации в воинских частях (соединениях), комплектуемых военнослужащими по призыву и в военных образовательных организациях.

**Ключевые слова:** новая коронавирусная инфекция; коллективный иммунитет; серопревалентность; организованный коллектив; военнослужащие; вакцинация; военные образовательные организации; группа крови.

## Как цитировать:

Азаров И.И., Овчинников Д.В., Кузин А.А., Ланцов Е.В., Буланьков Ю.И., Артебякин С.В., Жарков Д.А., Куликов П.В. Оценка поствакцинального коллективного иммунитета против новой коронавирусной инфекции (COVID-19) среди военнослужащих Вооруженных сил Российской Федерации // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2022. Т. 24, № 2. С. 267–276. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma106245>

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma106245>

# ASSESSMENT OF POST-VACCINATION COLLECTIVE IMMUNITY AGAINST NEW CORONAVIRUS INFECTION (COVID-19) AMONG SERVICEMEN OF THE ARMED FORCES OF THE RUSSIAN FEDERATION

I.I. Azarov, D.V. Ovchinnikov, A.A. Kuzin, E.V. Lantsov, Yu.I. Bulankov, S.V. Artebyakin, D.A. Zharkov, P.V. Kulikov

Military Medical Academy of S.M. Kirov, Saint Petersburg, Russia

**ABSTRACT:** The recent vaccination campaign targeting the new coronavirus infection (COVID-19) carried out in the Armed Forces of the Russian Federation, on the background of the current unstable global pandemic situation, makes it necessary to study post-vaccination population immunity to the SARS-CoV-2 virus and thus identify key features of immunity in organized military collectives. In the future, this will make it possible to objectively assess the risks of a worsening pandemic situation, effectively adjust the ongoing sanitary and anti-epidemic measures aimed at preserving and strengthening the health of military personnel, as one of the main conditions for maintaining the combat readiness of the Armed Forces of the Russian Federation. During a study conducted on epidemic indications, it was found that vaccination with Gam-Covid-Vac contributes to the formation of collective immunity with 95% effectiveness. A gender-based analysis of the immune response showed that the proportion of persons who lack class G immunoglobulins to SARS-CoV-2 among females is twice than that among men (9.3% and 4.7%, respectively). Seroprevalence indicators, classified by blood group, range from 94.4% (AB (IV) Rh-) to 97.4% (A (II) Rh-). There were no significant differences in seroprevalence between groups of people with different blood groups; however, the highest value of seroprevalence was seen among military personnel with blood group A (II) Rh-. In this context, it is advisable to continue monitoring the formation of immunity in individuals with various blood groups. The results obtained made it possible to form a primary medical and social "portrait" of a serviceman with the most adequate immune response to the introduction of the Gam-Covid-Vac vaccine (a man under the age of 20 with blood type A (II) Rh-) and to draw a conclusion about the high effectiveness of vaccination in military units (formations) staffed by conscripts and military educational organizations.

**Keywords:** new coronavirus infection; collective immunity; seroprevalence; organized collective; military personnel; vaccination; military educational organizations; blood type.

**To cite this article:**

Azarov II, Ovchinnikov DV, Kuzin AA, Lantsov EV, Bulankov Yul, Artebyakin SV, Zharkov DA, Kulikov PV. Assessment of post-vaccination collective immunity against new coronavirus infection (COVID-19) among servicemen of the Armed Forces of the Russian Federation. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2022;24(2):267–276. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma106245>

Received: 13.04.2022

Accepted: 11.05.2022

Published: 25.06.2022

## ВВЕДЕНИЕ

С прихода пандемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в Россию прошло два года, и за это время медицинским специалистам удалось накопить богатые опыт и знания в области профилактики данной инфекции. Пандемия проявилась как новая проблема глобального международного характера, охватившая весь спектр деятельности человечества. Население научилось жить в «коронавирусных» условиях, предполагающих строгое соблюдение ограничительных и целого ряда других мер, составляющих комплекс санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий [1–3].

Несмотря на достигнутые успехи в борьбе с COVID-19, эпидемическая ситуация остается неустойчивой. Очевидно, что пандемия имеет волнообразное течение с тенденцией к снижению. По-прежнему сохраняется необходимость последовательно и целенаправленно проводить комплекс научно обоснованных мероприятий, направленных на снятие ограничений и возвращение общества к привычному укладу жизни [4–7].

Одно из основных мероприятий в этом комплексе — создание стойкого коллективного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2, формируемого после перенесенного заболевания, а также искусственным путем с помощью специфической профилактики. Научно обоснованным способом продления механизмов защиты у лиц, ранее перенесших новую коронавирусную инфекцию, является применение современных отечественных вакцин [8–13].

В эпидемическом процессе COVID-19 большое значение имеет состояние коллективного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2, учитывая который можно прогнозировать развитие эпидемической ситуации [14–17]. Формирование коллективного иммунитета складывается из когорты лиц, перенесших заболевание, и лиц, получивших иммунизацию вакциной. Иммунный ответ организма на внедрение SARS-CoV-2 развивается по типовому сценарию: уже к 5–7-му дню от начала развития инфекционного процесса в 40–55% случаев в крови переболевших начинают формироваться вируснейтрализующие антитела, а к концу третьей недели они обнаруживаются у 100% пациентов. Установлено, что напряженность иммунитета у переболевших снижается в течение 6–12 мес. после заболевания. Длительность поствакцинального иммунитета в настоящее время, по различным экспертным оценкам, может составлять до одного года [18–21].

По данным отечественных исследователей в различных регионах Российской Федерации (РФ) доля бессимптомных (инаппарантных) носителей среди серопозитивных лиц за весь период наблюдений (2020–2021 гг.) составляла 82,4–95,2%. При этом не удавалось выявить отличий по половому признаку. Наибольшая серопревалентность отмечалась среди детей в возрасте 1–17 лет [22–25].

Данные об особенностях формирования коллективного иммунитета у военнослужащих (как постинфекционного, так и поствакцинального) на сегодняшний день ограничены [26, 27]. Оценка специфического коллективного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 в организованных воинских коллективах необходима для выявления особенностей его формирования среди разных групп военнослужащих. В связи с активностью социальных контактов в таких коллективах полученные данные могут быть использованы для прогнозирования развития эпидемической ситуации среди сопоставимых групп населения [28–31].

**Цель исследования** — изучение популяционного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 в условиях пандемии COVID-19 на фоне проводимой специфической иммунопрофилактики в организованных воинских коллективах.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось с 1 по 30 апреля 2021 г., во исполнение поручения Министра обороны РФ. Участниками исследования стали военнослужащие и лица гражданского персонала Министерства обороны РФ, получившие полный курс вакцинации Гам-КОВИД-Вак (2-я компонента вакцины).

Общая выборка обследуемых была распределена на несколько групп — по территориальному признаку (принадлежность к военному округу, центральным органам военного управления), по группам крови и резус-фактору, по полу и возрасту. Всего в исследовании приняли участие 7586 человек: центральные органы военного управления (ЦОВУ) — 1721, Западный военный округ (ЗВО) — 2016, Центральный военный округ (ЦВО) — 991, Южный военный округ (ЮВО) — 1394, Восточный военный округ (ВВО) — 973, Северный флот (СФ) — 491.

Через месяц после проведения полного курса вакцинации у обследуемых лиц отбирали пробы крови из локтевой вены в количестве 3–5 мл в вакуумные пробирки с активатором свертывания. Пробы доставляли в лаборатории военно-медицинских организаций по территориальному принципу в соответствии с общепринятой методикой<sup>1</sup>. Исследование сыворотки крови проводилось с использованием набора реагентов для определения иммуноглобулинов класса G (IgG) к SARS-CoV-2 в сыворотке (плазме) крови человека путем твердофазного иммуноферментного анализа (набор реагентов для иммуноферментного выявления иммуноглобулинов класса G к SARS-CoV-2 «SARS-CoV-2-IgG-ИФА-БЕСТ»). Иммунологическую эффективность вакцинации анализировали на основе оценки уровней коэффициента позитивности (КП) и титров IgG к вирусу SARS-CoV-2. Положительным

<sup>1</sup> Санитарные правила СП 1.2.036–95. Порядок учета, хранения, передачи и транспортирования микроорганизмов I–IV групп патогенности.

считались: КП  $\geq 1,1$  (титр специфических антител 1:100) и выше.

Серопревалентность оценивали по формуле:

$$S = (s^+ \times 100\%) / N,$$

где  $S$  — показатель серопревалентности;  $s^+$  — количество серопозитивных участников;  $N$  — численность выборки.

Расчет среднегеометрического титра антител проводили по общепринятой методике<sup>2</sup>.

Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием стандартных инструментов пакета Statistica 10.0 в соответствии с правилами описательной и аналитической статистики. При сравнении различий в группах применяли двухвыборочный критерий Стьюдента при нормальном распределении. Номинальные данные анализировались и описывались в абсолютных значениях, производные — в процентных долях. Значение  $p < 0,05$  считали статистически значимым.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты позволили определить, что вакцинация Гам-КОВИД-Вак способствует формированию коллективного иммунитета со степенью эффективности 95%. Статистически значимых различий в общей доле серопревалентности в обследуемых выборках не выявлено,  $t$ -критерий Стьюдента 0,02;  $p > 0,05$  (табл. 1), однако максимальные показатели зарегистрированы в группе военнослужащих центральных органов военного управления, а минимальные — в группе личного состава Северного флота.<sup>xx</sup> Нельзя исключать косвенное влияние на формирование коллективного иммунитета в указанной группе отрицательных факторов военной службы в условиях Крайнего Севера (географический и климатический факторы, дефицит витаминов и т. п.), однако данная гипотеза требует дополнительной проверки.

Доля серопозитивных лиц с максимальным титром антител (1 : 6400) в общей группе обследуемых составила 57,1% (3254 чел.), распределение титров, в том числе

**Таблица 1.** Показатели серопревалентности у военнослужащих различных военных округов, %

**Table 1.** Seroprevalence rates in military personnel of various military districts, %

| Показатель                                    | Доля лиц с IgG к SARS-CoV-2+, % ( $M \pm m$ ) |
|---|---|
| Центральные органы военного управления (ЦОВУ) | 97,9 $\pm$ 0,3                                |
| Западный военный округ (ЗВО)                  | 95,1 $\pm$ 0,4                                |
| Центральный военный округ (ЦВО)               | 96,0 $\pm$ 0,6                                |
| Южный военный округ (ЮВО)                     | 95,1 $\pm$ 0,5                                |
| Восточный военный округ (ВВО)                 | 92,1 $\pm$ 0,8                                |
| Северный флот (СФ)                            | 88,6 $\pm$ 1,4                                |

**Таблица 2.** Распределение титров антител в обследуемых группах, чел.

**Table 2.** Distribution of antibody titers in the examined groups, pers.

| Титр IgG к SARSCoV-2              | ЦОВУ    | ЗВО      | ЦВО      | ЮВО     | ВВО      | СФ      |
|-----------------------------------|---------|----------|----------|---------|----------|---------|
| 1 : 100                           | 61      | 91       | 29       | 52      | 53       | 38      |
| 1 : 200                           | 566     | 322      | 63       | 621     | 106      | 397     |
| 1 : 400                           | 253     | 138      | 24       | 19      | 33       | 0       |
| 1 : 800                           | 65      | 56       | 7        | 8       | 17       | 0       |
| 1 : 1600                          | 137     | 98       | 6        | 26      | 61       | 0       |
| 1 : 3200                          | 268     | 225      | 5        | 40      | 71       | 0       |
| 1 : 6400                          | 334     | 988      | 817      | 560     | 555      | 0       |
| Среднегеометрический титр антител | 1 : 722 | 1 : 1342 | 1 : 2899 | 1 : 692 | 1 : 1334 | 1 : 103 |

<sup>2</sup> МУ 3.1.3490–17. Эпидемиология. Профилактика инфекционных болезней. Изучение популяционного иммунитета к гриппу у населения Российской Федерации (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 27 октября 2017 г.).

среднегеометрический титр антител (СГТ), в обследуемых группах представлено в табл. 2. По данному показателю минимальные значения также были выявлены в группе военнослужащих Северного флота. Вероятней всего, это связано с коротким периодом времени между проведенной вакцинацией и последующим забором крови для лабораторного исследования на наличие IgG к SARS-CoV-2 (на момент исследования прошло не более одного месяца). Однако и при оценке этих результатов нельзя исключать влияние выше указанных факторов на степень выраженности формируемого иммунного ответа.

При анализе распределения серопозитивных лиц в выборках, сформированных по группам крови и резус-фактору, достоверных различий не выявлено. Отмечалось относительно равномерное их распределение с наиболее высокими показателями в группе военнослужащих с группой крови A (II) Rh– и наиболее низкими — с AB (IV) Rh– (табл. 3).

Однако распределение характеризующих степень выраженности иммунитета к SARS-CoV-2 среднегеометрических титров антител в соответствующих выборках достоверно ( $p < 0,05$ ) выявило, что у военнослужащих с A группой крови (II) Rh– вырабатываются наиболее высокие уровни антител, в два раза превышающие таковые у военнослужащих с группой AB (IV) Rh–, в группе

которых данный показатель был наиболее низким. Это наблюдение позволило сформировать гипотезу, что у лиц с группой крови A (II) Rh– формируется наиболее сильный иммунный ответ на введение вакцины Гам-КОВИД-Вак, в то время как лица с группой AB (IV) Rh–, напротив, демонстрируют наименьшую иммуногенность (табл. 4).

Учитывая, что численность лиц мужского пола, участвующих в исследовании, в 20 раз превышала численность женщин, что вполне характерно для военнослужащих Вооруженных сил РФ, был выполнен анализ различий серопревалентности по половому признаку. Тем не менее после статистической обработки данных было выявлено, что доля серопревалентности в группе военнослужащих-мужчин на 4,6% выше, чем среди военнослужащих-женщин. Показатели, характеризующие степень выраженности формируемого иммунного ответа (среднегеометрический титр антител) почти в 2 раза превышали аналогичные показатели у женщин (табл. 5).

По возрасту все обследуемые военнослужащие были разделены на 6 групп и, несмотря на статистически незначимые различия, наиболее высокий показатель серопревалентности был зарегистрирован в группе военнослужащих в возрасте до 20 лет включительно (табл. 6). Объективно в эту группу попадают военнослужащие

**Таблица 3.** Показатели серопревалентности в зависимости от группы крови и резус-фактора

**Table 3.** Seroprevalence indicators depending on blood type and Rh factor

| Группа крови и резус-фактор                      | O (I)      |            | A (II)     |            | B (III)    |            | AB (IV)    |            |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|  | Rh+        | Rh–        | Rh+        | Rh–        | Rh+        | Rh–        | Rh+        | Rh–        |
| Количество, чел.                                 | 1361       | 1656       | 967        | 343        | 306        | 347        | 262        | 107        |
| Доля лиц с IgG к SARS-CoV-2+, %<br>( $M \pm m$ ) | 95,4 ± 0,6 | 95,1 ± 1,2 | 95,9 ± 0,5 | 97,4 ± 0,9 | 95,2 ± 0,7 | 94,7 ± 1,4 | 95,3 ± 1,1 | 94,4 ± 2,2 |

**Таблица 4.** Распределение титров антител в выборках

**Table 4.** Distribution of antibody titers in samples

| Титр IgG к SARSCoV-2              | O (I)   |         | A (II)  |          | B (III) |         | AB (IV) |         |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|
|                                   | Rh+     | Rh–     | Rh+     | Rh–      | Rh+     | Rh–     | Rh+     | Rh–     |
| 1 : 100                           | 62      | 11      | 68      | 16       | 30      | 12      | 15      | 4       |
| 1 : 200                           | 411     | 85      | 513     | 104      | 301     | 100     | 111     | 48      |
| 1 : 400                           | 77      | 15      | 92      | 22       | 52      | 5       | 19      | 8       |
| 1 : 800                           | 31      | 14      | 26      | 4        | 20      | 3       | 6       | 0       |
| 1 : 1600                          | 63      | 13      | 75      | 16       | 53      | 14      | 19      | 3       |
| 1 : 3200                          | 134     | 23      | 144     | 31       | 94      | 20      | 28      | 4       |
| 1 : 6400                          | 520     | 130     | 670     | 145      | 371     | 94      | 129     | 34      |
| Среднегеометрический титр антител | 1 : 883 | 1 : 970 | 1 : 941 | 1 : 1073 | 1 : 899 | 1 : 718 | 1 : 834 | 1 : 538 |

**Таблица 5.** Распределение обследуемых лиц, титры антител в зависимости от пола  
**Table 5.** Distribution of the examined individuals, antibody titers depending on gender

| Показатель                                       | Мужчины    | Женщины    |
|--|------------|------------|
| Титр IgG 1 : 100                                 | 311        | 13         |
| Титр IgG 1 : 200                                 | 1967       | 108        |
| Титр IgG 1 : 400                                 | 442        | 25         |
| Титр IgG 1 : 800                                 | 141        | 12         |
| Титр IgG 1 : 1600                                | 313        | 15         |
| Титр IgG 1 : 3200                                | 574        | 35         |
| Титр IgG 1 : 6400                                | 3139       | 115        |
| Отсутствуют IgG к SARS-CoV-2, чел.               | 343        | 33         |
| Количество, чел.                                 | 7230       | 356        |
| Доля лиц с IgG к SARS-CoV-2+, % ( <i>M ± m</i> ) | 95,3 ± 0,3 | 90,7 ± 1,5 |
| Среднегеометрический титр антител                | 1 : 991    | 1 : 575    |

**Таблица 6.** Показатели серопревалентности в различных возрастных группах  
**Table 6.** Seroprevalence indicators in different age groups

| Возраст, лет                                     | 20 и менее | 21–30      | 31–40      | 41–50      | 51–60      | 61 и старше |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Доля лиц с IgG к SARS-CoV-2+, % ( <i>M ± m</i> ) | 96,7 ± 0,5 | 95,2 ± 0,6 | 94,2 ± 0,4 | 93,4 ± 0,8 | 92,9 ± 1,6 | 90,9 ± 4,4  |

по призыву, военнослужащие по контракту первых двух лет службы и курсанты военных образовательных организаций первых трех лет обучения. В связи с этим справедливо предположить, что военнослужащие данных категорий в подавляющем большинстве имеют группу годности к военной службе А1, то есть относятся к практически здоровым людям, не имеющим хронических заболеваний. Явно прослеживается динамика к снижению серопревалентности по мере увеличения возраста обследуемых лиц. Это позволяет предполагать прямую зависимость формирования иммунной защиты с возрастными показателями в популяции.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что у военнослужащих эффективность вакцинации Гам-КОВИД-Вак способствует формированию 95% коллективного иммунитета к SARS-CoV-2, что полностью соответствует заявленным производителем характеристикам вакцины. Основываясь на этом можно утверждать, что максимальный охват вакцинацией всех категорий военнослужащих будет способствовать формированию эффективного коллективного иммунитета и в значительной степени позволит снизить

заболеваемость новой коронавирусной инфекцией в организованных воинских коллективах.

Результаты анализа показателей серопревалентности в различных выборках, сформированных по группам крови и резус-фактору, половым и возрастным признакам, позволяют сформировать первичный медико-социальный «портрет» военнослужащего, способного выработать наиболее адекватный иммунный ответ на введение вакцины Гам-КОВИД-Вак. Это военнослужащий мужского пола в возрасте до 20 лет с группой крови А (II) Rh–. Таким образом, вакцинация военнослужащих по призыву и курсантов военных вузов может рассматриваться как исчерпывающая эффективная медико-санитарная мера санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий, проводимых в воинских частях (соединениях) и военных образовательных организациях.

Более низкие по сравнению с другими выборками показатели серопревалентности в группе личного состава Северного флота нуждаются в дополнительной проверке. Однако уже сейчас можно рекомендовать проведение вакцинации военнослужащих в северных регионах на фоне дополнительной неспецифической иммунопрофилактики с применением иммуномодуляторов и поливитаминных препаратов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ивченко Е.В., Котив Б.Н., Овчинников Д.В., Буценко С.А. Результаты работы научно-исследовательского института проблем новой коронавирусной инфекции Военно-медицинской академии за 2020–2021 гг. // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2021. Т. 23, № 4. С. 93–104. DOI: 10.17816/brmma83094
2. Кузин А.А., Ланцов Е.В., Юманов А.П., и др. Взгляд военных эпидемиологов на проблему борьбы с новой коронавирусной инфекцией COVID-19 // Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2021. Т. 20, № 3. С. 53–59. DOI: 10.31631/2073-3046-2021-20-3-53-59
3. Салухов В.В., Харитонов М.А., Крюков Е.В., и др. Актуальные вопросы диагностики, обследования и лечения больных с COVID-19-ассоциированной пневмонией в различных странах и континентах // Медицинский Совет. 2020. № 21. С. 96–102. DOI: 10.21518/2079-701X-2020-21-96-102
4. Жданов К.В., Козлов К.В., Иванов К.С., и др. Военная инфектология в системе обеспечения биологической безопасности // Кубанский научный медицинский вестник. 2020. Т. 27, № 4. С. 38–50. DOI: 10.25207/1608-6228-2020-27-4-38-50
5. Крюков Е.В., Черкашин Д.В., Реутский И.А., и др. Дифференцированный подход к проведению профилактических и противозидемических мероприятий среди военнослужащих на основе шкалы оценки рисков заболевания COVID-19 // Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. 2021. Т. 10, № 2. С. 31–38. DOI: 10.33029/2305-3496-2021-10-2-31-38
6. Zhao J., Yuan Q., Wang H., et al. Antibody Responses to SARS-CoV-2 in Patients With Novel Coronavirus Disease 2019 // Clin Infect Dis. 2020. Vol. 71, No. 16. P. 2027–2034. DOI: 10.1093/cid/ciaa344
7. Suhandynata R.T., Hoffman M.A., Kelner M.J., et al. Longitudinal Monitoring of SARS-CoV-2 IgM and IgG Seropositivity to Detect COVID-19 // Appl Lab Med. 2020. Vol. 5, No. 5. P. 908–920. DOI: 10.1093/jalm/jfaa079
8. Жоголев К.Д., Жоголев С.Д., Кузин А.А., и др. Сравнительная характеристика вакцин против коронавирусной инфекции COVID-19 // IX Лужские научные чтения. Материалы международной научной конференции «Современное научное знание: теория и практика». Санкт-Петербург, 2021. С. 99–106.
9. Жоголев С.Д., Горенчук А.Н., Кузин А.А., и др. Изучение иммунологической эффективности и реактогенности вакцины против новой коронавирусной инфекции при вакцинации военнослужащих // IX Лужские научные чтения. Материалы международной научной конференции «Современное научное знание: теория и практика». Санкт-Петербург, 2021. С. 106–110.
10. Жоголев С.Д., Горенчук А.Н., Кузин А.А., и др. Иммуногенность и реактогенность вакцины против COVID-19 при ее применении у военнослужащих // Проблемы медицинской микологии. 2021. Т. 23, № 2. С. 79.
11. Жоголев С.Д., Горенчук А.Н., Кузин А.А., и др. Оценка иммуногенности и реактогенности вакцины «Спутник V» при ее применении у военнослужащих // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2021. Т. 23, № 4. С. 147–152. DOI: 10.17816/brmma80760
12. Крюков Е.В., Тришкин Д.В., Иванов А.М., и др. Эпидемиологическое исследование коллективного иммунитета против новой коронавирусной инфекции среди разных групп военнослужащих // Вестник Российской академии медицинских наук. 2021. Т. 76, № 6. С. 661–668. DOI: 10.15690/vramn1583
13. Logunov D.Y., Dolzhikova I.V., Zubkova O.V., et al. Safety and efficacy of an rAd26 and rAd5 vector-based heterologous prime-boost COVID-19 vaccine: an interim analysis of a randomised controlled phase 3 trial in Russia // Lancet. 2020. Vol. 396, No. 10255. P. 671–681. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)31866-3
14. Крюков Е.В., Салухов В.В., Котив Б.Н., и др. Факторы, влияющие на содержание IgG-антител к S-белку SARS-CoV-2 в крови у реконвалесцентов после новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // Медицинский Совет. 2022. № 4. С. 51–65. DOI: 10.21518/2079-701X-2022-16-4-51-65
15. Крюков Е.В., Тришкин Д.В., Салухов В.В., и др. Особенности формирования и продолжительность сохранения нейтрализующих антител к S-белку SARS-CoV-2 у лиц, перенесших новую коронавирусную инфекцию (COVID-19) легкого или бессимптомного течения // Вестник Российской академии медицинских наук. 2021. Т. 76, № 4. С. 361–367. DOI: 10.15690/vramn1582
16. Миннуллин Т.И., Степанов А.В., Чепур С.В., и др. Иммунологические аспекты поражения коронавирусом SARS-CoV-2 // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2021. Т. 23, № 2. С. 187–198. DOI: 10.17816/brmma72051
17. Никитин Ю.В., Александрова Е.В., Мешкова М.Е., и др. Иммунологические показатели и их прогностическая значимость у больных COVID-19 различной степени тяжести // Лечение и профилактика. 2021. Т. 11, № 4. С. 12–20.
18. Маянский Н.А. Иммунитет к COVID-19 и вопросы проведения скрининговых исследований антител к SARS-CoV-2 // Вестник РГМУ. 2020. № 3. С. 27–30. DOI: 10.24075/vrgmu.2020.035
19. Dan J.M., Mateus J., Kato Y., et al. Immunological memory to SARS-CoV-2 assessed for up to 8 months after infection // Science. 2021. Vol. 371, No. 6529. ID eabf4063. DOI: 10.1126/science. abf4063
20. Khoury D.S., Cromer D., Reynaldi A., et al. Neutralizing antibody levels are highly predictive of immune protection from symptomatic SARS-CoV-2 infection // Nat Med. 2021. Vol. 27. P. 1205–1211. DOI: 10.1038/s41591-021-01377-8
21. Bartsch Y.C., Fischinger S., Siddiqui S.M., et al. Discrete SARS-CoV-2 antibody titers track with functional humoral stability // Nat Commun. 2021. Vol. 12, No. 1. ID 1018. DOI: 10.1038/s41467-021-21336-8
22. Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Мельникова А.А., и др. Оценка популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 среди населения Ленинградской области в период эпидемии COVID-19 // Проблемы особо опасных инфекций. 2020. № 3. С. 114–123. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-3-114-123
23. Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Мельникова А.А., и др. Популяционный иммунитет к вирусу SARS-CoV-2 среди жителей Москвы в эпидемический период COVID-19. Инфекционные болезни // Инфекционные болезни. 2020. № 18. С. 8–16. DOI: 10.20953/1729-9225-2020-4-8-16
24. Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Мельникова А.А., и др. Популяционный иммунитет к SARS-CoV-2 населения Калининградской области в эпидемический сезон COVID-19 // Журнал инфектологии. 2020. Т. 12, № 5. С. 62–71. DOI: 10.22625/2072-6732-2020-12-5-62-71

**25.** Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Мельникова А.А., и др. Популяционный иммунитет к вирусу SARS-CoV-2 среди населения Санкт-Петербурга в активную фазу эпидемии COVID-19 // Проблемы особо опасных инфекций. 2020. № 3. С. 124–130. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-3-124-130

**26.** Тришкин Д.В., Крюков Е.В., Чернецов В.А., Чернов С.А. Использование антиковидной плазмы от здоровых привитых людей в лечении пациентов с тяжелой коронавирусной инфекцией // Военно-медицинский журнал. 2021. Т. 342, № 2. С. 66–68.

**27.** Кузин А.А., Кучеров А.С., Половинка В.С., Юманов А.П. Современная система санитарно-противоэпидемического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации // Известия Российской военно-медицинской академии. 2020. Т. 39, № S4. С. 52–56.

**28.** Жданов К.В., Козлов К.В., Буланьков Ю.И., и др. Оптимизация диагностики инфекции, вызванной SARS-CoV-2, с использованием полимеразной цепной реакции в крупном многопрофильном стационаре // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2020. Т. 22, № 2. С. 7–10.

**29.** Алимбарова Л.М., Казаков С.П., Крюков Е.В., Чиркова Е.Ю. Оценка коммерческих тест-систем на основе иммунохимического метода для определения уровня специфических антител в сыворотке/плазме больных COVID-19 // Сборник тезисов. I всероссийский конгресс с международным участием «Академия лабораторной медицины: новейшие достижения». 25–27 мая 2021 г.; Москва. С. 49–50.

**30.** Артебякин С.В., Ланцов Е.В., Кузин А.А. Актуальность и методический подход к изучению коллективного иммунитета к новой коронавирусной инфекции в организованных коллективах // Сборник тезисов Онлайн-конгресса с международным участием «Молекулярная диагностика и биобезопасность-2021. COVID-19: эпидемиология, диагностика, профилактика». Москва, 2021. С. 18.

**31.** Казаков С.П., Алимбарова Л.М., Чиркова Е.Ю., и др. Изучение эффективности тест-систем на основе иммунохимического метода для определения специфических антител классов IgM, IgG к коронавирусу SARS-CoV-2 // Журнал инфектологии. 2021. Т. 13, № 1 S1. С. 53–54.

## REFERENCES

**1.** Ivchenko EV, Kotiv BN, Ovchinnikov DV, Bucenko SA. Results of the work of the Military medical academy research institute of novel coronavirus infection problems through 2020–2021. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2021;23(4):93–104. (In Russ.). DOI: 10.17816/brmma83094

**2.** Kuzin AA, Lantsov EV, Yumanov AP, et al. View of Military Epidemiologists on the Problem of Global Spread of a New Coronavirus Infection. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2021;20(3):53–59. (In Russ.). DOI: 10.31631/2073-3046-2021-20-3-53-59

**3.** Salukhov VV, Kharitonov MA, Kryukov EV, et al. Topical issues of diagnostics, examination and treatment of patients with COVID-19-associated pneumonia in different countries and continents. *Medical Council*. 2020;(21):96–102. (In Russ.). DOI: 10.21518/2079-701X-2020-21-96-102

**4.** Zhdanov KV, Kozlov KV, Ivanov KS, et al. Military infectiology for biosecurity control. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2020;27(4): 38–50. (In Russ.). DOI: 10.25207/1608-6228-2020-27-4-38-50

**5.** Kryukov EV, Cherkashin DV, Reutskiy IA, et al. Differentiated approach to the implementation of preventive and anti-epidemic measures among military personnel based on the COVID-19 disease risk assessment scale. *Infectious diseases: News, Opinions, Training*. 2021;10(2):31–38. (In Russ.). DOI: 10.33029/2305-3496-2021-10-2-31-38

**6.** Zhao J, Yuan Q, Wang H, et al. Antibody Responses to SARS-CoV-2 in Patients With Novel Coronavirus Disease 2019. *Clin Infect Dis*. 2020;71(16):2027–2034. DOI: 10.1093/cid/ciaa344

**7.** Suhandynata RT, Hoffman MA, Kelner MJ, et al. Longitudinal Monitoring of SARS-CoV-2 IgM and IgG Seropositivity to Detect COVID-19. *Appl Lab Med*. 2020;5(5):908–920. DOI: 10.1093/jalm/jfaa079

**8.** Zhogolev KD, Zhogolev SD, Kuzin AA, et al. Sravnitel'naya kharakteristika vaktsin protiv koronavirusnoi infektsii COVID-19.

IX Luga scientific readings. Proceedings of the international scientific conference «Sovremennoe nauchnoe znanie: teoriya i praktika». Saint Petersburg, 2021. P. 99–106. (In Russ.).

**9.** Zhogolev SD, Gorenchuk AN, Kuzin AA, et al. Izuchenie immunologicheskoi ehffektivnosti i reaktogenosti vaktsiny protiv novoi koronavirusnoi infektsii pri vaktsinatsii voennosluzhashchikh. IX Luga scientific readings. Proceedings of the international scientific conference «Sovremennoe nauchnoe znanie: teoriya i praktika». Saint Petersburg, 2021. P. 106–110. (In Russ.).

**10.** Zhogolev SD, Gorenchuk AN, Kuzin AA, et al. Immunogenicity and reactivity of the COVID-19 vaccine when it is used in military personnel. *Problems in medical mycology*. 2021;23(2):79. (In Russ.).

**11.** Zhogolev SD, Gorenchuk AN, Kuzin AA, et al. Evaluation of vaccine "Sputnik V" immunogenicity and reactivity when it is used in military personnel. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2021;23(4):147–152. (In Russ.). DOI: 10.17816/brmma80760

**12.** Kryukov EV, Trishkin DV, Ivanov AM, et al. Comparative Cohort Epidemiological Study of Collective Immunity against New Coronavirus Infection among Different Groups of Military Personnel. *Annals of the Russian academy of medical sciences*. 2021;76(6): 661–668. (In Russ.). DOI: 10.15690/vramn1583

**13.** Logunov DY, Dolzhikova IV, Zubkova OV, et al. Safety and efficacy of an rAd26 and rAd5 vector-based heterologous prime-boost COVID-19 vaccine: an interim analysis of a randomised controlled phase 3 trial in Russia. *Lancet*. 2020;396(10255):671–681. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)31866-3

**14.** Kryukov EV, Salukhov VV, Kotiv BN, et al. Factors affecting the content of Ig G-antibodies to S-protein SARS-CoV-2 in the blood of convalescents after new coronaviral infection (COVID-19). *Medical Council*. 2022;(4):51–65. (In Russ.). DOI: 10.21518/2079-701X-2022-16-4-51-65

**15.** Kryukov EV, Trishkin DV, Salukhov VV, et al. A Prospective Multicenter Randomized Study State of Humoral Immunity after



a New Coronavirus Infection (COVID-19) of a Mild or Asymptomatic Course. *Annals of the Russian academy of medical sciences*. 2021;76(4):361–367. (In Russ.). DOI: 10.15690/vramn1582

16. Minnullin TI, Stepanov AV, Chepur SV, et al. Immunological aspects of SARS-CoV-2 coronavirus damage. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2021;23(2):187–198. (In Russ.). DOI: 10.17816/brmma72051

17. Nikitin YuV, Alexandrova YeV, Meshkova MYe. Immunological indicators and their predictive value in patients with COVID-19 of varying severity. *Disease Treatment and Prevention*. 2021;11(4):12–20. (In Russ.).

18. Mayanskiy NA. Immunity to COVID-19 and issues of screening for SARS-Cov-2 antibodies. *Bulletin of Russian State Medical University*. 2020;(3):27–30. (In Russ.). DOI: 10.24075/vrgmu.2020.035

19. Dan JM, Mateus J, Kato Y, et al. Immunological memory to SARS-CoV-2 assessed for up to 8 months after infection. *Science*. 2021;371(6529):eabf4063. DOI: 10.1126/science. abf4063

20. Khoury DS, Cromer D, Reynaldi A, et al. Neutralizing antibody levels are highly predictive of immune protection from symptomatic SARS-CoV-2 infection. *Nat Med*. 2021;27:1205–1211. DOI: 10.1038/s41591-021-01377-8

21. Bartsch YC, Fischinger S, Siddiqui SM, et al. Discrete SARS-CoV-2 antibody titers track with functional humoral stability. *Nat Commun*. 2021;12(1):1018. DOI: 10.1038/s41467-021-21336-8

22. Popova AYu, Ezhlova EB, Mel'nikova AA, et al. Assessment of the Herd Immunity to SARS-CoV-2 among the Population of the Leningrad Region during the COVID-19 Epidemic. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2020;(3):114–123. (In Russ.). DOI: 10.21055/0370-1069-2020-3-114-123

23. Popova AYu, Ezhlova EB, Mel'nikova AA, et al. Collective immunity to SARS-CoV-2 of Moscow residents during the COVID-19 epidemic period. *Infectious diseases*. 2020;18(4):8–16 (In Russ.). DOI: 10.20953/1729-9225-2020-4-8-16

24. Popova AYu, Ezhlova EB, Mel'nikova AA, et al. Herd immunity of SARS-Cov-2 among the population of Kalinigrad Region amid

the COVID-19 epidemic. *Journal Infectology*. 2020;12(5):62–71. (In Russ.). DOI: 10.22625/2072-6732-2020-12-5-62-71

25. Popova AYu, Ezhlova EB, Mel'nikova AA, et al. Herd Immunity to SARS-CoV-2 among the Population in Saint-Petersburg during the COVID-19 Epidemic. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2020;(3):124–130. (In Russ.). DOI: 10.21055/0370-1069-2020-3-124-130

26. Tryshkin DV, Kryukov EV, Chernetov VA, Chernov SA. Use of anticospecial plasma from healthy vaccinated people in the treatment of patients with severe coronavirus infection. *Military medical journal*. 2021;342(2):66–68. (In Russ.).

27. Kuzin AA, Kucherov AS, Polovinka VS, Yumanov AP. Modern system of sanitari-anti-epidemic support of the armed forces of the Russian Federation. *Russian Military Medical Academy Reports*. 2020;39(S4):52–56. (In Russ.).

28. Zhdanov KV, Kozlov KV, Bulankov YI, et al. Optimization of diagnosis of SARS-CoV-2 infection using polymerase chain reaction in a large multi-specialty hospital. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2020;22(2):7–10. (In Russ.).

29. Alimbarova LM, Kazakov SP, Kryukov EV, Chirkova EYu. Otsenka kommercheskikh test-sistem na osnove immunokhimicheskogo metoda dlya opredeleniya urovnya spetsificheskikh antitel v syvorotke/plazme bol'nykh COVID-19. Proceedings of the I All-Russian congress with international participation «Akademiya laboratornoi meditsiny: noveishie dostizheniya». Moscow, 2021 May 25–27. P. 49–50. (In Russ.).

30. Artebyakin SV, Lantsov EV, Kuzin AA. Aktual'nost' i metodicheskii podkhod k izucheniyu kollektivnogo immuniteta k novoi koronavirusnoi infektsii v organizovannykh kollektivakh. Proceedings of the Online-congress with international participation: «Molekulyarnaya diagnostika i biobezopasnost'-2021. COVID-19: ehpidemiologiya, diagnostika, profilaktika». Moscow, 2021. P. 18. (In Russ.).

31. Kazakov SP, Alimbarova LM, Chirkova EYu, et al. Izuchenie ehffektivnosti test-sistem na osnove immunokhimicheskogo metoda dlya opredeleniya spetsificheskikh antitel klassov IgM, IgG k koronavirusu SARS-CoV-2. *Journal Infectology*. 2021;13(1S):53–54. (In Russ.).

## ОБ АВТОРАХ

\***Евгений Владимирович Ланцов**, кандидат медицинских наук; e-mail: lantsov83@mail.ru, eLibrary SPIN: 4384-2924

**Игорь Иванович Азаров**, eLibrary SPIN 7673-7523

**Дмитрий Валерьевич Овчинников**, кандидат медицинских наук, доцент; e-mail: 79112998764@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-8408-5301; SCOPUS: 36185599800; Researcher ID AGK-7796-2022; eLibrary SPIN: 5437-3457

## AUTHORS INFO

\***Evgeny V. Lantsov**, candidate of medical sciences; e-mail: lantsov83@mail.ru; eLibrary SPIN:4384-2924

**Igor I. Azarov**, eLibrary SPIN 7673-7523

**Dmitrii V. Ovchinnikov**, e-mail: 79112998764@yandex.ru; candidate of medical sciences, associate professor; ORCID: 0000-0001-8408-5301; SCOPUS: 36185599800; Researcher ID AGK-7796-2022; eLibrary SPIN: 5437-3457

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

**Александр Александрович Кузин**, доктор медицинских наук, доцент; e-mail: paster-spb@mail.ru; eLibrary SPIN: 6220-1218

**Юрий Иванович Буланков**, доктор медицинских наук, доцент; e-mail: dr.bulankov@mail.ru; eLibrary SPIN: 7997-0230

**Сергей Владимирович Артебякин**, адъюнкт; e-mail: asvdoc@rambler.ru; eLibrary SPIN: 5536-5620

**Денис Александрович Жарков**, кандидат медицинских наук; e-mail: jardenmed@mail.ru; eLibrary SPIN: 5330-1690

**Павел Валентинович Куликов**, кандидат медицинских наук; e-mail: kpysel@mail.ru; eLibrary SPIN: 7920-4582

**Alexander A. Kuzin**, doctor of medical sciences, associate professor; e-mail: paster-spb@mail.ru; eLibrary SPIN: 6220-1218

**Yuri I. Bulankov**, doctor of medical sciences, associate professor; e-mail: dr.bulankov@mail.ru; eLibrary SPIN: 7997-0230

**Sergey V. Artebyakin**, adjunct; e-mail: asvdoc@rambler.ru; eLibrary SPIN: 5536-5620

**Denis A. Zharkov**, candidate of medical sciences; e-mail: jardenmed@mail.ru; eLibrary SPIN: 5330-1690

**Pavel V. Kulikov**, candidate of medical sciences; e-mail: kpysel@mail.ru; eLibrary SPIN: 7920-4582