

ПОПУЛЯЦИОННЫЙ ИММУНИТЕТ К SARS-COV-2 НАСЕЛЕНИЯ КАЛИНИГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В ЭПИДЕМИЧЕСКИЙ СЕЗОН COVID-19

А.Ю. Попова¹, Е.Б. Ежлова¹, А.А. Мельникова¹, Е.А. Бабуря² О.П. Михеенко³, Л.В. Лялина⁴, В.С. Смирнов⁴, Ж.Р. Молчанова², Я.В. Горбатова², М.Н. Харитоновна³, А.Н. Зубова³, Т.Н. Погребная³, В.И. Данилова³, С.В. Кухарчук³, Е.В. Дудинская³, Т.В. Арбузова⁴, В.И. Ломоносова⁴, А.А.Тотолян⁴

¹ Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Москва, Россия

² Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Калининградской области, Калининград, Россия

³ Центр гигиены и эпидемиологии в Калининградской области, Калининград, Россия

⁴ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера, Санкт-Петербург, Россия.

Herd immunity of sars-cov-2 among the population of Kalinigrad region amid the COVID-19 epidemic

A.Yu. Popova¹, E.B. Ezhlova¹, A.A. Melnikova¹, E.A. Babura² O.P. Mikheenko³, L.V. Lyalina⁴, V.S. Smirnov⁴, J.R. Molchanova², Ya.V. Gorbatova², M.N. Kharitonova³, A.N. Zubova³, T.N. Pogrebnaya³, V.I. Danilova³, S.V. Kukharchuk³, E.V. Dudinskaya³, T.V. Arbuzova⁴, V.I. Lomonosova⁴, A.A. Totolian⁴

¹ Federal Service on Customers' Rights Protection and Human Well-Being Surveillance, Moscow, Russia

² Department of the Federal Service on Customers' Rights Protection and Human Well-Being Surveillance for Kaliningrad region, Kaliningrad, Russia

³ Center for Hygiene and Epidemiology in Kaliningrad region, Kaliningrad Russia

⁴ Saint-Petersburg Research Institute of Epidemiology and Microbiology named after Pasteur, Saint-Petersburg, Russia

Резюме

Введение. Пандемия COVID-19 была объявлена Всемирная организация здравоохранения в феврале 2020 г. В Калининградской области первый случай (завозной) зарегистрировали в начале марта 2020 г., начало эпидемического нарастания пришлось на 14-ю неделю 2020 г., а пик заболеваемости был достигнут на 22-й неделе года, после чего отмечалось устойчивое снижение количества заболевших. Исследование популяционного иммунитета было проведено на 32-й неделе в период самого низкого уровня напряженности эпидемического процесса.

Цель. Оценка уровня популяционного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 среди населения Калининградской области в период эпидемической заболеваемости населения COVID-19.

Материалы и методы. Исследование проведено в рамках первого этапа программы Роспотребнадзора по оценке популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 среди населения Российской Федерации. Отбор волонтеров для исследования проводили методом анкетирования и последующей рандомизации. В анализ включены результаты обследования 2675 человек. Количество волонтеров в возрастных группах варьировало от 314 до 493 человек. Полученные результаты обрабатывали методами вариационной статистики.

Abstract

Introduction. The COVID-19 pandemic was announced by WHO in February 2020. In the Kaliningrad region, the first case (imported) was registered in early March 2020, the beginning of the epidemic increase fell on the 14th week. 2020, and the peak incidence was reached in the 22nd week of the year, after which there was a steady decrease in the number of cases. The study of population immunity was carried out at the 32nd week during the period of the lowest level of intensity of the epidemic process.

Purpose of the study. Assessment of the assessment of the level of population immunity to the SARS-CoV-2 virus among the population of the Kaliningrad region during the period of the epidemic incidence of the population of COVID-19.

Materials and methods. The study was carried out as part of the first stage of the Rospotrebnadzor program to assess population immunity to SARS-CoV-2 among the population of the Russian Federation. The selection of volunteers for the study was carried out by a questionnaire survey and subsequent randomization. The analysis includes the results of a survey of 2675 people. The number of volunteers in age groups ranged from 314 to 493 people. The results obtained were processed by the methods of variation statistics.

Results. The results obtained showed that the average seroprevalence in the population was 50.2%, while the highest

Результаты. Полученные результаты показали, что средняя серопревалентность по популяции составила 50,2%, при этом наибольшая серопревалентность была выявлена в детской возрастной группе 1–17 лет (66,9%) и среди лиц в возрасте 18–29 лет (57,0). Достоверных половых различий не установлено (мужчины – 48,3 ± 1,6%, женщины – 51,1 ± 1,1%). Распределение доли серопозитивных по населенным пунктам области варьировало от 33,9% до 59,6%. Наибольшая доля серопревалентных в репрезентативных выборках выявлена среди лиц, занятых искусством/творчеством (55,3%), наименьшая – среди работников образования (42,0%). Среди реконвалесцентов COVID-19 уровень гуморального иммунитета достиг 94,6%. Большая часть серопозитивных волонтеров (95,2%) не имела каких-либо симптомов COVID-19, то есть относилась к категории бессимптомных носителей.

Вывод. Результаты обследования репрезентативной когорты волонтеров Калининградской области показали, что для них характерен высокий уровень популяционного иммунитета, позволяющий ожидать снижения напряженности эпидемического процесса.

Ключевые слова: коронавирусы, SARS-CoV-2, COVID-18, заболеваемость, серопревалентность, Калининградская область, население.

Введение

Большинство представителей семейства коронавирусов (CoV), открытых в 1931 г., патогенно для широкого круга рептилий, птиц и млекопитающих [1]. Все семейство разделяется на 4 подсемейства (α , β , γ , δ), включающие в общей сложности более 40 представителей, среди которых только в первых двух содержатся два α -CoV (229E, NL63) и два β -CoV (OC43, HKU1), вызывающие легкие самоограничивающиеся респираторные заболевания, называемые «common cold» [2, 3]. Подобная ситуация сохранялась до 16 ноября 2002 г., когда у 45-летнего мужчины из города Фошань развилось респираторное заболевание с лихорадкой, которая затем передалась членам его семьи. После этого 10 декабря заболел житель города Хэюань, который заразил медицинских работников в местной больнице. В течение последующих недель заболевание приобрело самоподдерживающийся характер [4]. Так возникла первая вспышка тяжелого острого респираторного синдрома (SARS-CoV), во время которой заболело около 8000 человек, из них до 10% умерло [5].

Десятью годами позднее другой представитель β -CoV, возбудитель Ближневосточного респираторного синдрома MERS-CoV, вызвал пневмонию у пациента в Саудовской Аравии. Возникший в результате очаг заболеваемости привел к заражению 1626 пациентов с 586 смертями [6]. Благодаря своевременным усилиям обе вспышки удалось локализовать, тем не менее, MERS-CoV продолжал циркулировать, вызывая спорадические заболева-

seroprevalence was found in the child age group 1-17 years (66.9%) and among persons aged 18-29 (57.0). No significant gender differences were found (men – 48,3 ± 1,6%, women – 51,1 ± 1,1%). The distribution of the proportion of seropositive people in the settlements of the region varied from 33,9% to 59,6%. The largest share of seroprevalence in the representative samples was found among people engaged in art / creativity (55,3%), the smallest – among educational workers (42,0%). Among COVID-19 convalescents, the level of humoral immunity reached 94,6%. Most of the seropositive volunteers (95,2%) did not have any symptoms of COVID-19, that is, they belonged to the category of asymptomatic carriers.

Output. The results of a survey of a representative cohort of volunteers in the Kaliningrad region showed that they are characterized by a high level of population immunity, which makes it possible to expect a decrease in

Key words: coronaviruses, SARS-CoV-2, COVID-18, incidence, seroprevalence, Kaliningrad region, population

ния. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), по состоянию на январь 2020 г. общее число случаев составило 2519, из них 866 человек умерло [7].

После идентификации второго патогенного представителя CoV (MERS-CoV) было высказано мнение о том, что на этом их история не заканчивается. Вероятнее всего, эти патогенные вирусы никуда не исчезнут, а продолжат свою эволюцию и вызовут новые очаги заболеваний в популяции людей [8]. Это предположение полностью подтвердилось в декабре 2019 г., когда на морском рынке китайского города Ухань был зарегистрирован первый случай новой пневмонии, который послужил причиной кластерной заболеваемости других жителей города [9]. В последующие несколько дней вирус быстро распространился по различным территориям Китая (КНР), а вследствие активной миграции населения – и в другие страны. Стремительное распространение инфекции вынудило ВОЗ 11 марта 2020 г. объявить пандемию новой коронавирусной болезни (coronavirus disease 2019 – COVID-19). Вызвавший пандемию вирус был назван SARS-CoV-2 [10].

В последующие месяцы заболевание продолжало интенсивно распространяться, захватывая все новые территории и государства. По состоянию на 1 сентября 2020 г. в мире зарегистрировано 25,9 млн случаев заболевания (заболеваемость 3,31 на 100 тыс. человек), из них: умерло 867 844 (смертность 3,3%), выздоровело 18,4 млн (70,9% от числа зараженных). Наибольшее число инфици-

рованных лиц выявлено в США (6,3 млн), Бразилии (3,9 млн) и Индии (3,8 млн). В Российской Федерации число зараженных составило 1 005 000 человек [https://coronavirus-monitor.ru/]. Наибольшая заболеваемость на территории России зарегистрирована в Москве (263 684 чел.), Московской области (68 537 чел.) и Санкт-Петербурге (37 041 чел.).

Калининградская область в рейтинге российских территорий по уровню заболеваемости находится на 64-м месте с 3463 зараженными (заболеваемость — 342 на 100 000 населения). Первый случай COVID-19 был зарегистрирован 06.03.2020 г. у жительницы Калининграда, вернувшейся из Милана (Италия) через Гданьск (Польша). После этого с 10-ю по 13-ю неделю 2020 г. заболевание проявлялось в виде единичных случаев (рис.). С 14-й по 22-ю неделю отмечался практически экспоненциальный рост, и на 22-й неделе он достиг максимума, составившего 31,2 на 100 000 населения. Начиная с 23-й недели, рост сменился устойчивым трендом на снижение количества заражений, продолжавшийся до 26-й недели. В дальнейшем процесс стабилизировался на уровнях 8,3–13,4 случая на 100 тыс. населения. На этом практически стабильном уровне на 32-й неделе было проведено исследование периферической крови добровольцев на серопревалентность. Таким образом, можно считать, что исследование осуществлялось в оптимальный срок, пришедшийся на фазу стабилизации заболеваемости COVID-18.

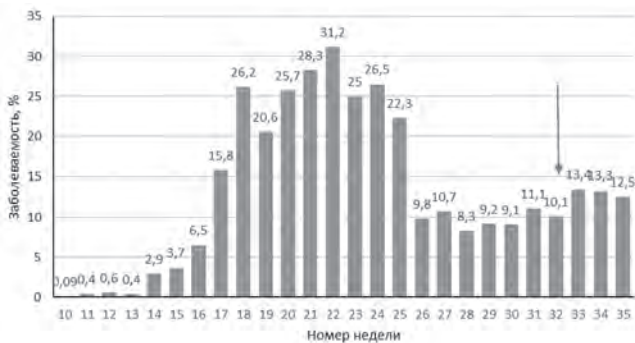


Рис. Понедельная заболеваемость инфекцией COVID-19 населения Калининградской области. Красной стрелкой отмечен период взятия крови для исследования на серопревалентность к SARS-CoV-2 (3–7 августа 2020 г.)

Основная задача этого исследования состояла в оценке уровня популяционного иммунитета к SARS-CoV. Хорошо известно, что скорость и масштаб распространения инфекции зависят от уровня серопревалентности населения [11]. Считается, что инфекционный процесс развивается до тех пор, пока в популяции есть восприимчивые особи. Вместе с тем, по мере развития эпидемического процесса возникает ситуация, при которой по мере увеличения числа переболевших или вакцинированных (при нали-

ции вакцины) индивидуумов, имеющих иммунитет к возбудителю, наблюдается снижение уровня заболеваемости. При достижении определенного порога лиц, имеющих невосприимчивость к этиологическому агенту, эпидемический процесс самопроизвольно завершается. Считается, что такой порог составляет минимум 60% [12, 13]. По данным Н.Е. Randolph и L.V. Barreiro [14], ключевой величиной, характеризующей способность вируса к распространению, является основное число воспроизводства R_0 , определяющее, сколько человек потенциально может заразить один больной. Авторы считают, что для SARS-CoV-2 это число равно 3. Применяя формулу $1-1/R_0$, получаем значение 0,67, это значит, что активность COVID-19 начнет снижаться при достижении доли серопревалентных лиц в районе 67%. [14]. Применяя этот метод, исследователь получает точный инструмент, позволяющий не только оценивать уровень коллективного иммунитета, но и планировать структуру и направленность коллективного иммунитета, а также оценивать их эффективность. При этом основным инструментом управления эпидемического процесса является доля серопревалентных лиц в очаге инфекции.

Цель исследования — изучение специфического гуморального иммунного ответа и оценка уровня популяционного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 среди населения Калининградской области.

Материалы и методы

Работа проводилась в рамках первого этапа широкомасштабной программы Роспотребнадзора по оценке популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 у населения Российской Федерации, разработанной при участии Научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Пастера с учетом протокола, рекомендованного ВОЗ [15]. Исследование одобрено локальным этическим комитетом Санкт-Петербургского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии имени 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 последующей рандомизации. 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 (в данном случае при 50% = 0,5);

m – допустимая ошибка – 5% [16].

В исследовании приняли участие 2939 волонтеров, распределенных на 7 возрастных групп, в состав которых входило от 316 до 495 волонтеров (табл. 1). Учитывая быстрое созревание иммунной системы у детей, детская возрастная группа была разделена на три подгруппы: дети 1–6 лет (56 человек), 7–13 лет (146 человек) и 14–17 лет (115 человек). Соотношение мужчин и женщин составило 928 человек (31,6%) и 2011 человек (68,4%) соответственно, т.е. женщин было в 2,2 раза больше.

Численность участников каждого округа Калининградской области находилась в диапазоне 14–1590 человек и была пропорциональна численности населения округов.

Доля переболевших COVID-19 с диагнозом, установленным в лечебно-профилактическом учреждении, составила 1,3% (37 человек), а доля волонтеров, имевших признаки острого респираторного заболевания (ОРЗ) в день обследования, – 2,6% (76 человек).

Взятие крови осуществляли из локтевой вены в количестве 3 мл в вакутейнеры с ЭДТА. Исследование плазмы крови проводили с использованием набора реагентов для анализа сыворотки или плазмы крови человека на наличие специфических иммуноглобулинов класса G к нуклеокапсиду вируса SARS-CoV-2 методом иммуноферментного анализа (Набор реагентов «ИФА анти-SARS-CoV-2 IgG») производства ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» в соответствии с инструкцией разработчика.

Статистическую обработку проводили с использованием программ Excel и VinPeri (версия 11.65). Номинальные данные описывали в абсолютных значениях, а производные – в процентных долях. Корреляционную зависимость оценивали методом

Пирсона по программе статистического пакета Excell. Для оценки достоверности различий показателей использовали уровень вероятности $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

Серопревалентность среди жителей Калининградской области (см. табл.1), по сравнению с другими территориями [15,17], была наиболее высокой и составила $50,2 \pm 0,9\%$ (1475/2939). Наибольшая доля серопозитивных лиц была выявлена среди детей в возрасте 1–17 лет ($66,9 \pm 2,6\%$). По принятым критериям это высокий уровень коллективного иммунитета, превышающий пороговое значение [14]. В детской группе IgG выявлялись среди детей в возрасте 1–6 лет ($71,4 \pm 6,0\%$), 7–13 лет ($62,3 \pm 4,0\%$) и 14–17 лет ($70,4 \pm 4,3\%$). Это свидетельствует о том, что сформировавшийся коллективный иммунитет среди детей находится на пороговом уровне или даже превышает его, что может способствовать снижению риска эпидемического нарастания заболеваемости COVID-19 среди детей. Немного не доходит до порога коллективного иммунитета уровень серопревалентности в возрастной группе 18–29 лет ($57,0 \pm 2,5\%$). Эта группа представляет особый интерес, поскольку в нее входят студенты и военнослужащие срочной службы. Можно полагать, что и среди них риск возникновения вспышки будет ниже, чем, например, среди 70-летних ($43,4 \pm 2,8\%$), тем не менее, соблюдение мер противозидемической защиты представляется на данном этапе оправданным. В целом, ситуацию по серопревалентности можно определить как устойчивую. Возможно, относительная изолированность региона и средняя плотность населения позволили добиться подобного результата. Представляется, что особое внимание, с точки зрения эпидемиологической защиты, стоит обратить на людей старшего возраста (от 70 лет и выше), среди которых доля серопревалентных лиц оказалась наименьшей (см. табл. 1).

Таблица 1

Серопревалентность к вирусу SARS-CoV-2 в различных возрастных группах населения Калининградской области в 2020 г.

Возрастная группа, лет	Число обследованных, человек	В том числе:		Серопревалентность, % (M±m)
		Есть IgG антитела	Нет IgG антител	
1–17	317	212	105	$66,9 \pm 2,6^*$
В том числе:	1–6	56	40	$71,4 \pm 6,0^*$
	7–13	146	91	$62,3 \pm 4,0^*$
	14–17	115	81	$70,4 \pm 4,3^*$
	18–29	395	225	$57,0 \pm 2,5^*$
30–39	465	220	245	$47,3 \pm 2,3$
40–49	488	249	239	$51,0 \pm 2,3$
50–59	493	218	275	$44,2 \pm 2,2$

Окончание таблицы 1

Возрастная группа, лет	Число обследованных, человек	В том числе:		Серопревалентность, % (M±m)
		Есть IgG антитела	Нет IgG антител	
60–69	465	214	251	46,0±2,3
70 и более	316	137	179	43,4±2,8*
ИТОГО:	2939	1475	1464	50,2±0,9

Звездочкой отмечены достоверные различия в большую или меньшую сторону относительно среднепопуляционного уровня.

Серопревалентность не имела половых различий и составила: у мужчин – 48,3±1,6% у женщин – 51,1±1,1%.

Уровни популяционного иммунитета в разных округах Калининградской области варьировали в широких пределах (табл. 2) от 33,9±6,3% (Полесский городской округ) до 59,6±7,1% (Неманский городской округ).

Сравнительно низкий уровень серопревалентности был установлен также в Днестровском городском округе (34,1±5,2%), высокий – в Озёр-

ском городском округе (58,9±6,5%). Оценить достоверность статистических данных в 3 округах (Краснознаменский городской округ, Мамоновский городской округ, Янтарный городской округ) не представляется возможным, поскольку количество обследованных лиц менее 30. При анализе таблицы 2 обращают на себя внимание относительно однородные показатели заболеваемости (382–140) и серопревалентности (33–53). По 3 округам, как уже отмечено, результаты не учитывались. Стоит отметить, что популяционное

Таблица 2

Уровень серопревалентности среди жителей разных округов Калининградской области

Городской округ области	Число обследованных, человек	В том числе:		Серопревалентность, % (M±m)	Заболеваемость на 100 000 населения
		Серопозитивные	Серонегативные		
Город Калининград	1590	845	745	53,1±1,2	382,2
Багратионовский	81	41	40	50,6±5,5	268,4
Балтийский	93	46	47	49,5±5,2	221,4
Гвардейский	74	42	32	56,8±5,7	178,4
Гурьевский	71	28	43	39,4±5,8	325,2
Гусевский	91	49	42	53,8±5,2	140,3
Зеленоградский	76	30	46	39,5±5,6	242,9
Краснознаменский	14*	7	7	50,0±13,9	59,3
Ладушкинский	38	18	20	47,4±8,1	202,0
Мамоновский	24*	13	11	54,2±10,4	208,1
Неманский	47	28	19	59,6±7,1	69,8
Нестеровский	82	28	54	34,1±5,2	134,1
Озёрский	56	33	23	58,9±6,5	112,1
Пионерский	80	43	37	53,8±5,6	226,9
Полесский	56	19	37	33,9±6,3	192,1
Правдинский	83	34	49	41±5,4	254,4
Светловский	90	46	44	51,1±5,3	429,8
Светлогорский	74	36	38	48,6±5,8	225,4
Славский	41	18	23	43,9±7,7	41,9
Советский	75	27	48	36±5,4	114,9
Черняховский	88	34	54	38,6±5,2	170,4
Янтарный	15*	10	5	66,7±12,6	185,3

* Оценить достоверность доли серопозитивных не представляется возможным, поскольку количество обследованных лиц менее 30.

распределение серопозитивности по округам оказалось более размытым и несколько меньше, чем при стратификации по возрастным группам (см. табл. 1). Тем не менее, подобная однородность позволяет предполагать, что эпидемический процесс в области перешел в фазу стабилизации, что подтверждается данными рисунка.

Важное влияние на динамику эпидемического процесса может оказывать сфера деятельности жителей области. Хорошо известно, что работники здравоохранения относятся к группе риска не только по заболеваемости, но и по серопревалентности [18]. Поскольку в отношении других профессиональных групп внимание было менее пристальным, представляло интерес сопоставить серопревалентность общепризнанной группы риска с другими контингентами (табл. 3). Как можно видеть, среди работников здравоохранения доля лиц с серопозитивностью составила $47,9 \pm 2,4\%$, что соответствует значению популяционного иммунитета (см. табл. 1). Наибольшая доля серопревалентных добровольцев наблюдалась среди деятелей культуры ($55,3 \pm 7,2\%$) и, как ни странно, безработных, хотя основная доля волонтеров в группе — это женщины, находящиеся в дородовом и послеродовом отпусках и по этой причине относительно мало контактирующие с окружающими. Вместе с тем, в целом, серопозитивность среди лиц разных профессиональных групп распределена довольно равномерно без каких-либо эксцессов. Наименьшая доля серопревалентных выявлена среди работников образования.

Что касается коллективного иммунитета среди волонтеров, имевших и не имевших контакт с больными COVID-19, то среди контактных лиц число серопревалентных достигало «барьерного уровня» — $60,5 \pm 3,2\%$, в то время как в отсутствие указанного контакта — $49,3 \pm 0,9\%$, различия достоверны при $p < 0,05$.

Среди лиц, перенесших в анамнезе COVID-19, доля сероположительных составила $94,6 \pm 3,7\%$, а при отсутствии данных о перенесенной инфекции — $49,6 \pm 0,9\%$.

Основная часть обследованных волонтеров ($97,4\%$) не имела признаков ОРЗ, и доля сероположительных среди них составила $50,2 \pm 0,9\%$, что не отличалось от средней по всей популяции. В подгруппе волонтеров с признаками ОРЗ ($n = 76$) доля сероположительных составила $48,7 \pm 5,7\%$, что также полностью согласуется со среднепопуляционными данными.

Примечательной особенностью CoV-инфекции является большой процент бессимптомных форм. Под волонтерами с бессимптомным течением в рамках данного исследования понимали лиц, у которых отсутствовал хотя бы один признак: диагноз COVID-19, положительная ПЦР и признаки ОРЗ. Среди жителей Калининградской области уровень серопозитивности среди бессимптомных волонтеров составил $95,2 \pm 0,6\%$, находясь примерно на одинаковом уровне в разных возрастных группах, варьируя в пределах от $94,0 \pm 1,6\%$ до $96,7 \pm 1,2\%$ (табл. 4).

Таблица 3

Уровень серопревалентности среди жителей Калининградской области в зависимости от сферы деятельности

Сфера деятельности	Число обследованных, человек	Результаты тестирования на SARS-CoV-2 IgG:		Серопревалентность, % ($M \pm m$)
		Серопозитивные	Серонегативные	
Медицина	436	209	227	$47,9 \pm 2,4$
Наука	9*	5	4	$55,6 \pm 18,8$
Бизнес	156	73	83	$46,8 \pm 4,0$
Образование	174	73	101	$42,0 \pm 3,7$
Искусство/творчество	47	26	21	$55,3 \pm 7,2$
Производство	163	80	83	$49,1 \pm 3,9$
Транспорт	50	24	26	$48,0 \pm 7,1$
Военная служба	23*	8	15	$34,8 \pm 10,2$
Государственная служба	190	95	95	$50,0 \pm 3,6$
Офис	325	165	160	$50,8 \pm 2,7\%$
Без работы	172	91	81	$52,9 \pm 3,8$
Другие	219	96	123	$43,8 \pm 3,3$
Итого:	1964	945	1019	$48,1 \pm 1,1$

*Оценить достоверность доли серопозитивных не представляется возможным, поскольку количество обследованных лиц менее 30.

Таблица 4

Доля лиц с бессимптомным течением инфекции из общего числа серопозитивных жителей разных возрастных групп

Возрастная группа, лет	Число серопозитивных лиц	Число лиц с бессимптомным течением	Доля лиц с бессимптомным течением, % (M±m)
1 – 17	212	205	96,7±1,2
18 – 29	225	213	94,7±1,5
30 – 39	220	210	95,5±1,4
40 – 49	249	235	94,4±1,4
50 – 59	218	205	94±1,6
60 – 69	214	204	95,3±1,4
70 и более	137	132	96,4±1,6
Итого:	1475	1404	95,2±0,6

Значимость бессимптомных пациентов состоит, прежде всего, в том, что они могут быть одним из ключевых факторов трансмиссии вируса среди восприимчивых лиц и поддерживать таким образом эпидемический процесс [19–21]. Практически абсолютная серопревалентность может также в определенной степени свидетельствовать о значительной доле коллективного иммунитета и стабилизации эпидемического процесса в целом, хотя некоторые исследователи склонны считать, что иммунитет к SARS-CoV-2 среди лиц с бессимптомным течением более слабый и кратковременный, чем у реконвалесцентов COVID-19 [22].

Результаты оценки серопревалентности населения Калининградской области убедительно свидетельствуют о наличии значительной иммунной прослойки и связанной с этим стабилизации эпидемического процесса. Это вполне согласуется с уже приведенным выше мнением о пороговом иммунитете, согласно которому достижение доли популяционного иммунитета среди населения в 60% и более может быть барьером для дальнейшего роста заболеваемости COVID-19 [14]. С этой точки зрения, уровень популяционного иммунитета среди детей уже достиг порогового уровня (см. табл. 1). Близко к этому порогу подошли лица возрастной группы 18–29 лет. Последнее особенно значимо, поскольку это наиболее активная часть населения. Следует также отметить высокую долю серопозитивных среди реконвалесцентов COVID-19, что вполне согласуется с данными других исследователей, указывающих высокий уровень серопревалентности среди лиц, перенесших в анамнезе COVID-19 [23].

Важной характеристикой COVID-19 является большое количество серопозитивных лиц с бессимптомным течением инфекции. На описываемой территории их доля составляет более 95%. В этой связи возникает проблема трактовки полученных данных. По некоторым данным, такая

форма серопревалентности может быть определенной угрозой неконтролируемого распространения вируса. Показано, что бессимптомный носитель может значительно дольше выделять вирус во внешнюю среду, чем пациенты с манифестными проявлениями [22]. Кроме того, накапливаются сведения о том, что уровень гуморального иммунитета при бессимптомном течении COVID-19 менее прочный и быстрее исчезает. Наконец, у бессимптомных лиц было выявлено более низкое содержание провоспалительных цитокинов. В этой связи предположение о низкой инфекционности если не всех, то, по крайней мере, некоторых бессимптомных носителей SARS-CoV-2, может быть вполне оправдано [24]. Таким образом, лица с бессимптомным течением COVID-19 представляют наименее исследованную группу, как в иммунологическом, так и в эпидемиологическом отношении.

Выводы

1. Коллективный иммунитет к вирусу SARS-CoV-2 совокупного населения Калининградской области составил 50,2%.

2. Максимальный уровень серопревалентности был выявлен среди детей в возрасте 1–6 лет (71,4%).

3. В социально-профессиональной структуре наибольший уровень серопозитивности установлен среди волонтеров, занятых в сфере «искусство/творчество» (55,3%).

4. Наименьший уровень серопозитивности был выявлен в группе работников образования (42%)

5. После перенесенной инфекции COVID-19 антитела выявлялись в 94,6% случаев.

6. При наличии контакта с больными COVID-19 вероятность серопозитивности возрастает в 1,2 раза.

7. Доля бессимптомных форм инфекции среди серопозитивных жителей Калининградской области составила 95,2%.

Благодарность

Авторы выражают благодарность сотрудникам Центра гигиены и эпидемиологии в Калининградской области за техническую помощь при организации и проведении исследования: М.В. Коваленко, О.Я. Егоренкова, А.Н. Владимирова, Н.В. Сунякова, Г.О. Бегма, Е.В. Бартюк.

Авторы заявляют об отсутствии какого-либо конфликта интересов.

Литература

- Щелканов, М.Ю. История изучения и современная классификация коронавирусов (Nidovirales: Coronaviridae) / М.Ю. Щелканов [и др.] // Инфекция и иммунитет. — 2020. — Т. 10(2). — С. 221–246. — <https://doi.org/10.15789/2220-7619-НОИ-1412>.
- Смирнов, В.С. Биология возбудителей и контроль гриппа и ОРВИ / В.С. Смирнов, В.В. Зарубаев, С.В. Петленко. — СПб., 2020. — 334 с.
- Kardos P., Malek F.A. Common Cold — an Umbrella Term for Acute Infections of Nose, Throat, Larynx and Bronchi. *Pneumologie*. — 2017ю — 71(4). — p. 221–226. doi: 10.1055/s-0042-116112
- Hilgenfeld R., Peiris M. From SARS to MERS: 10 years of research on highly pathogenic human coronaviruses. *Antiviral Res.* — 2013. -100(1). — p. 286–295. doi: 10.1016/j.antiviral.2013.08.015
- Peiris J.S.M., Lai S.T., Poon L.L.M., Guan Y., Yam L.Y.C., Lim W., Nicholls J., Yee W.K.S., Yan W.W., Cheung M.T., Cheng V.C.C., Chan K.H., Tsang D.N.C., Yung R.W.H., Ng T.K., Yuen K.Y. Coronavirus as a possible cause of severe acute respiratory syndrome. *Lancet*. — 2003. — 361(9366). — 1319–1325. doi: 10.1016/S0140-6736(03)13077-2.
- Dawson P., Malik M.R., Parvez F., Morse S.S. What Have We Learned About Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus Emergence in Humans? A Systematic Literature Review. *Vector Borne Zoonotic Dis.* — 2019. — 19(3). — p. 174–192. doi: 10.1089/vbz.2017.2191
- WHU. MERS situation update, January 2020. <http://www.emro.who.int/health-topics/mers-cov/mers-outbreaks.html>
- Menachery V.D., Yount B.L. Jr, Debbink K., Agnihothram S., Gralinski L.E., Plante J.A., Graham R.L., Scobey T., Ge X.Y., Donaldson E.F., Randall S.H., Lanzavecchia A., Marasco W.A., Shi Z.L., Baric R.S. A SARS-like cluster of circulating bat coronaviruses shows potential for human emergence. *Nat. Med.* — 2015. — 21(12). — 1508-1513. doi: 10.1038/nm.3985.
- Islam A., Ahmed A., Naqvi I.H., Parveen S. Emergence of deadly severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 during 2019-2020 VirusDisease. — 2020. — 31(2). — p. 1-9. doi: 10.1007/s13337-020-00575-1.
- Выступление Генерального директора ВОЗ на пресс-брифинге по коронавирусной инфекции 2019-nCoV, 11 февраля 2020 г. — <https://www.who.int/ru/dg/speeches/detail/who-director-general-s-remarks-at-the-media-briefing-on-2019-ncov-on-11-february-2020>
- Kumar M.S., Bhatnagar T., Manickam P., Kumar V.S., Rade K., Shah N., Kant S., Babu G.R., Zodepy S., Girish Kumar C.P., Vivian Thangaraj J.W., Chatterjee P., Kanungo S., Pandey R.M., Murhekar M., Singh S.K., Sarkar S., Muliya J.P., Gangakhedkar R.R., Reddy D.C.S. National sero-surveillance to monitor the trend of SARS-CoV-2 infection transmission in India: Protocol for community-based surveillance. *Indian J. Med. Res.* — 2020. — 151(5). — p. 419-423. doi: 10.4103/ijmr.IJMR_1818_20.
- Khalid A., Ali S. COVID-19 and its Challenges for the Healthcare System in Pakistan. *Asian Bioeth. Rev.* — 2020. — p. 1-14. doi: 10.1007/s41649-020-00139-x.
- Clemente-Suárez V.J., Horneño-Holgado A., Jiménez M., Benitez-Agudelo J.C., Navarro-Jiménez E., Perez-Palencia N., Maestre-Serrano R., Laborde-Cárdenas C.C., Tornero-Aguilera J.F. Dynamics of Population Immunity Due to the Herd Effect in the COVID-19 Pandemic. *Vaccines (Basel)*. — 2020. — 8(2). — p. 236. doi: 10.3390/vaccines8020236
- Randolph H.E., Barreiro L.B. Herd Immunity: Understanding COVID-19 Immunity. — 2020. — 52(5) — p. 737–741. doi: 10.1016 / j.immuni.2020.04.012
- Попова, А.Ю. Популяционный иммунитет к вирусу SARS-COV-2 среди населения Санкт-Петербурга в активную фазу эпидемии COVID-19 / А.Ю. Попова [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. — 2020. — № 3. — С. 124–130. Doi 10.21055/0370-1069-2020-3-124-130
- Newcombe R.G. Two-Sided Confidence Intervals for the Single Proportion: Comparison of Seven Methods. *Statistics in Medicine*,- 1998. — 17. — p. 857-887. doi: 10.1002/(sici)1097-0258(19980430)17:8<857::aid-sim777>3.0.co;2-e.
- Попова, А.Ю. Опыт оценки популяционного иммунитета к SARS-COV-2 среди населения Ленинградской области в период эпидемии COVID-19 / А.Ю. Попова [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. — 2020 — № 3. — С. 114–123. — doi 10.21055/0370-1069-2020-3-114-123...
- Chen Y., Tong X., Wang J., Huang W., Yin S., Huang R., Yang H., Chen Y., Huang A., Liu Y., Chen Y., Yuan L., Yan X., Shen H., Wu C. High SARS-CoV-2 antibody prevalence among healthcare workers exposed to COVID-19 patients. *J. Infect.* — 2020. — 81(3). — с. 420–426. doi: 10.1016/j.jinf.2020.05.067
- Lee S., Meyler P., Mozel M., Tauh T., Merchant R. Asymptomatic carriage and transmission of SARS-CoV-2: What do we know? *Can. J. Anaesth.* — 2020. — p. 1-7. doi: 10.1007/s12630-020-01729-
- Rothe C., Schunk M., Sothmann P., Bretzel G., Froeschl G., Wallrauch C., Zimmer Thiel V., Janke C., Guggemos W., Seilmaier M., Drosten C., Vollmar P., Zwirgmaier K., Zange S., Wölfel R., Hoelscher M. Transmission of 2019-nCoV Infection from an Asymptomatic Contact in Germany Case Reports *N. Engl. J. Med.* — 2020. — 382(10).- p. 970-971. doi: 10.1056/NEJMc2001468.
- Yu X., Yang R. COVID-19 Transmission Through Asymptomatic Carriers Is a Challenge to Containment. *Influenza Other Respir. Viruses.* — 2020. — 14(4)/ — p. 474-475. doi: 10.1111/irv.12743
- Long Q.-X., Tang X.-J., Shi Q.-L., Li Q., Deng H.-J., Yuan J., Hu J.-L., Xu W., Zhang Y., Lv F.-J., Su K., Zhang F., Gong J., Wu B., Liu X.-M., Li J.-J., Qiu J.-F., Chen J., Huang A.-L. Clinical and immunological assessment of asymptomatic SARS-CoV-2 infections. *Nat. Med.* — 2020.- 26. P. 1200–1204. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0965-6>
- Vabret N., Britton G.J., Gruber C., Hegd S., Kim J., Kuisin M., Levantovsky R., Malle L., Moreira A., Park M.D., Pia L., Risson E., Saffern M., Salomé B., Selvan M. E., Spindler M.P., Tan J., van der Heide V., Gregory J.K., Alexandropoulos K., Bhardwaj N., Brown B.D., Greenbaum B., Gümüş Z.H., Homann D., Horowitz A., Kamphorst A.O., Curotto de Lafaille M.A., Mehandru S., Merad M., Samstein R.M., The Sinai Immunology Review Project. Immunology of COVID-19: current state of the science. *Cell Press/* — 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2020.05.002>
- Gao M., Yang L., Chen X., Deng Y., Yang S., Xu H., Chen Z., Gao X. A study on infectivity of asymptomatic SARS-CoV-2 carriers. *Respir Med.* — 2020. — p. 169: 106026. doi: 10.1016/j.rmed.2020.106026

References

1. Shchelkanov M.Yu., Popova A.Yu., Dedkov V.G., Akimkin V.G., Maleev V.V. History of study and modern classification of coronaviruses (Nidovirales: Coronaviridae). *Infection and immunity*. 2020. — vol. 10 (2). — c. 221-246. <https://doi.org/10.15789/2220-7619-HOI-1412>
2. Smirnov V.S., Zarubaev V.V., Petlenko S.V. *Biology of pathogens and control of influenza and SARS*. SPb.: 2020.- 334c.
3. Kardos P., Malek F.A. Common Cold — an Umbrella Term for Acute Infections of Nose, Throat, Larynx and Bronchi. *Pneumologie*. — 2017y — 71 (4). — p. 221-226. doi: 10.1055/s-0042-116112
4. Hilgenfeld R., Peiris M. From SARS to MERS: 10 years of research on highly pathogenic human coronaviruses. *Antiviral Res.* — 2013. -100 (1). — p. 286-295. doi: 10.1016/j.antiviral.2013.08.015
5. Peiris J.S.M., Lai S.T., Poon L.L.M., Guan Y., Yam L.Y.C., Lim W., Nicholls J., Yee W.K.S., Yan W.W., Cheung M.T., Cheng V.C.C., Chan K.H., Tsang D.N.C., Yung R.W.H., Ng T.K., Yuen K.Y. Coronavirus as a possible cause of severe acute respiratory syndrome. *Lancet*. — 2003. -- 361 (9366). — 1319-1325. doi: 10.1016/S0140-6736 (03) 13077-2.
6. Dawson P., Malik M.R., Parvez F., Morse S.S. What Have We Learned About Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus Emergence in Humans? A Systematic Literature Review. *Vector Borne Zoonotic Dis.* — 2019. — 19 (3). — p. 174-192. doi: 10.1089/vbz.2017.2191
7. WHO. MERS situation update, January 2020. <http://www.emro.who.int/health-topics/mers-cov/mers-outbreaks.html>
8. Menachery V.D., Yount B.L. Jr, Debbink K., Agnihothram S., Gralinski L.E., Plante J.A., Graham R.L., Scobey T., Ge X.Y., Donaldson E.F., Randell S.H., Lanzavecchia A., Marasco W.A., Shi Z.L., Baric R.S. A SARS-like cluster of circulating bat coronaviruses shows potential for human emergence. *Nat. Med.* — 2015. — 21 (12). — 1508-1513. doi: 10.1038/nm.3985.
9. Islam A., Ahmed A., Naqvi I.H., Parveen S. Emergence of deadly severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 during 2019-2020. *Virus Disease*. — 2020. — 31 (2). — p. 1-9. doi: 10.1007/s13337-020-00575-1.
10. WHO Director-General's remarks at the 2019-nCoV coronavirus infection press briefing, 11 February 2020 <https://www.who.int/ru/dg/speeches/detail/who-director-general-remarks-at-the-media-briefing-on-2019-ncov-on-11-february-2020>
11. Kumar MS, Bhatnagar T., Manickam P., Kumar VS, Rade K., Shah N., Kant S., Babu GR, Zodpey S., Girish Kumar CP, Vivian Thangaraj JW, Chatterjee P., Kanungo S., Pandey RM, Murhekar M., Singh SK, Sarkar S., Mulyi JP, Gangakhedkar RR, Reddy DC, S. National sero-surveillance to monitor the trend of SARS-CoV-2 infection transmission in India: Protocol for community-based surveillance. *Indian J. Med. Res.* — 2020. — 151 (5). — p. 419-423. doi: 10.4103/ijmr.IJMR_1818_20.
12. Khalid A., Ali S. COVID-19 and its Challenges for the Healthcare System in Pakistan. *Asian Bioeth. Rev.* — 2020. — p. 1-14. doi: 10.1007/s41649-020-00139-x.
13. Clemente-Suárez V. J., Hormeño-Holgado A., Jiménez M., Benítez-Agudelo J.C., Navarro-Jiménez E., Perez-Palencia N., Maestre-Serrano R., Laborde-Cárdenas C.C., Tornero-Aguilera J.F. Dynamics of Population Immunity Due to the Herd Effect in the COVID-19 Pandemic. *Vaccines (Basel)*. — 2020. — 8 (2). — p. 236. doi: 10.3390/vaccines8020236
14. Randolph H.E., Barreiro L.B. Herd Immunity: Understanding COVID-19 Immunity. — 2020. — 52 (5) — p. 737-741. doi: 10.1016/j.immuni.2020.04.012
15. Popova A. Yu., Yezhlova E.B., Melnikova A.A., Bashketova N.S., Fridman R.K., Lyalina L.V., Smirnov V.S., Chkhindzheria I.G., Grechaninova T.A., Agapov K.A., Arsentyeva N.A., Bazhenova N.A., Batsunov O.K., Danilova E.M., Zueva E.V., Komkova D.V., Kuznetsova R.N., Lyubimova N.E., Markova A.N., Khamitova I.V., Vetrov V.V., Milichkina A.M., Dedkov V.G., Totolyan A.A. 2020. population immunity to the SARS-CoV-2 virus among the population of St. Petersburg in the active phase of the COVID-19 epidemic. *Problems of especially dangerous infections*. — 2020. — No. 3, — p. Doi 10.21055/0370-1069-2020-3...
16. Newcombe R.G. Two-Sided Confidence Intervals for the Single Proportion: Comparison of Seven Methods. *Statistics in Medicine*, — 1998. -- 17. — p. 857-887. doi: 10.1002/(sici)1097-0258(19980430)17:8<857::aid-sim777>3.0.co;2-e.
17. Popova A. Yu., Ezhlova E.B., Melnikova A.A., Historian O.A., Mosevich O.S., Lyalina L.V., Smirnov V.S., Cherny M.A., Balabashyva N.S., Loginova I.S., Vladimirova O.S., Samoglyadova I.S., Vasev N.A., Rummyantseva S.V., Chupalova E.Yu., Selivanova G.V., Muravyova M.V., Timofeeva L.V., Khankishieva E.N., Tylchevskaya V. D., Nikitenko N. D., Kostenitskaya T. I., Virkunen N. V., Klimkina I. M., Kuzmina T. M., Degtyarenko N.V., Bazunova A.I., Filippova L.A., Palchikova N.A., Kukushkin A.V., Arsentyeva N.A., Batsunov O.K., Bogumilchik E.A., Voskresenskaya E.A., Drobyshevskaya V.G., Zueva E.V., Kokorina G.I., Kurova N.N., Lyubimova N.E., Ferman R.S., Hamdulaeva G.N., Khamitova I.V., Khorokova E. V., Milichkina A. M., Dedkov V. G., Totolyan A. A. 2020a. The experience of assessing population immunity to SARS-CoV-2 among the population of the Leningrad region during the COVID-19 epidemic. *Problems of especially dangerous infections*. — 2020 — No. 3. — p..... doi 10.21055 / 0370-1069-2020-3 ...
18. Chen Y., Tong X., Wang J., Huang W., Yin S., Huang R., Yang H., Chen Y., Huang A., Liu Y., Chen Y., Yuan L., Yan X., Shen H., Wu C. High SARS-CoV-2 antibody prevalence among healthcare workers exposed to COVID-19 patients. *J. Infect.* — 2020. — 81 (3). — c. 420-426. doi: 10.1016/j.jinf.2020.05.067
19. Lee S., Meyler P., Mozel M., Tauh T., Merchant R. Asymptomatic carriage and transmission of SARS-CoV-2: What do we know? *Can. J. Anaesth.* — 2020. — p. 1-7. doi: 10.1007/s12630-020-01729-
20. Rothe C., Schunk M., Sothmann P., Bretzel G., Froeschl G., Wallrauch C., Zimmer Thiel V., Janke C., Guggemos W., Seilmaier M., Drosten C., Vollmar P., Zwirgmaier K., Zange S., Wifel R., Hoelscher M. Transmission of 2019-nCoV Infection from an Asymptomatic Contact in Germany. *Case Reports N. Engl. J. Med.* — 2020. — 382 (10) .- p. 970-971. doi: 10.1056/NEJMc2001468.
21. Yu X., Yang R. COVID-19 Transmission Through Asymptomatic Carriers Is a Challenge to Containment. *Influenza Other Respir. Viruses*. — 2020. — 14 (4). — p. 474-475. doi: 10.1111/irv.12743
22. Long Q.-X., Tang X.-J., Shi Q.-L., Li Q., Deng H.-J., Yuan J., Hu J.-L., Xu W., Zhang Y., Lv F.-J., Su K., Zhang F., Gong J., Wu B., Liu X.-M., Li J.-J., Qiu J.-F., Chen J. Huang A.-L. Clinical and immunological assessment of asymptomatic SARS-CoV-2 infections. *Nat. Med.* — 2020.- 26. P. 1200–1204. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0965-6>
23. Vabret N., Britton GJ, Gruber C., Hegd S., Kim J., Kuksin M., Levantovsky R., Malle L., Moreira A., Park MD, Pia L., Risson E., Saffern M., Salom B., Selvan ME, Spindler MP, Tan J., van der Heide V., Gregory JK, Alexandropoulos K., Bhardwaj N., Brown BD, Greenbaum B., Gm ZH, Homann D., Horowitz A., Kamphorst AO, Curotto de Lafaille MA, Mehandru S., Merad M., Samstein RM, The Sinai Immunology Review Project. Immunology of COVID-19: current state of the science. *Cell Press*. — 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2020.05.002>
24. Gao M., Yang L., Chen X., Deng Y., Yang S., Xu H., Chen Z., Gao X. A study on infectivity of asymptomatic SARS-CoV-2 carriers. *Respir Med.* — 2020. — p. 169: 106026. doi: 10.1016/j.rmed.2020.106026

Авторский коллектив:

Попова Анна Юрьевна — руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, д.м.н., профессор; тел.: 8(499)973-26-90, e-mail: depart@gse.ru

Ежлова Елена Борисовна — заместитель руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, к.м.н.; тел.: 8(499)973-26-90, e-mail: ezhlova_eb@gse.ru

Мельникова Альбина Ангреевна — заместитель начальника Управления эпидемиологического надзора Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, к.м.н.; тел.: 8(499)973-26-90, e-mail: melnikova_aa@gse.ru

Бабуря Елена Анатольевна — руководитель Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Калининградской области; тел.: +7-911-454-72-31, e-mail: elena_babura@mail.ru

Мишеенко Ольга Петровна — главный врач Центра гигиены и эпидемиологии в Калининградской области; тел.: +7-911-451-42-32, e-mail: Miheenko_or@mail.ru

Лялина Людмила Владимировна — заведующая лабораторией эпидемиологии инфекционных и неинфекционных заболеваний Научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Пастера, д.м.н., профессор; тел.: 8(812)233-44-70, e-mail: lyalina@pasteurorg.ru

Смирнов Вячеслав Сергеевич — ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Пастера, д.м.н., профессор; тел.: +7-911-948-59-22, e-mail: vssmi@mail.ru

Молчанова Жанна Руслановна — главный специалист-эксперт отдела эпидемического надзора и санитарной охраны территорий Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Калининградской области; тел.: +7-921-854-52-79, e-mail: zhanna.molchanova@mail.ru

Горбатова Янина Викторовна — начальник отдела организации надзора Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Калининградской области; тел.: +7-911-450-10-15, e-mail: gorbatova_yav@39.rospotrebyadzor.ru

Харитоновна Марина Николаевна — заместитель главного врача Центра гигиены и эпидемиологии в Калининградской области; тел.: +7-906-216-34-70, e-mail: kharitmarina64@mail.ru

Зубова Анастасия Николаевна — заведующая отделом приёма проб Центра гигиены и эпидемиологии в Калининградской области; тел.: +7-911-465-92-03, e-mail: nastya_zubova@bk.ru

Погребная Татьяна Николаевна — заведующая вирусологической лабораторией Центра гигиены и эпидемиологии в Калининградской области; тел.: +7-981-464-44-26, e-mail: viruslab@cge.39.ru

Данилова Виктория Игоревна — врач клинических исследований Центра гигиены и эпидемиологии в Калининградской области; тел.: +7-921-617-86-27, e-mail: victoryad@yandex.ru

Кухарчук Светлана Владимировна — биолог бактериологической лаборатории Центра гигиены и эпидемиологии в Калининградской области; тел.: +7-921-005-67-45, e-mail: Svetlana4125@mail.ru

Дудинская Елена Владимировна — биолог бактериологической лаборатории Центра гигиены и эпидемиологии в Калининградской области; тел.: +7-921-261-58-81, e-mail: didinkaya@icloud.com

Арбузова Татьяна Владимировна — младший научный сотрудник группы эпидемиологического мониторинга и прогнозирования Научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Пастера; тел.: +7-921-773-22-52, e-mail: arbuzowa95@yandex.ru

Ломоносова Валерия Игоревна — лаборант-исследователь лаборатории эпидемиологии инфекционных и неинфекционных заболеваний Научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Пастера; тел.: +7-996-788-96-97, e-mail: valerianagorskaya94@yandex.ru

Толоян Арег Артемович — директор Научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Пастера, д.м.н., профессор, академик РАН; тел.: 8(812)233-20-92, e-mail: pasteur@pasteurorg.ru