

## ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

<https://doi.org/10.36233/0372-9311-92>



# Уровень серопревалентности к SARS-CoV-2 среди жителей Хабаровского края на фоне эпидемии COVID-19

Попова А.Ю.<sup>1</sup>, Ежлова Е.Б.<sup>1</sup>, Мельникова А.А.<sup>1</sup>, Троценко О.Е.<sup>2</sup>, Зайцева Т.А.<sup>3</sup>,  
Лялина Л.В.<sup>4</sup>, Гарбуз Ю.А.<sup>5</sup>, Смирнов В.С.<sup>4</sup>, Ломоносова В.И.<sup>4</sup>, Балахонцева Л.А.<sup>2</sup>,  
Котова В.О.<sup>2</sup>, Базыкина Е.А.<sup>2</sup>, Бутакова Л.В.<sup>2</sup>, Сапега Е.Ю.<sup>2</sup>, Алейникова Н.В.<sup>2</sup>,  
Бибенина Л.А.<sup>2</sup>, Лосева С.М.<sup>3</sup>, Каравянская Т.Н.<sup>3</sup>, Тотолян А.А.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Москва, Россия;

<sup>2</sup>Хабаровский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии, Хабаровск, Россия;

<sup>3</sup>Управление Роспотребнадзора по Хабаровскому краю, Хабаровск, Россия;

<sup>4</sup>Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>5</sup>Центр гигиены и эпидемиологии в Хабаровском крае, Хабаровск, Россия

### Аннотация

**Введение.** В Хабаровском крае первые 3 случая заболевания COVID-19 диагностированы 19 марта 2020 г., они были завозными из Аргентины (транзит через Италию). Эпидемический процесс COVID-19 в Хабаровском крае характеризуется медленным нарастанием заболеваемости, в период проведения исследования серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2 показатели заболеваемости варьировали от 35,9 до 39,1 на 100 тыс. населения. В последующие 5 нед продолжился рост заболеваемости, максимальный уровень составил 67,3 на 100 тыс. населения. Статистически значимое снижение заболеваемости отмечалось в первой декаде августа.

**Цель.** Определение уровня и структуры популяционного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 среди населения Хабаровского края в период интенсивного распространения COVID-19 (с 9 по 21 июня 2020 г.).

**Материалы и методы.** Работа проводилась в рамках первого этапа широкомасштабного проекта Роспотребнадзора по оценке популяционного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 среди населения России с учетом протокола, рекомендованного ВОЗ. Отбор волонтеров для исследования проводили методом анкетирования и рандомизации путем случайной выборки. В анализ включены результаты обследования 2675 человек. Количество волонтеров во всех возрастных группах было сопоставимым.

**Результаты.** Коллективный иммунитет населения Хабаровского края составил 19,6%. Максимальный уровень популяционного иммунитета установлен у детей 14–17 (34,4%) и 7–13 лет (24,8%), лиц старше 70 лет (22,6%). Наибольший уровень серопозитивности, кроме детей и пожилых, выявлен среди работников образования (26,7%), наименьший — у военных (8,7%) и безработных (8,3%). Статистически значимых различий по уровню серопревалентности между мужчинами и женщинами не установлено.

**Выводы.** В результате сероэпидемиологического исследования показано, что в Хабаровском крае при наличии контактов с больными COVID-19 вероятность сероконверсии увеличилась в 1,4 раза. После перенесенной инфекции COVID-19 антитела выявлялись в 58,9% случаев. У лиц с позитивным результатом ПЦР-анализа, полученным ранее, антитела выявлены в 50% случаев. Установлена высокая доля бессимптомной инфекции среди серопозитивных волонтеров — 93,7%.

**Ключевые слова:** *коронавирусная инфекция, эпидемия, серопревалентность, заболеваемость, Хабаровский край, население*

**Для цитирования:** Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Мельникова А.А., Троценко О.Е., Зайцева Т.А., Лялина Л.В., Гарбуз Ю.А., Смирнов В.С., Ломоносова В.И., Балахонцева Л.А., Котова В.О., Базыкина Е.А., Бутакова Л.В., Сапега Е.Ю., Алейникова Н.В., Бибенина Л.А., Лосева С.М., Каравянская Т.Н., Тотолян А.А. Уровень серопревалентности к SARS-CoV-2 среди жителей Хабаровского края на фоне эпидемии COVID-19. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 2021; 98(1): 7–17.  
DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-92>

Original article

<https://doi.org/10.36233/0372-9311-92>

## The seroprevalence of SARS-CoV-2 among residents of the Khabarovsk Krai during the COVID-19 epidemic

Anna Yu. Popova<sup>1</sup>, Elena B. Ezhlova<sup>1</sup>, Albina A. Melnikova<sup>1</sup>, Olga E. Trotsenko<sup>2</sup>, T.A. Zaitseva<sup>3</sup>, Lyudmila V. Lyalina<sup>4</sup>, Yu.A. Garbuz<sup>5</sup>, Vyacheslav S. Smirnov<sup>4</sup>, Valeria I. Lomonosova<sup>4</sup>, Lyudmila A. Balakhontseva<sup>2</sup>, Valeria O. Kotova<sup>2</sup>, Elena A. Bazykina<sup>2</sup>, Lyudmila V. Butakova<sup>2</sup>, Elena Yu. Sapega<sup>2</sup>, Nadezhda V. Aleinikova<sup>2</sup>, Larisa A. Bebenina<sup>2</sup>, Svetlana M. Loseva<sup>3</sup>, Tatiana N. Karavyanskaya<sup>3</sup>, Areg A. Totolyan<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Khabarovsk Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Khabarovsk, Russia;

<sup>3</sup>Rospotrebnadzor Office for the Khabarovsk Krai, Khabarovsk, Russia;

<sup>4</sup>St. Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russia;

<sup>5</sup>Center for Hygiene and Epidemiology in the Khabarovsk Krai, Khabarovsk, Russia

### Abstract

**Introduction.** The coronavirus disease (COVID-19) pandemic was announced by WHO in February 2020. In the Khabarovsk Krai, the first three cases of the disease were diagnosed on March 19, 2020, these cases were imported from Argentina (transit through Italy). The epidemic process of COVID-19 in the Khabarovsk Krai is characterized by a slow increase in the incidence. During the period of time when the SARS-CoV-2 seroprevalence study was conducted the incidence rates varied from 35.9 to 39.1 per 100 thousand population. Within the next 5 weeks the incidence continued to increase, the maximum level was 67.3 per 100 thousand population. A statistically significant decrease in the incidence is noted in the first decade of August. The study of the SARS-CoV-2 seroprevalence among residents of the region was carried out from June 9 to June 21, 2020 during the period of increasing intensity of the epidemic process of COVID-19 infection.

**Aim.** To determine the level and structure of herd immunity to SARS-CoV-2 virus among the population of the Khabarovsk Krai during the period of intensive spread of COVID-19.

**Materials and methods.** The study was conducted as a part of the first stage of a large-scale Rospotrebnadzor project to assess the herd immunity to SARS-CoV-2 virus among the population of the Russian Federation, taking into consideration the protocol recommended by WHO. The selection of volunteers for the study was carried out by the method of questionnaires and randomization by random sampling. The results of a survey of 2675 individuals were included into analysis. The number of volunteers in all age groups was similar.

**Results.** The results of the study showed that the herd immunity to SARS-CoV-2 in the total population of the Khabarovsk Krai was 19.6%. The maximum level of herd immunity was observed in children 14–17 years old (34.4%), children 7–13 years old (24.8%), and people over 70 years (22.6%). The highest level of seropositivity, except for the children and the elderly, was found among educational workers (26.7%). The lowest level of seropositivity was found in the military (8.7%) and the unemployed (8.3%). There were no statistically significant differences in the level of seroprevalence between men and women.

**Conclusions.** The results of the seroepidemiological study demonstrated that in the Khabarovsk Krai, the presence of the contacts with COVID-19 patients is associated with the 1.4-fold increase in the likelihood of the seroconversion. Antibodies were detected in 58.9% of the past COVID-19 cases. In individuals with the previous positive PCR test result, antibodies were detected in 50% of cases. A high rate of asymptomatic infection, up to 93.7%, was observed among seropositive volunteers.

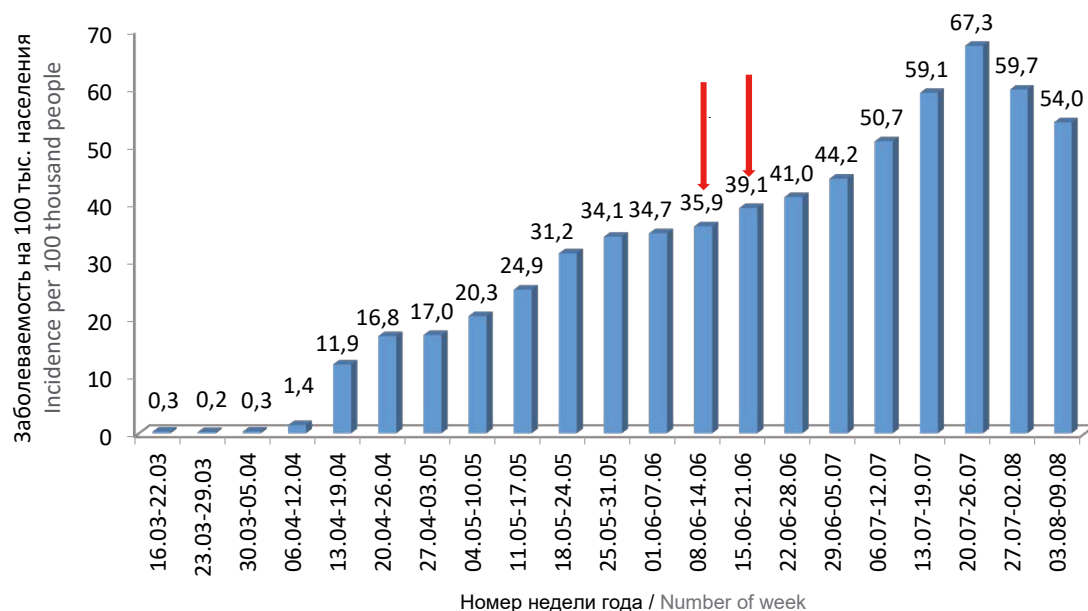
**Keywords:** coronavirus infection, epidemic, seroprevalence, morbidity, Khabarovsk Krai, population

**For citation:** Popova A.Yu., Ezhlova E.B., Melnikova A.A., Trotsenko O.E., Zaitseva T.A., Lyalina L.V., Garbuz Yu.A., Smirnov V.S., Lomonosova V.I., Balakhontseva L.A., Kotova V.O., Bazykina E.A., Butakova L.V., Sapega E.Yu., Aleinikova N.V., Bebenina L.A., Loseva S.M., Karavyanskaya T.N., Totolyan A.A. The seroprevalence of SARS-CoV-2 among residents of the Khabarovsk Krai during the COVID-19 epidemic. *Journal of microbiology, epidemiology and immunobiology = Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii*. 2021;98(1):7–17. DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-92>

### Введение

Пандемия COVID-19 была объявлена ВОЗ в феврале 2020 г. [1]. Инфекция распространяется с такой скоростью, которая заставляет ученых и политиков всего мира предпринимать беспрецедентные меры контроля эпидемического процесса.

В Хабаровском крае первые 3 случая заболевания диагностированы 19 марта 2020 г., эти случаи были завозными из Аргентины (транзит через Италию). Эпидемический процесс COVID-19 в Хабаровском крае характеризовался медленным нарастанием заболеваемости в течение 18 нед (рис. 1).



**Рис. 1.** Заболеваемость COVID-19 в Хабаровском крае в 2020 г.

Стрелки — начало и окончание периода взятия проб крови для определения специфических антител к SARS-CoV-2 (09–16.06.2020).

**Fig. 1.** The incidence of COVID-19 in the Khabarovsk Krai in 2020.

Arrows mark the beginning and the end of the blood sampling period for the determination of specific antibodies to SARS-CoV-2 (09–16.06.2020).

В период проведения исследования серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2 показатели варьировали от 35,9 (95% доверительный интервал (ДИ) 32,7–39,3) до 39,1 (95% ДИ 35,8–42,7) на 100 тыс. населения. В последующие 5 нед отмечалось увеличение числа случаев, максимального уровня — заболеваемость достигла 20 июля 2020 г. В первой декаде августа установлено статистически значимое снижение заболеваемости. Исследование популяционного иммунитета было проведено с 9 по 21 июня 2020 г. в период нарастания интенсивности эпидемии COVID-19.

Географическое расположение Хабаровского края представляет интерес в связи с тем, что на юго-востоке по реке Усури он имеет границу с территорией КНР (провинция Хейлунцзян). Это представляется существенным эпидемиологическим фактором, обуславливающим трансграничную миграцию и реальную вероятность завоза инфекции.

Формирование популяционного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 приобретает особое значение для контроля эпидемиологической обстановки и планирования комплекса мероприятий по специфической и неспецифической профилактике COVID-19 [2]. Отсюда следует, что наличие широкой иммунной прослойки будет предпосылкой эффективного снижения скорости распространения инфекции.

Уровень популяционного иммунитета населения определяет вероятность распространения и

тяжесть течения любого массового инфекционного заболевания [3, 4]. В наивной популяции патогенный возбудитель, вызвавший эпидемическую вспышку, может неконтролируемо циркулировать, вызывая манифестные формы инфекции [5]. Если патоген обладает высокой контагиозностью, как, например, возбудители острых респираторных вирусных инфекций, в том числе SARS-CoV-2, то заболевание приобретает эпидемический характер и может существовать до того момента, пока число серопозитивных лиц не превысит число серонегативных. Применительно к COVID-19 считается, что этот порог составляет 60–70% вовлеченных в эпидемический процесс [6]. Вместе с тем эпидемический порог не является величиной застывшей и может изменяться в зависимости от конкретных условий жизнедеятельности, климатогеографических условий, интенсивности миграции населения, степени развития туризма и др.

**Целью** сероэпидемиологического исследования было определение уровня и структуры популяционного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 среди населения Хабаровского края в период интенсивного распространения COVID-19.

## Материалы и методы

Работа проводилась в рамках первого этапа широкомасштабной программы Роспотребнадзора по оценке популяционного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 у населения России, разработанной с

учетом протокола, рекомендованного ВОЗ [2]. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера. Перед началом исследования все участники или их юридические представители были ознакомлены с целью, методикой исследования и подписали информированное согласие.

Отбор волонтеров для исследования проводили методом анкетирования и рандомизации путем случайной выборки. Критерием исключения была активная инфекция COVID-19 в момент анкетирования.

Объем выборки определяли по формуле:

$$n = \frac{t^2 \times p(1-p)}{m^2},$$

где:

$n$  — объем выборки;

$t$  — уровень точности (для 95% ДИ  $t = 1,96$ );

$p$  — оценочная распространенность изучаемого явления (при 50%  $p = 0,5$ );

$m$  — допустимая ошибка 5% [7].

Всего анкеты заполнили 7216 волонтеров, из них у 2688 человек отбирали пробы крови из вены для последующего исследования на наличие специфических антител к SARS-CoV-2. В анализ включены результаты обследования 2675 человек.

Возраст обследованных добровольцев варьировал от 1 года до 70 лет и старше (табл. 1).

Число волонтеров во всех возрастных группах было сопоставимым. Учитывая особенности детского возраста, первую группу разделили на три подгруппы: 1–6, 7–13 и 14–17 лет. Из всей когорты волонтеров доля лиц с наличием верифицированно-

го диагноза COVID-19 в анамнезе составила 2,1% ( $n = 56$ ).

Пробы крови волонтеров отбирали в вакутейнеры с ЭДТА и центрифугировали. Плазму отделяли от клеточных элементов, переносили в пластиковые пробирки и хранили до исследования при 4°C. Содержание антител к SARS-CoV-2 определяли методом иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием набора реагентов для анализа сыворотки или плазмы крови человека на наличие специфических иммуноглобулинов класса G (IgG) к нуклеокапсиду вируса SARS-CoV-2 (ФБУН ГНЦ ПМБ Роспотребнадзора). Результаты учитывали качественным методом и считали положительными при превышении уровня cut-off [2].

Статистическую обработку проводили с использованием методов вариационной статистики с помощью статистического пакета Excel и программного продукта «WinPeri v.11.65»). Для оценки достоверности различий сравниваемых показателей использовали ДИ и уровень вероятности. Тенденция заболеваемости COVID-19 в Хабаровском крае рассчитана методом регрессионного анализа.

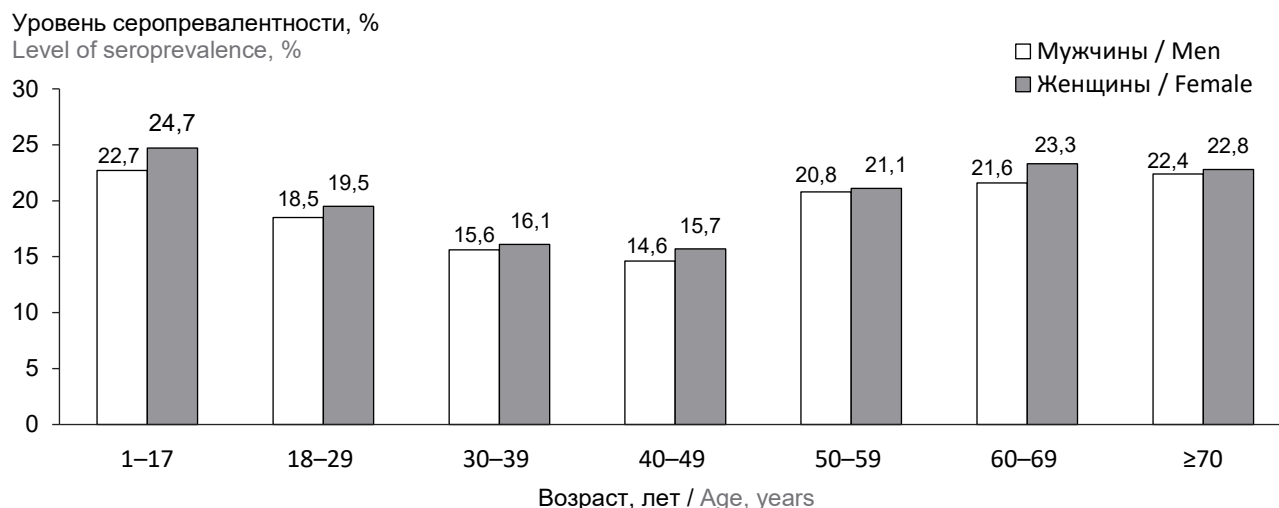
## Результаты

### Уровень серопревалентности среди населения Хабаровского края

Серопревалентность к SARS-CoV-2 среди жителей Хабаровского края во всей когорте обследованных составила 19,6%. По возрастным группам показатели серопревалентности варьировали в диапазоне от 14,7 до 34,4% (табл. 1). Максимальный уровень сероконверсии выявлен в детской возрастной группе (преимущественно за счет детей

**Таблица 1.** Серопревалентность к вирусу SARS-CoV-2 у жителей Хабаровского края разных возрастных групп  
**Table 1.** Seroprevalence to SARS-CoV-2 virus in residents of the Khabarovsk Krai of different age groups

Возраст, лет Age, years	$n$	В том числе / Including:		Серопревалентность, % (95% ДИ) Seroprevalence, % (95% confidence interval)
		серопозитивных seropositive	серонегативных seronegative	
1–17	383	88	295	23,0 (18,9–27,5)
В том числе: Including:				
1–6	190	34	156	17,9 (12,7–24,1)
7–13	129	32	97	24,8 (17,6–33,2)
14–17	64	22	42	34,4 (22,9–47,3)
18–29	385	73	312	19,0 (15,2–23,2)
30–39	383	59	324	15,4 (11,9–19,4)
40–49	382	56	326	14,7 (11,3–18,6)
50–59	382	80	302	20,9 (16,9–25,4)
60–69	380	83	297	21,8 (17,8–26,3)
70 и более 70 and older	380	86	294	22,6 (18,5–27,2)
Итого Total	2675	525	2150	19,6 (18,1–21,2)



**Рис. 2.** Серопревалентность в различных возрастных группах мужского и женского населения Хабаровского края в 2020 г.

Различия между показателями мужчин и женщин статистически не значимы.

**Fig. 2.** Seroprevalence in different age groups of the male and female population of the Khabarovsk Krai in 2020.

The differences between the indicators of men and women are not statistically significant.

в возрасте 14–17 лет). В старшей возрастной группе (50 лет и старше) уровень серопревалентности существенно не отличался от таковой среди детей 1–17 лет. Обращает на себя внимание сравнительно низкий уровень сероконверсии у лиц 30–39 и 40–49 лет (рис. 1), различия с детской группой статистически значимы в возрасте 40–49 лет ( $p < 0,05$ ).

При анализе гендерно-возрастного распределения серопревалентности установлено, что указанная выше тенденция характерна как для мужчин, так и для женщин (рис. 2).

При анализе районной структуры серопревалентности обращает на себя внимание значительная неравномерность выборки (табл. 2). Наиболь-

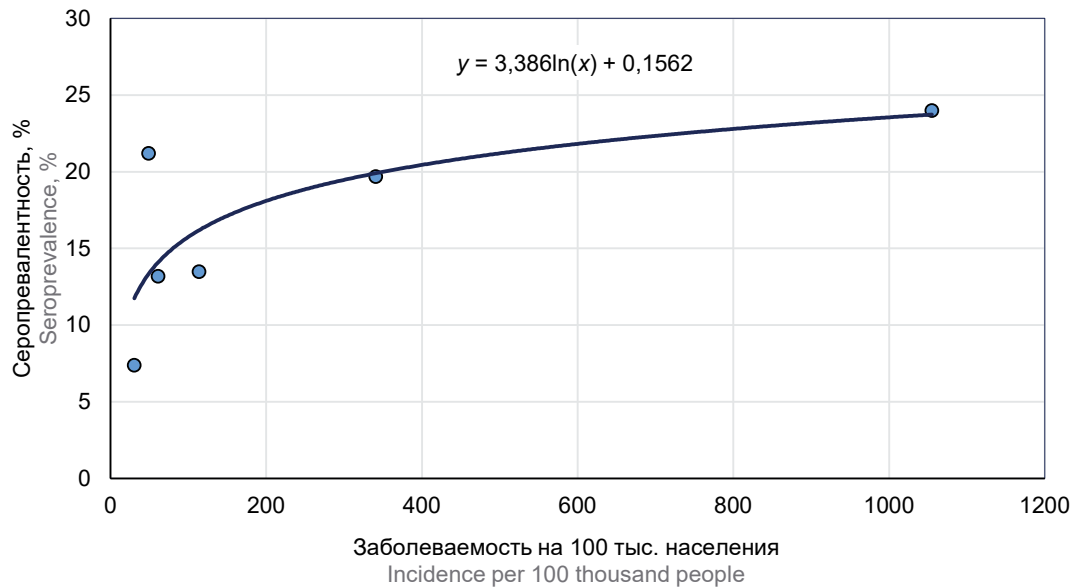
**Таблица 2.** Уровень серопревалентности и заболеваемости в районах Хабаровского края (по состоянию на 09.06.2020)

**Table 2.** Level of seroprevalence and morbidity in the districts of the Khabarovsk Krai (as of June 9, 2020)

Район District	Число зараженных Number of infected		Серопревалентность, % (95% ДИ) Seroprevalence, % (95% confidence interval)
	всего total	на 100 тыс. населения per 100,000 population	
г. Хабаровск / Khabarovsk	2102	341,02	19,7 (18,1–21,3)
г. Комсомольск-на-Амуре / Komsomolsk-on-Amur	75	30,64	10,0 (2,8–23,7)
Амурский / Amurskiy	10	17,2	*
Бикинский / Bikinskiy	18	81,01	*
Ванинский / Vaninsky	16	48,98	21,9 (9,3–39,9)
Вяземский / Vyazemsky	7	33,70	*
Николаевский / Nikolaevsky	7	27,33	*
Совгаванский / Sovgavansky	56	147,93	*
Хабаровский / Khabarovskiy	105	114,04	15,2 (6,3–28,9)
Ульчский / Ul'chskiy	157	1055,89	24,2 (16,2–33,9)
В целом по краю / In the whole territory	2661	202,26	19,6 (18,1–21,2)

**Примечание.** \*В Амурском, Бикинском, Вяземском, Николаевском, Совгаванском районах в сумме обследованы 37 человек, из них 6 (16,2%) человек с положительным результатом на антитела.

**Note.** \*In Amursky, Bikinsky, Vyazemsky, Nikolaevsky, Sovgavansky districts a total of 37 people were examined, including 6 (16.2%) people with a positive result for antibodies.



**Рис. 3.** Зависимость между серопревалентностью к SARS-CoV-2 и заболеваемостью COVID-19 среди волонтеров Хабаровского края.

Коэффициент корреляции ( $r_s$ ) составил 0,66, пороговое значение  $r_{st}$  при  $p < 0,05$  равно 0,7. Поскольку  $r_s < r_{st}$ , то достоверная корреляционная связь между сравниваемыми показателями не выявлена.

**Fig. 3.** The relationship between SARS-CoV-2 seroprevalence and COVID-19 morbidity among the volunteers of the Khabarovsk Krai.

The correlation coefficient ( $r_s$ ) was 0.66  $r_{st}$  threshold value at  $p < 0.05$  is equal to 0.7. Since  $r_s < r_{st}$ , a significant correlation between compared indicators not identified.

шее число волонтеров (2421 человек; 90,5%) было обследовано в Хабаровске, в остальных регионах число обследованных составило 254 человека. Анализ имеющихся данных не показал каких-либо региональных особенностей серопревалентности в представленных районах. Можно лишь отметить некоторые колебания данного показателя. Так, наименьшая серопревалентность отмечена в Комсомольске-на-Амуре (10,0%), наибольшая — в Ульчском районе (24,2%). Вместе с тем объемы выборок оказались невелики, и можно предположить, что увеличение численности обследованных в районах могло дать более точные результаты, поскольку на максимальной выборке непосредственно в Хабаровске уровень серопревалентности составил 19,7%, что практически идентично среднепопуляционному показателю (19,6%).

Значительный интерес представляет сопоставление серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2 и заболеваемости инфекцией COVID-19 в городах и районах Хабаровского края. Можно предположить, что между этими двумя показателями существует вероятностная связь: чем выше заболеваемость, тем выше риск инфицирования населения небольшими дозами возбудителя, которые не вызывают манифестную форму заболевания, но приводят к инаппарантной сероконверсии, проявляющейся в выработке адаптивного иммунного ответа, в том числе секретиции антител к вирусу SARS-CoV-2 [8].

Результаты исследования в Хабаровском крае показали, что наиболее высокий уровень заболеваемости (1055,89 на 100 тыс. населения) и серопревалентности (24,2%) отмечался в Ульчском районе (табл. 2). Второе место по заболеваемости занимал город Хабаровск (341,02 на 100 тыс.), показатель серопревалентности составил 19,7%.

При исследовании связи между уровнем заболеваемости и серопревалентности в районах Хабаровского края, описываемой уравнением  $y = 3,386\ln(x) + 0,1562$ , установлено, что указанная логарифмическая зависимость свидетельствует о наличии связи между сопоставляемыми показателями (рис. 3). Коэффициент корреляции  $r = 0,66$  ( $p = 0,1$ ) позволяет говорить только о тенденции процесса, что связано с небольшим количеством районов, в которых получены репрезентативные данные о серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2.

#### Влияние факторов риска на уровень серопревалентности

Определенное влияние на уровень серопревалентности могут оказывать социально-профессиональные факторы, в частности сфера деятельности (табл. 4).

Представленные результаты согласуются с аналогичными данными по Ленинградской области с некоторыми отличиями [9]. Так, наиболее высокие уровни сероконверсии отмечены у работников образования, а также среди детей в возрасте 7–13 и

**Таблица 4.** Влияние социально-профессиональных факторов на уровень серопревалентности среди населения Хабаровского края

**Table 4.** Influence of social and professional factors on the level of seroprevalence among the population of the Khabarovsk Krai

Профессиональная деятельность Professional activity	n	В том числе / Including:		Серопревалентность, % (95% ДИ) Seroprevalence, % (95% confidence interval)
		серопозитивные seropositive	серонегативные seronegative	
Медицина Medicine	459	87	372	18,9 (15,5–22,8)
Бизнес Business	165	26	139	15,7 (10,6–22,2)
Образование Education	176	47	129	26,7 (22,3–33,9)
Военнослужащие Military personnel	218	19	199	8,7 (5,3–13,3)
Рабочие Workers	40	8	32	20,0 (9,1–35,7)
Силловые структуры Security Forces	201	45	156	22,4 (16,8–28,8)
Служащие Employees	391	69	322	17,6 (14,0–21,8)
Пенсионеры Retirees	558	126	432	22,6 (19,2–26,3)
Безработные Unemployed	96	8	88	8,3 (3,7–15,8)
Дети 1–17 лет Children 1–17 years old	383	88	295	23,0 (18,7–27,5)

14–17 лет. Можно предположить, что такие результаты обусловлены совместным вовлечением в учебный процесс и связанными с этим более активными контактами между упомянутыми группами населения. Несколько неожиданным оказался невысокий уровень сероконверсии у военнослужащих. Этот факт нуждается в дополнительном исследовании, можно предположить, что он связан с известной изолированностью воинских коллективов. В других регионах России выявлен более высокий уровень сероконверсии среди безработных, однако в Хабаровском крае это не установлено.

#### *Серопревалентность среди лиц, перенесших COVID-19 и имеющих положительную реакцию ПЦР РНК вируса SARS-CoV-2*

Среди обследованных волонтеров 56 (2,1%) человек указали на перенесенную в анамнезе инфекцию COVID-19. В этой группе добровольцев IgG-антитела к SARS-CoV-2 встречались у 58,9% лиц практически в равной степени как среди женщин, так и среди мужчин. У волонтеров, не имевших в анамнезе перенесенной инфекции, антитела к SARS-CoV-2 обнаружены в 18,8% случаев. Различия статистически значимы ( $p < 0,05$ ). Эти результаты согласуются с данными литературы о том, что в ИФА среди переболевших COVID-19 антитела к SARS-CoV-2 могут выявляться в 55% случаев и более [10].

Другим важным аспектом обсуждаемой проблемы является связь между серопревалентностью и обнаружением вирусной РНК. Согласно существующим представлениям, только одно определение РНК в ПЦР или IgG в ИФА может оказаться недостаточным для точной диагностики имеющегося COVID-19 [11]. Из числа волонтеров Хабаровского края, которые сообщили о положительной ПЦР на наличие РНК SARS-CoV-2, у 50% были выявлены специфические IgG-антитела, при этом среди лиц с отрицательными результатами ПЦР специфические антитела обнаружены только у 26,4% волонтеров. Гендерных различий в обеих группах не выявлено. Оценить значимость полученных результатов не представляется возможным, поскольку неизвестен интервал между постановкой ПЦР и определением IgG-антител к SARS-CoV-2.

На вопрос анкеты о наличии или отсутствии контактов с больными COVID-19 ответили 2674 человека, из них 314 (11,7%) — положительно. В эту группу вошли 84 мужчины и 230 женщин. Соответственно, выборка лиц, не контактировавших с больными, включала 2360 человек (777 мужчин и 1583 женщины).

В результате серодиагностики в когорте волонтеров, имевших контакт с больными COVID-19, доля серопозитивных лиц составила 25,8% (табл. 5). Показатели серопревалентности среди мужчин и

женщин в этой группе существенно не различались. Среди волонтеров, не имевших контакта с больными, доля серопозитивных лиц была 18,8%, различия статистически значимы ( $p < 0,05$ ).

Для лиц, инфицированных SARS-CoV-2, характерным признаком является высокая частота бессимптомных форм инфекции [12, 13]. При исследовании феномена серопревалентности среди волонтеров Хабаровского края расчет бессимптомных форм проводили следующим образом: из числа серопозитивных лиц вычитали тех, в анамнезе которых не было указано наличие диагноза COVID-19 и/или положительного результата ПЦР. В связи с критериями включения лица с признаками ОРЗ исключались на первом этапе (выбор волонтеров для сдачи крови).

В результате проведенного исследования выявлен высокий уровень бессимптомных форм среди

серопозитивных волонтеров (табл. 6). Наименьшая доля лиц с бессимптомным течением COVID-19 отмечена среди лиц возрастной группы 50–59 лет (88,8%), при этом в целом по Хабаровскому краю этот показатель составил 93,7%, причем в остальных возрастных группах он варьировал в пределах 91,5–98,2%. Анализ достоверности различий показал, что имеющаяся дисперсия невелика и статистически не значима ( $p > 0,05$ ).

## Обсуждение

В результате сероэпидемиологического исследования в Хабаровском крае установлено, что общая серопозитивность на IgG-антитела к SARS-CoV-2 в период нарастания интенсивности эпидемического процесса COVID-19 составила 19,6%. Этот показатель существенно не отличается от уровня серо-

**Таблица 5.** Наличие антител к SARS-CoV-2 в сыворотке крови в зависимости от анамнестического контакта с больными COVID-19 в Хабаровском крае

**Table 5.** Presence of antibodies to SARS-CoV-2 in blood serum, depending on the history of contact with patients with COVID-19 in the Khabarovsk Krai

Наличие контакта у волонтеров с больными COVID-19 Volunteers have contact with COVID-19 patients	n	В том числе / Including:		Серопревалентность, % (95% ДИ) Seroprevalence, % (95% confidence interval)
		серопозитивные seropositive	серонегативные seronegative	
Имели контакт Had contact	314	81	233	25,8 (21,1–31,0)
Не имели контакта Did not have contact	2360	440	1920	18,6 (17,1–20,3)
Мужчины, имевшие контакт Men who had contact	84	24	60	28,6 (19,2–39,5)
Мужчины, не имевшие контакта Men who did not have contact	777	138	639	17,8 (15,1–20,6)
Женщины, имевшие контакт Women who had contact	230	57	173	24,8 (19,3–30,9)
Женщины, не имевшие контакта Women who did not have contact	1583	302	1281	19,1 (17,2–21,1)

**Таблица 6.** Доля лиц с бессимптомным течением COVID-19, в том числе в различных возрастных группах, в Хабаровском крае в июне 2020 г.

**Table 6.** The proportion of people with asymptomatic COVID-19 in different age groups in the Khabarovsk Krai in June 2020

Возрастная группа, лет Age, years	Выявлено серопозитивных, человек Identified seropositive, individuals	Из них были бессимптомными Of them were asymptomatic	
		n	% (95% ДИ) % (95% confidence interval)
1–17	88	83	94,3 (87,2–98,1)
18–29	73	70	95,9 (88,5–99,1)
30–39	59	54	91,5 (81,3–97,2)
40–49	56	55	98,2 (90,5–99,9)
50–59	80	71	88,8 (79,7–94,7)
60–69	83	78	94,0 (86,5–98,1)
70 и старше / 70 and older	86	81	94,2 (86,9–98,1)
Всего / Total	525	492	93,7 (91,3–95,6)



превалентности в Ленинградской области (20,7%). Результаты тестирования дают основание полагать, что в настоящий период времени, независимо от пола, риск заражения COVID-19 наиболее высок для населения активного, трудоспособного возраста, особенно в диапазоне 30–49 лет (уровень выявления антител в этой группе составил 14,7–15,4%).

К территориям наиболее высокого риска заражения вирусом SARS-CoV-2 предположительно можно отнести г. Комсомольск-на-Амуре, Хабаровский район и некоторые другие. Однако данный вывод требует дальнейшего изучения из-за малой выборки, полученной в ходе настоящего исследования для ряда административных образований.

Установлен высокий (93,7%) удельный вес бессимптомных форм COVID-19 среди лиц с наличием в сыворотке крови антител к возбудителю SARS-CoV-2. Также отмечается относительно низкая стойкость выработанного иммунитета после перенесенной инфекции — лишь у 58,9% обследованных волонтеров были выявлены антитела. Аналогичные результаты получены и при оценке данных лиц с положительным анализом ПЦР в анамнезе (50,0%). Гендерных отличий в обеих группах не отмечено. Выявлена статистически значимая более высокая доля серопозитивных лиц среди контактировавших с больными COVID-19 по сравнению с волонтерами, не имевшими контакта, — 25,8 и 18,6% соответственно. Наименьший уровень серопревалентности установлен в группах безработных граждан и военнослужащих, наибольший — среди детей школьного возраста и подростков (7–13 и 14–17 лет), а также работников сферы образования.

### Выводы

1. Коллективный иммунитет совокупного населения Хабаровского края составил 19,6%.
2. Максимальный уровень коллективного иммунитета установлен у детей 14–17 (34,4%) и 7–13 лет (24,8%), у взрослых старше 70 лет (22,6%).
3. Наибольший уровень серопозитивности, кроме детей и пожилых, выявлен среди работников образования (26,4%), силовых структур (22,45%), рабочих (20,0%) и работающих в сфере здравоохранения (18,9%).
4. Наименьший уровень серопозитивности выявлен у безработных (8,3%) и военных (8,7%).
5. Не установлено статистически значимых гендерных различий по уровню серопревалентности.
6. При наличии контактов с больными COVID-19 вероятность сероконверсии увеличивается в 1,4 раза.
7. Среди волонтеров, перенесших инфекцию COVID-19, антитела к вирусу SARS-CoV-2 выявлены в 58,9% случаев.

8. У лиц с позитивным результатом ПЦР-анализа, полученным ранее, антитела обнаружены в 50% случаев.
9. Доля бессимптомного течения инфекции среди серопозитивных волонтеров составила 93,7%.

### Благодарность

Авторы выражают благодарность сотрудникам Хабаровского НИИ эпидемиологии и микробиологии Роспотребнадзора Е.В. Негреевой, А.С. Плотниковой, М.М. Степашко, Т.А. Рыданской за помощь при организации и проведении исследования.

### Acknowledgments

The authors are grateful to the staff of the Khabarovsk Research Institute of Epidemiology and Microbiology of Rosпотребнадзор E.V. Negreeva, A.S. Plotnikova, M.M. Stepashko, T.A. Rydanskaya for help in organizing and conducting the study.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ВОЗ. Выступление Генерального директора ВОЗ на пресс-брифинге по [коронавирусной инфекции 2019-nCoV, 11 февраля 2020 г.] Available at: <https://www.who.int/ru/dg/speeches/detail/who-director-general-s-remarks-at-the-media-briefing-on-2019-ncov-on-11-february-2020>
2. Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Мельникова А.А., Башкетова Н.С., Фридман Р.К., Лялина Л.В. и др. Популяционный иммунитет к SARS-CoV-2 среди населения Санкт-Петербурга в период эпидемии COVID-19. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2020; (3): 124–130. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-3-124-130
3. Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology. Herd immunity; 2020. Available at: [https://apic.org/monthly\\_alerts/herd-immunity/](https://apic.org/monthly_alerts/herd-immunity/)
4. Metcalf C.J.E., Ferrari M., Graham A.L., Grenfell B.T. Understanding herd immunity. *Trends Immunol.* 2015; 36(12): 753–55. <https://doi.org/10.1016/j.it.2015.10.004>
5. Gomes M.G.M., Corder R.M., King J.G., Langwig K.E., Souto-Maior C., Carneiro J., et al. Individual variation in susceptibility or exposure to SARS-CoV-2 lowers the herd immunity threshold. *medRxiv*. Preprint. <https://doi.org/10.1101/2020.04.27.20081893>
6. Randolph H.E., Barreiro L.B. Herd immunity: understanding COVID-19. *Immunity*. 2020; 52(5): 737–41. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2020.04.012>
7. Newcombe R.G. Two-sided confidence intervals for the single proportion: comparison of seven methods. *Stat. Med.* 1998; 17(8): 857–87. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0258\(19980430\)17:8%3C857::aid-sim777%3E3.0.co;2-e](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0258(19980430)17:8%3C857::aid-sim777%3E3.0.co;2-e)
8. Lee C.Y.P., Lin R.T.P., Renia L., Ng L.F.P. Serological approaches for COVID-19: epidemiologic perspective on surveillance and control. *Front. Immunol.* 2020; 11: 879. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.00879>
9. Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Мельникова А.А., Историк О.А., Мосевич О.С., Лялина Л.В. и др. Оценка популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 среди населения Ленинградской области в период эпидемии COVID-19. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2020; (3): 114–123. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-3-114-123
10. Huang A.T., Garcia-Carreras B., Hitchings M.D.T., Yang B., Katzelnick L.C., Rattigan S.M., et al. A systematic review of antibody mediated immunity to coronaviruses: antibody kinetics,

correlates of protection, and association of antibody responses with severity of disease. *medRxiv*. 2020. Preprint.

<https://doi.org/10.1101/2020.04.14.20065771>

11. Krátká Z., Luxová S., Malíčková K., Fürst T., Šimková H. Testing for COVID-19: a few points to remember. *Čas. Lék. čes.* 2020; 159(2): 72–7.
12. Lai C.C., Liu Y.H., Wang C.Y., Wang Y.H., Hsueh S.C., Yen M.Y., et al. Asymptomatic carrier state, acute respiratory disease, and pneumonia due to severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2): Facts and myths. *J. Microbiol. Immunol. Infect.* 2020; 53(3): 404–12.
13. <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2020.02.012>
14. Singhal T.A. Review of coronavirus disease-2019 (COVID-19). *Indian J. Pediatr.* 2020; 87(4): 281–6. <https://doi.org/10.1007/s12098-020-03263-6>

## REFERENCES

1. WHO. WHO Director-General's remarks at the media briefing on 2019-nCoV on 11 February 2020. Available at: <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-remarks-at-the-media-briefing-on-2019-ncov-on-11-february-2020>
2. Popova A.Yu., Ezhlova E.B., Mel'nikova A.A., Bashketova N.S., Fridman R.K., Lyalina L.V., et al. Herd immunity to SARS-CoV-2 among the population in Saint-Petersburg during the COVID-19 epidemic. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii*. 2020; 3: 124–130. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-3-124-130 (In Russian)
3. Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology. Herd immunity; 2020. Available at: [https://apic.org/monthly\\_alerts/herd-immunity/](https://apic.org/monthly_alerts/herd-immunity/)
4. Metcalf C.J.E., Ferrari M., Graham A.L., Grenfell B.T. Understanding herd immunity. *Trends Immunol.* 2015; 36(12): 753–55. <https://doi.org/10.1016/j.it.2015.10.004>
5. Gomes M.G.M., Corder R.M., King J.G., Langwig K.E., Souto-Maior C., Carneiro J., et al. Individual variation in suscepti-

bility or exposure to SARS-CoV-2 lowers the herd immunity threshold. *medRxiv*. Preprint.

<https://doi.org/10.1101/2020.04.27.20081893>

6. Randolph H.E., Barreiro L.B. Herd immunity: understanding COVID-19. *Immunity*. 2020; 52(5): 737–41. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2020.04.012>
7. Newcombe R.G. Two-sided confidence intervals for the single proportion: comparison of seven methods. *Stat. Med.* 1998; 17(8): 857–87. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0258\(19980430\)17:8%3C857::aid-sim777%3E3.0.co;2-e](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0258(19980430)17:8%3C857::aid-sim777%3E3.0.co;2-e)
8. Lee C.Y.P., Lin R.T.P., Renia L., Ng L.F.P. Serological approaches for COVID-19: epidemiologic perspective on surveillance and control. *Front. Immunol.* 2020; 11: 879. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.00879>
9. Popova A.Yu., Ezhlova E.B., Mel'nikova A.A., Historik O.A., Mosevich O.S., Lyalina L.V., et al. Assessment of the herd immunity to SARS-CoV-2 among the population of the Leningrad Region during the COVID-19 Epidemic. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii*. 2020; 3: 114–123. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-3-114-123 (in Russian)
10. Huang A.T., Garcia-Carreras B., Hitchings M.D.T., Yang B., Katzelnick L.C., Rattigan S.M., et al. A systematic review of antibody mediated immunity to coronaviruses: antibody kinetics, correlates of protection, and association of antibody responses with severity of disease. *medRxiv*. 2020. Preprint. <https://doi.org/10.1101/2020.04.14.20065771>
11. Krátká Z., Luxová S., Malíčková K., Fürst T., Šimková H. Testing for COVID-19: a few points to remember. *Čas. Lék. čes.* 2020; 159(2): 72–7.
12. Lai C.C., Liu Y.H., Wang C.Y., Wang Y.H., Hsueh S.C., Yen M.Y., et al. Asymptomatic carrier state, acute respiratory disease, and pneumonia due to severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2): Facts and myths. *J. Microbiol. Immunol. Infect.* 2020; 53(3): 404–12. <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2020.02.012>
13. Singhal T.A. Review of coronavirus disease-2019 (COVID-19). *Indian J. Pediatr.* 2020; 87(4): 281–6. <https://doi.org/10.1007/s12098-020-03263-6>

## Информация об авторах

Попова Анна Юрьевна — д.м.н., проф., руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Москва, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-2567-9037>

Ежлова Елена Борисовна — к.м.н., зам. руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Москва, Россия, [ezhlova\\_eb@gse.ru](mailto:ezhlova_eb@gse.ru)

Мельникова Альбина Андреевна — к.м.н., зам. начальника Управления эпидемиологического надзора Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Москва, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-5651-1331>

Троценко Ольга Евгеньевна — д.м.н., директор Хабаровского НИИ эпидемиологии и микробиологии, Хабаровск, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-3050-4472>

Зайцева Татьяна Анатольевна — рук. Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Хабаровскому краю, Хабаровск, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-3531-4996>

Лялина Людмила Владимировна — д.м.н., проф., зав. лаб. эпидемиологии инфекционных и неинфекционных заболеваний НИИЭМ им. Пастера, Санкт-Петербург, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-9921-3505>

Гарбуз Юрий Алексеевич — главный врач Центра гигиены и эпидемиологии в Хабаровском крае, Хабаровск, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-8933-3474>

Смирнов Вячеслав Сергеевич — д.м.н., проф., в.н.с. НИИЭМ им. Пастера, 197101, Санкт-Петербург, Россия, [vssmi@mail.ru](mailto:vssmi@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2723-1496>

## Information about the authors

Anna Yu. Popova — D. Sci. (Med.), Prof., Head, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Moscow, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-2567-9037>

Elena B. Ezhlova — Cand. Sci. (Med.), Deputy Head, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Moscow, Russia, [ezhlova\\_eb@gse.ru](mailto:ezhlova_eb@gse.ru)

Albina A. Melnikova — Cand. Sci. (Med.), Deputy Head, Epidemiological surveillance department, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Moscow, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-5651-1331>

Olga E. Trotsenko — D. Sci. (Med.), Director, Khabarovsk Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Khabarovsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-3050-4472>

Tatiana A. Zaitseva — Head, Department of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Khabarovsk Krai, Khabarovsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-3531-4996>

Lyudmila V. Lyalina — D. Sci. (Med.), Prof., Head, Laboratory of epidemiology of infectious and non-infectious diseases, Saint Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-9921-3505>

Yury A. Garbuz — Chief doctor, Center for Hygiene and Epidemiology in the Khabarovsk Krai, Khabarovsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-8933-3474>

Vyacheslav S. Smirnov — D. Sci. (Med.), Prof., leading researcher, Saint Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-2723-1496>

*Ломоносова Валерия Игоревна* — лаборант-исследователь лаб. эпидемиологии инфекционных и неинфекционных заболеваний НИИЭМ им. Пастера, Санкт-Петербург, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-4531-2724>

*Балахонцева Людмила Анатольевна* — зав. центром по профилактике и борьбе со СПИДом Хабаровского НИИ эпидемиологии и микробиологии, Хабаровск, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-3209-7623>

*Котова Валерия Олеговна* — зав. лаб. эпидемиологии и профилактики вирусных гепатитов и СПИДа Хабаровского НИИ эпидемиологии и микробиологии, Хабаровск, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-9824-7025>

*Базыкина Елена Анатольевна* — м.н.с. Хабаровского НИИ эпидемиологии и микробиологии, Хабаровск, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-5695-6752>

*Бутакова Людмила Васильевна* — н.с. Дальневосточного регионального научно-методического центра по изучению энтеровирусных инфекций Хабаровского НИИ эпидемиологии и микробиологии, Хабаровск, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-7238-3691>

*Сапега Елена Юрьевна* — к.м.н., рук. Дальневосточного регионального научно-методического центра по изучению энтеровирусных инфекций Хабаровского НИИ эпидемиологии и микробиологии, Хабаровск, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-4438-6913>

*Алейникова Надежда Владимировна* — м.н.с. Хабаровского НИИ эпидемиологии и микробиологии, Хабаровск, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-1336-4260>

*Бebenina Лариса Александровна* — м.н.с. Хабаровского НИИ эпидемиологии и микробиологии, Хабаровск, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-8252-2165>

*Лосева Светлана Михайловна* — зам. рук. Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Хабаровскому краю, Хабаровск, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-5375-2060>

*Каравянская Татьяна Николаевна* — начальник эпидемиологического отдела Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Хабаровскому краю, Хабаровск, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-8231-7559>

*Тотolian Арег Артемович* — д.м.н., проф., академик РАН, директор НИИЭИ им. Пастера, Санкт-Петербург, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-4571-8799>

**Участие авторов.** Все авторы внесли существенный вклад в проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию до публикации.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Статья поступила в редакцию 09.10.2020; принята к публикации 28.10.2020.

*Valeria I. Lomonosova* — research assistant, Laboratory of epidemiology of infectious and non-infectious diseases, Saint Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-4531-2724>

*Lyudmila A. Balakhontseva* — Head, Center for the prevention and control of AIDS, Khabarovsk Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Khabarovsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-3209-7623>

*Valeria O. Kotova* — Head, Laboratory of epidemiology and prevention of viral hepatitis and AIDS, Khabarovsk Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Khabarovsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-9824-7025>

*Elena A. Bazykina* — junior researcher, Khabarovsk Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Khabarovsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-5695-6752>

*Lyudmila V. Butakova* — researcher, Far Eastern regional scientific and methodological center for the study of enterovirus infections, Khabarovsk Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Khabarovsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-7238-3691>

*Elena Yu. Sapega* — Cand. Sci. (Med.), leading researcher, Head, Far Eastern regional scientific and methodological center for the study of enterovirus infection, Khabarovsk Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Khabarovsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-4438-6913>

*Nadezhda V. Aleinikova* — junior researcher, Khabarovsk Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Khabarovsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-1336-4260>

*Larisa A. Bebenina* — junior researcher, Khabarovsk Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Khabarovsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-8252-2165>

*Svetlana M. Loseva* — Deputy Head, Department of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Khabarovsk Krai, Khabarovsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-5375-2060>

*Tatiana N. Karavyanskaya* — Head, Epidemiological department, Department of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Khabarovsk Krai, Khabarovsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-8231-7559>

*Areg A. Totolian* — D. Sci. (Med.), Prof., Academician of RAS, Director, Saint Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-4571-8799>

**Author contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published.

**Conflict of interest.** The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

The article was submitted 09.10.2020; accepted for publication 28.10.2020.