

DOI: 10.29326/2304-196X-2021-2-37-88-96

УДК 619:616.98:578.834.1:616-036.22

Распространение коронавируса SARS-CoV-2 среди людей и животных

Т. П. Акимова¹, В. П. Семакина², М. Н. Митрофанова³, М. В. Жильцова⁴, Е. С. Выставкина⁵, Д. Г. Исакова⁶,Д. Б. Андрейчук⁷, А. К. Караулов⁸, И. А. Чвала⁹, А. Е. Метлин¹⁰^{1-5,7-10} ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»), г. Владимир, Россия⁶ Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор), г. Москва, Россия¹ ORCID 0000-0003-3502-1146, e-mail: akimova@arriah.ru² ORCID 0000-0002-4078-4458, e-mail: semakina@arriah.ru³ ORCID 0000-0003-0126-9653, e-mail: mitrofanova@arriah.ru⁴ ORCID 0000-0002-0264-9351, e-mail: zhiltsova@arriah.ru⁵ e-mail: vystavkina@arriah.ru⁶ e-mail: dg.isakova@gmail.ru⁷ ORCID 0000-0002-1681-5795, e-mail: andreychuk@arriah.ru⁸ ORCID 0000-0002-5731-5762, e-mail: karaulov@arriah.ru⁹ ORCID 0000-0002-1659-3256, e-mail: chvala@arriah.ru¹⁰ ORCID 0000-0002-4283-0171, e-mail: metlin@arriah.ru

РЕЗЮМЕ

Коронавирусы составляют многочисленное семейство вирусов и широко распространены у животных и людей. Они способны вызывать у человека респираторные заболевания различной степени тяжести. Последний из недавно открытых коронавирусов (SARS-CoV-2) является возбудителем заболевания COVID-19. Первые случаи инфицирования людей SARS-CoV-2 были зарегистрированы в городе Ухань (Китайская Народная Республика) в декабре 2019 г. С тех пор данная болезнь поразила более 153 миллионов человек, став причиной более 3 миллионов смертей по всему миру. Лидерами по количеству подтвержденных случаев являются США, Индия, Бразилия, Франция, Турция и Россия. С февраля 2020 г. установлено, что некоторые виды животных, в том числе домашние кошки и собаки, могут заражаться вирусом SARS-CoV-2. Сообщения об инфицировании животных в зоопарках стали поступать из США, Аргентины, Чешской Республики, Швеции, Испании, Эстонии, ЮАР, Индии. О случаях заражения норок SARS-CoV-2 на звероводческих фермах сообщили 13 стран. Наиболее масштабная вспышка COVID-19 среди норок, охватившая около 300 норковых ферм, произошла в Дании. За время пандемии COVID-19 зафиксирована передача возбудителя от человека к представителям семейств псовых (*Canidae*), кошачьих (*Felidae*), куньих (*Mustelidae*), а также гоминид (*Hominidae*). По состоянию на начало мая 2021 г. о заболевании животных сообщили 33 страны. В связи с эпидемическим распространением COVID-19 и выявлением случаев заражения животных в Российской Федерации были разработаны средства и методы диагностики инфекции и проведены скрининговые исследования в популяции восприимчивых животных из различных регионов страны. В ходе мониторинга COVID-19 в России вирус-возбудитель был выявлен у 2 кошек – в Москве и Тюмени.

Ключевые слова: Коронавирусы, COVID-19, SARS-CoV-2, эпизоотическая ситуация, межвидовая передача, мониторинг.

Благодарность: Работа выполнена за счет средств ФГБУ «ВНИИЗЖ» в рамках тематики научно-исследовательских работ «Ветеринарное благополучие».

Для цитирования: Акимова Т. П., Семакина В. П., Митрофанова М. Н., Жильцова М. В., Выставкина Е. С., Исакова Д. Г., Андрейчук Д. Б., Караулов А. К., Чвала И. А., Метлин А. Е. Распространение коронавируса SARS-CoV-2 среди людей и животных. *Ветеринария сегодня*. 2021; 2 (37): 88–96. DOI: 10.29326/2304-196X-2021-2-37-88-96.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Акимова Татьяна Петровна, ведущий ветеринарный врач информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ», 600901, Россия, г. Владимир, мкр. Юрьево, e-mail: akimova@arriah.ru.

UDC 619:616.98:578.834.1:616-036.22

SARS-CoV-2 spread in humans and animals

Т. П. Акимова¹, В. П. Семакина², М. Н. Митрофанова³, М. В. Жильцова⁴, Е. С. Выставкина⁵, Д. Г. Исакова⁶,Д. Б. Андрейчук⁷, А. К. Караулов⁸, И. А. Чвала⁹, А. Е. Метлин¹⁰^{1-5,7-10} FGBI "Federal Centre for Animal Health" (FGBI "ARRIAH"), Vladimir, Russia⁶ Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance (Rosselkhoz nadzor), Moscow, Russia¹ ORCID 0000-0003-3502-1146, e-mail: akimova@arriah.ru² ORCID 0000-0002-4078-4458, e-mail: semakina@arriah.ru³ ORCID 0000-0003-0126-9653, e-mail: mitrofanova@arriah.ru⁴ ORCID 0000-0002-0264-9351, e-mail: zhiltsova@arriah.ru

⁵ e-mail: vistavkina@arriah.ru⁶ e-mail: dg.isakova@gmail.ru⁷ ORCID 0000-0002-1681-5795, e-mail: andreychuk@arriah.ru⁸ ORCID 0000-0002-5731-5762, e-mail: karaulov@arriah.ru⁹ ORCID 0000-0002-1659-3256, e-mail: chvala@arriah.ru¹⁰ ORCID 0000-0002-4283-0171, e-mail: metlin@arriah.ru

SUMMARY

Coronaviruses are a large family of viruses and they are wide spread in animals and humans. They can cause respiratory tract illnesses of various severity. The latest recently discovered coronavirus (SARS-CoV-2) is an agent of COVID-19. The first human cases were reported in Wuhan (People's Republic of China) in December 2019. Since then, the disease infected over 153 million people and became the cause of more than 3 million deaths all over the world. Among the leaders in the confirmed cases are the USA, India, Brazil, France, Turkey and Russia. In February 2020, it was determined that some animal species, including domestic cats and dogs, can be infected with SARS-CoV-2. Reports of animal infection in zoos were submitted from the USA, Argentina, Czech Republic, Sweden, Spain, Estonia, RSA and India. Cases of SARS-CoV-2 infection in fur-farmed minks were reported by 13 countries. The most large-scale COVID-19 outbreak in minks that involved about 300 mink farms was reported in Denmark. During the COVID-19 pandemic, the agent's transmission from humans to canines (*Canidae*), felines (*Felidae*), mustelids (*Mustelidae*) and hominids (*Hominidae*) was confirmed. As of early May 2021, the disease cases in animals were reported by 33 countries. Due to COVID-19 epidemic spread and detection of animal infection cases, diagnosis tools and methods were developed in the Russian Federation, and screening tests were performed in susceptible animal populations in different regions of the country. COVID-19 monitoring results demonstrated the virus in two cats (in Moscow and Tyumen).

Keywords: Coronaviruses, COVID-19, SARS-CoV-2, epizootic situation, interspecies transmission, monitoring.

Acknowledgements: The study was funded by the FGBl "ARRIAH" within the framework of "Veterinary Welfare" research work.

For citation: Akimova T. P., Semakina V. P., Mitrofanova M. N., Zhiltsova M. V., Vystavkina E. S., Isakova D. G., Andreychuk D. B., Karaulov A. K., Chvala I. A., Metlin A. E. SARS-CoV-2 spread in humans and animals. *Veterinary Science Today*. 2021; 2 (37): 88–96. DOI: 10.29326/2304-196X-2021-2-37-88-96.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

For correspondence: Tatyana P. Akimova, Leading Veterinarian, Information Analysis Centre, FGBl "ARRIAH", 600901, Russia, Vladimir, Yur'evets, e-mail: akimova@arriah.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Коронавирусы (*Coronaviridae*) – семейство РНК-содержащих вирусов, включающее 46 видов, объединенных в два подсемейства, которые поражают млекопитающих (включая человека), птиц и земноводных. Название связано со строением вируса, шиповидные отростки которого напоминают солнечную корону [1, 2].

Коронавирусы широко распространены среди представителей животного мира. Возбудители семейства *Coronaviridae* поражают летучих мышей, кошек, собак, свиней, крупный рогатый скот, птиц и другие виды животных [2].

Новый коронавирус SARS-CoV-2, вызвавший вспышку опасного инфекционного заболевания COVID-19, впервые был выявлен в декабре 2019 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) 30 января 2020 г. объявила ее чрезвычайной ситуацией в области общественного здравоохранения, имеющей международное значение, а 11 марта – пандемией, т. е. заболеванием, приобретшим мировой масштаб и распространившимся на несколько континентов.

Выявление антител к компонентам вириона возбудителя подтверждает перенесенное заболевание или бессимптомное носительство и свидетельствует о наличии иммунитета. Продолжительность и интенсивность иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 у животных разных видов в настоящее время изучены недостаточно. Для обнаружения антител к коронавирусам животных используют различные методы: реакцию нейтрализа-

ции, иммуноферментный анализ, иммунофлуоресцентный метод [3–8].

В связи с широким распространением COVID-19 в мире и возможностью межвидовой передачи была поставлена цель разработать отечественные средства и методы диагностики заболевания у животных, а также провести скрининговые исследования биологического материала от восприимчивых животных из различных регионов Российской Федерации.

Одной из задач проводимой работы явилось определение целевых популяций животных и проведение первичного скрининга COVID-19 в этих популяциях с использованием методов лабораторной диагностики.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор сведений о случаях заболевания животных COVID-19 осуществлялся на основе статистического материала базы данных WHID/WANIS Всемирной организации здравоохранения животных (МЭБ), также использовались подборки научных публикаций зарубежных, отечественных авторов и данные средств массовой информации (СМИ). Информация о заболеваемости людей взята из архивных данных Университета Джонса Хопкинса (США) и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) по вспышкам COVID-19. Картографический анализ проводили в ФГБУ «ВНИИЗЖ» с помощью географической информационной системы ArcGIS ESRI.

Для проведения скрининговых исследований ветеринарные службы 20 субъектов РФ при участии территориальных управлений и межобластных

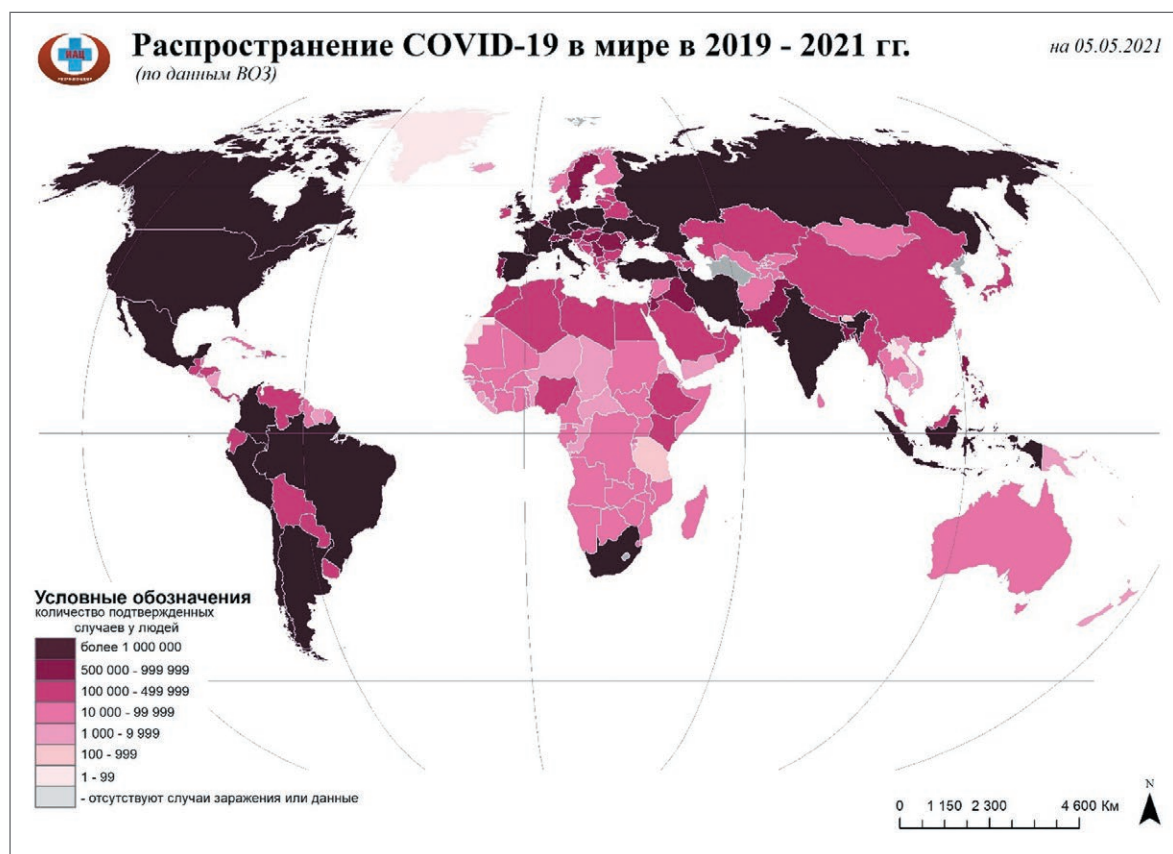


Рис. 1. Распространение COVID-19 среди людей в мире с 2019 по 2021 г.

Fig. 1. Global spread of COVID-19 in humans, 2019–2021

ветеринарных лабораторий Россельхознадзора отбирали пробы от животных (мазки из носоглотки/ротоглотки, ректальные мазки, свежие фекалии) с использованием стерильных зондов с вискозным наконечником. В качестве целевой популяции для проведения отбора проб были определены домашние кошки, собаки и пушные звери семейства куньих (норки, соболи, хорьки), от которых было отобрано 1312 проб биологического материала. Кроме того, с целью определения наличия инфицированных животных в популяциях диких и домашних птиц, а также в популяциях сельскохозяйствен-

ных животных (крупный и мелкий рогатый скот, свиньи) были проведены отбор и исследование 122 проб биоматериала из 26 регионов РФ. Полученные образцы транспортировали в ФГБУ «ВНИИЗЖ» в охлажденном виде при температуре 4–8 °С. Для исследований использовали тест-систему для обнаружения РНК вируса SARS-CoV-2 методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени «SARS-CoV-2 ОТ-ПЦР-PB» (ФГБУ «ВНИИЗЖ») согласно рекомендациям производителя.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Распространение коронавируса SARS-CoV-2 в популяции людей

В декабре 2019 г. в Китае было отмечено увеличение числа случаев пневмонии. Расследования показали, что заболевание было вызвано ранее неизвестным вирусом, который впоследствии был идентифицирован как новый коронавирус SARS-CoV-2. Достаточно быстро инфекция распространилась на другие страны (рис. 1) [9].

По данным ВОЗ на 5 мая 2021 г., число инфицированных коронавирусом в мире превысило 153 млн человек, из них более 3,22 млн умерли (табл. 1). Согласно информации Университета Джонса Хопкинса, в мире заразились более 155,2 млн человек, свыше 3,24 млн скончались [10]. Лидером по количеству подтвержденных случаев остается США, где выявили 32,1 млн инфицированных. На втором месте находится Индия (20,7 млн), на третьем – Бразилия (14,8 млн), на четвертом – Франция (5,6 млн), на пятом – Турция (4,9 млн), на шестом – Россия (4,8 млн) [11].

Таблица 1

Количество зараженных коронавирусом SARS-CoV-2 людей в мире [11]

Table 1

Number of SARS-CoV-2 infected humans across the world [11]

Регион	Количество случаев заболевания	% случаев заболевания	Количество смертельных случаев	% смертельных случаев
Америка	62 713 257	40,7	1 529 597	47,5
Европа	52 275 954	34,0	1 092 527	33,9
Юго-Восточная Азия	23 837 189	15,5	291 762	9,0
Восточное Средиземноморье	9 274 240	6,0	185 875	5,8
Африка	3 330 385	2,2	83 259	2,6
Западная часть Тихого океана	2 522 720	1,6	38 019	1,2
Всего	153 953 745		3 221 039	

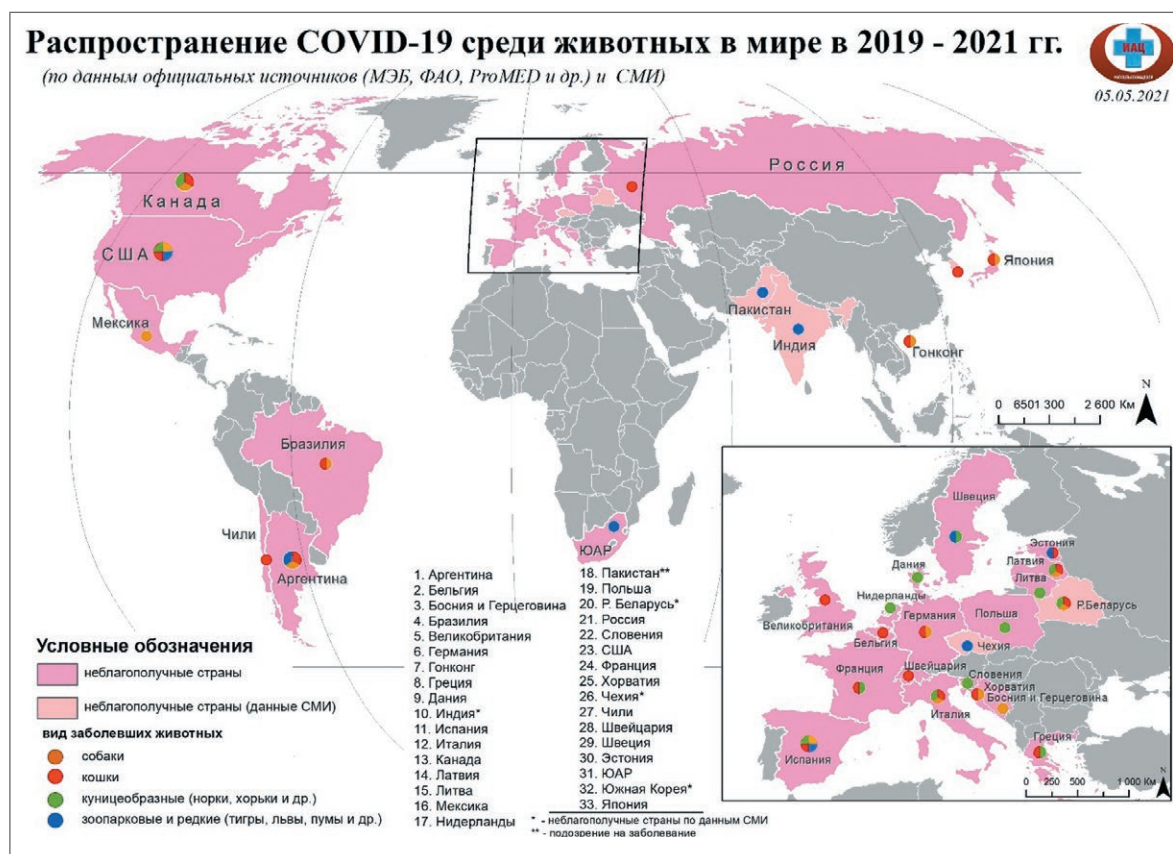


Рис. 2. Распространение COVID-19 среди животных в мире с 2019 по 2021 г.

Fig. 2. Global spread of COVID-19 in animals, 2019–2021

Распространение коронавируса SARS-CoV-2 в популяциях животных

Первое официальное сообщение в МЭБ о передаче вируса SARS-CoV-2 от человека к животному поступило 26 февраля 2020 г. из Гонконга. Собака была помещена в карантин, после того как ее владельца госпитализировали из-за инфекции COVID-19. Образцы биологического материала, взятые у собаки, дали положительный результат на SARS-CoV-2. При этом у животного не было никаких клинических признаков болезни. Позднее стали появляться сообщения о выявлении SARS-CoV-2 у домашних кошек и собак в Европе, Азии, Америке (рис. 2).

В России инфицирование животных SARS-CoV-2 было подтверждено в ФГБУ «ВГНКИ» и ФГБУ «ВНИИЗЖ». Вирус был выявлен у двух кошек из г. Москвы и г. Тюмени. В процессе дальнейшего скрининга на COVID-19 в популяциях домашних, сельскохозяйственных животных и пушных зверей (норки, хорьки, соболи), проведенного в 2020 г., случаев заболевания/вирусоносительства выявлено не было.

Заражение SARS-CoV-2 зоопарковых животных впервые было отмечено в марте 2020 г. на территории США. В зоопарке Бронкса (Нью-Йорк) у тигра с клиническими признаками респираторного заболевания при проведении лабораторной диагностики выявили SARS-CoV-2. Еще пять тигров и три льва, которые размещались в двух вольерах в зоопарке, также оказались инфицированы SARS-CoV-2. Затем сообщения о заражении животных в зоопарках стали поступать из других штатов США: тигров в Индиане, Теннесси, Вирджинии,

Техасе и Миннесоте; снежного барса в Кентукки; гориллы в Калифорнии; льва в Пенсильвании [12, 13]. Также в СМИ появилась информация о том, что в океанариуме штата Джорджия заболели коронавирусной инфекцией выдры. По данным сотрудников океанариума, у выдр наблюдали симптомы респираторной инфекции: чихание, насморк, кашель и легкое угнетение [14]. Предположительно, сотрудники зоопарков с бессимптомным течением болезни стали источником инфекции для животных.

Заражение зоопарковых животных SARS-CoV-2 фиксировали и в других странах. Лабораторные тесты подтвердили заболевание у горилл и индийских львов в Пражском зоопарке (Чехия) [15, 16]. Представители испанских ветеринарных служб сообщили о положительном результате на коронавирус у четырех львов в зоопарке Барселоны [17]. В январе 2021 г. в зоопарке Таллина (Эстония) COVID-19 диагностировали у льва [18]. В шведском Национальном ветеринарном институте (SVA) подтвердили COVID-19 у двух тигров и двух львов, содержащихся в зоопарке города Бурос. В СМИ появились сообщения о подозрении в заражении SARS-CoV-2 двух белых тигрят в Пакистане [19]. В Индии коронавирус обнаружили у львов в зоопарке города Хайдарабад [20]. В МЭБ также поступили уведомления о заражении пум в зоопарке Йоханнесбурга (ЮАР) и в Аргентине.

В апреле на двух норковых фермах в нидерландской провинции Северный Брабант в муниципалитетах Ларбек и Гемерт-Бакель диагностировали коронавирусную инфекцию. У животных наблюдалось затрудненное

Таблица 2

Регистрация очагов COVID-19 на норковых фермах в странах мира [21, 23–28]

Table 2

COVID-19 outbreaks on mink farms across the world [21, 23–28]

№ п/п	Страна	Общее количество норковых ферм	Количество инфицированных норковых ферм	Дата регистрации очагов инфекции
1	Греция	91	23	13.11.2020–08.02.2021
2	Дания	1147	290	15.06.2020–07.12.2020
3	Испания	29	3	03.12.2020–15.03.2021
4	Италия	9	3	10.08.2020–18.03.2021
5	Канада	98	2	26.11.2020–16.12.2020
6	Латвия	9	2	04.2021
7	Литва	86	4	26.11.2020–30.03.2021
8	Нидерланды	126	69	23.04.2020–04.11.2020
9	Польша	350	1	27.01.2021
10	Республика Беларусь	8	1	02.2021
11	США	≈245	16	26.07.2020–25.10.2020
12	Франция	4	1	16.11.2020
13	Швеция	40	13	23.10.2020–11.11.2020
		Всего	427	23.04.2020–04.2021

дыхание и регистрировалась повышенная смертность. Специалисты полагают, что источником инфекции для норок явился человек, поскольку в то же время у некоторых сотрудников ферм наблюдались симптомы респираторного заболевания.

Спорадические случаи заражения SARS-CoV-2 были зарегистрированы у домашних хорьков в Словении и Испании [21, 22].

Всего об инфицировании SARS-CoV-2 представителей кунных (в т. ч. домашних и диких) сообщили 14 стран. По состоянию на апрель 2021 г. COVID-19 регистрировали более чем на 400 звероводческих фермах по производству пушнины (табл. 2).

Наиболее масштабная вспышка COVID-19 среди норок произошла в Дании. Она охватила около 300 норковых ферм, которые были расположены преимущественно на севере страны, в Северной Ютландии. Также

были зарегистрированы случаи заболевания людей COVID-19, вызванные новыми вариантами штаммами SARS-CoV-2, выявленными у выращиваемых в стране норок. Для предотвращения дальнейшего распространения среди людей выделенных от норок вариантов коронавируса власти Дании приняли ряд мер, включая уничтожение всего поголовья норок на фермах страны [24]. Случаи передачи мутировавшего вируса от норки человеку выявлены и в других странах (США, Нидерланды) [11, 29].

Уже в 2020 г. появились сообщения о регистрации SARS-CoV-2 в дикой фауне. Министерство сельского хозяйства США подтвердило первый случай заражения дикой норки коронавирусом в штате Юта. Власти испанского автономного сообщества Валенсия также обнаружили SARS-CoV-2 у двух мертвых диких норк [12, 25].

Пушные звери, сбежавшие с ферм, могут выступать в качестве хозяев, поддерживающих вирус в дикой природе, и стать причиной передачи SARS-CoV-2 другим видам диких восприимчивых животных. Однако в настоящее время доказательств широкого распространения коронавируса в популяции диких норк, обитающих вокруг звероводческих ферм, нет, и имеющейся информации недостаточно для оценки вероятности возникновения резервуара SARS-CoV-2 в дикой фауне [21].

За полтора года от начала пандемии COVID-19 зафиксирована передача возбудителя представителям семейств псовых (*Canidae*), кошачьих (*Felidae*) (в том числе подсемейства больших (*Pantherinae*) и малых (*Felinae*) кошек), кунных (*Mustelidae*), а также гоминид (*Hominidae*), относящихся к отряду приматов. Всемирная организация здравоохранения животных рекомендует тестировать все виды животных, восприимчивых к коронавирусу.

Было проведено множество исследований с целью изучения влияния SARS-CoV-2 на разные виды животных. Как показали результаты недавних экспериментальных исследований (табл. 3), новым коронавирусом могут быть заражены многие млекопитающие, включая кошек, собак, мышей, хомяков, летучих мышей, землероек, енотовидных собак, оленей. В лабораторных условиях наблюдали внутривидовую передачу вируса SARS-CoV-2 у кошек, норк, хорьков, енотовидных собак, белохвостых оленей, полосатых скунсов, некоторых видов летучих мышей и хомяков, а также макаков-резусов, макаков-крабоедов и других видов обезьян Старого Света [29, 30]. Также различные зарубежные

Таблица 3

Предполагаемые хозяева SARS-CoV-2 среди животных [9, 12, 14, 26, 29–46]

Table 3

Supposed animal hosts of SARS-CoV-2 [9, 12, 14, 26, 29–46]

Возможное происхождение (природный резервуар)	Промежуточные хозяева (естественно восприимчивые животные)	Животные, восприимчивые в экспериментальных условиях
летучие мыши/ рептилии/ панголины	собаки, кошачьи (домашние кошки, пумы, малайские, амурские и бенгальские тигры, львы, снежные барсы), приматы (равнинные гориллы), куницеобразные (фретки, европейские и американские норки, восточные бескоготные выдры)	крыланы (египетские летучие собаки), кошки, собаки, норки, хорьки, приматы (макаки-резусы, макаки-крабоеды, зеленые мартышки, гамадрилы, обыкновенные игрунки), свиньи, крупный рогатый скот (молочные телята), белохвостые олени, енотовидные собаки, обыкновенные тупаи, полосатые скунсы, еноты-полоскуны, новозеландские кролики, землеройки, грызуны (мыши, рыжие полевки, хомяки: сирийские, белонogie, пышнохвостые лесные, китайские, хомячки Роборовского)

исследования показывают, что к SARS-CoV-2 восприимчивы и некоторые виды сельскохозяйственных животных (свиньи, крупный рогатый скот, кролики, хорьки, норки) [31–34]. Данные об экспериментальном заражении крупного рогатого скота немногочисленны, а свиней и кроликов иногда противоречивы.

Международная группа биологов изучила свойства 25 аминокислот фермента АПФ2 (ангиотензинпревращающий фермент 2), служащего рецептором для SARS-CoV-2 у человека, и провела геномный и структурный анализы АПФ2 у 410 видов позвоночных, чтобы выявить пути передачи инфекции и понять, какие виды животных восприимчивы к вирусу [47, 48]. Полученные результаты позволили ученым разделить животных на пять групп.

В группу самого высокого риска попали 18 видов приматов Старого Света: представители семейств мартишковых (*Cercopithecidae*), гиббоновых (*Hylobatidae*) и гоминид (*Hominidae*), включая человека. Во второй группе оказались некоторые грызуны, морские животные (дельфины, морские свиньи, белуха, нарвал и другие китообразные), олени, лемуры и представители семейства муравьедовых (*Myrmecophagidae*).

Относительно большая группа парнокопытных млекопитающих была классифицирована как группа среднего риска инфицирования. К ней относятся домашний крупный рогатый скот, овцы, козы, а также некоторые виды парнокопытных, обитающих в зоопарках и парках дикой природы (жираф, окапи, бегемот, водяной буйвол, сахарский орикс, сахарская газель, як, альпака, бизон и др.). У кошачьих вероятность инфицирования оказалась средней, а у верблюдов, лошадей, свиней, собак и некоторых других домашних животных – низкой. У многих представителей рыб, рептилий, земноводных, однопроходных, сумчатых, кунных, грызунов и птиц риск заражения стремится к нулю.

Авторы исследования отметили, что полученные *in silico* результаты необходимо подтвердить экспериментальным путем, пока же они не могут считаться абсолютно точными. Тем не менее результаты анализа значительно расширили спектр потенциальных промежуточных хозяев и выявили множество видов, которые могут быть подвержены риску инфицирования вирусом SARS-CoV-2 посредством его взаимодействия с рецепторами АПФ2. В будущем данные исследования помогут определить, от каких видов животных коронавирус способен передаваться человеку [47, 48].

Мониторинговые исследования на COVID-19 у животных в РФ

С июня 2020 г. в ФГБУ «ВНИИЗЖ» проводятся скрининговые исследования популяций животных из различных регионов РФ с целью выявления РНК вируса SARS-CoV-2, используя при этом тест-систему собственного производства. Было исследовано 1312 проб биоматериала от разных видов животных из 20 регионов страны. В процессе мониторинга была выявлена положительная проба, полученная от кошки из Тюменской области (табл. 4).

Как показали результаты исследования, коронавирус SARS-CoV-2 в изученных популяциях животных (кошки, собаки, норки, соболи, хорьки) в представленных регионах РФ выявляется спорадически. Вирус был выявлен у двух кошек – из Москвы (подтверждено ФГБУ «ВГНКИ») и Тюмени (подтверждено ФГБУ «ВНИИЗЖ»).

Таблица 4

Результаты исследования проб биологического материала от кошек, собак и кунцеобразных, полученные в ходе выявления РНК SARS-CoV-2 с использованием тест-системы производства ФГБУ «ВНИИЗЖ»

Table 4

Results of testing biological samples collected from cats, dogs and mustelids for SARS-CoV-2 RNA using FGBI "ARRIAH" manufactured test-kit

№ п/п	Регион	Вид животных	Количество исследованных проб	Количество положительных проб
1	Алтайский край	соболи	31	0
2	Брянская область	норки, хорьки	45	0
3	Владимирская область	собаки, кошки	50	0
4	Калининградская область	норки	90	0
5	Кировская область	норки	30	0
6	Ленинградская область	соболи	31	0
7	Липецкая область	норки	69	0
8	Нижегородская область	кошки	30	0
9	Новосибирская область	норки	35	0
10	Республика Башкортостан	норки, соболи	70	0
11	Республика Крым	норки	30	0
12	Республика Мордовия	норки	51	0
13	Республика Саха (Якутия)	норки	60	0
14	Республика Татарстан	норки, соболи	120	0
15	Республика Удмуртия	норки	60	0
16	Свердловская область	кошки, собаки, норки	17	0
17	Тверская область	норки	301	0
18	Тульская область	хорьки, норки, соболи	95	0
19	Тюменская область	кошки	67	1
20	Ямало-Ненецкий автономный округ	соболи	30	0
Всего			1312	1

С целью изучения возможности заболевания коронавирусной инфекцией или вирусоносительства SARS-CoV-2 при естественном заражении животных с недоказанной естественной восприимчивостью (крупный и мелкий рогатый скот, свиньи, домашние и дикие птицы) были исследованы 122 пробы биоматериала, полученные из хозяйств различных регионов РФ (табл. 5).

Ни в одной из проб от диких и домашних птиц, а также сельскохозяйственных животных геном нового коронавируса SARS-CoV-2 обнаружен не был.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Число зараженных коронавирусом SARS-CoV-2 в мире превысило 153 млн человек. Лидерами по количеству подтвержденных случаев заражения являются США (32,1 млн), Индия (20,7 млн), Бразилия (14,8 млн), Франция (5,6 млн), Турция (4,9 млн), Россия (4,8 млн).

Таблица 5

Результаты исследования проб биологического материала от КРС, МРС, свиней и птиц, полученные в ходе выявления РНК SARS-CoV-2 с использованием тест-системы производства ФГБУ «ВНИИЗЖ»

Table 5

Results of testing biological samples collected from cattle, sheep and goats, pigs and birds for SARS-CoV-2 RNA using FGBI "ARRIAH" manufactured test-kit

№ п/п	Регион	Вид животных	Количество исследованных проб	Количество положительных проб
1	Белгородская область	свиньи	3	0
2	Владимирская область	КРС	7	0
		дикие утки, куры	10	0
3	Воронежская область	дикие утки	5	0
		свиньи	9	0
4	Забайкальский край	куры	5	0
5	Ивановская область	свиньи	3	0
6	Калужская область	КРС	5	0
7	Костромская область	свиньи	3	0
8	Краснодарский край	утята	5	0
		свиньи	3	0
9	Липецкая область	свиньи	3	0
10	Московская область	КРС	3	0
		свиньи	4	0
11	Нижегородская область	КРС	3	0
12	Орловская область	свиньи	3	0
13	Пензенская область	индейки	5	0
14	Пермский край	КРС	3	0
15	Псковская область	свиньи	3	0
16	Республика Башкортостан	свиньи	6	0
17	Республика Дагестан	МРС	2	0
18	Республика Крым	лебеди	3	0
19	Республика Мордовия	КРС	3	0
20	Республика Татарстан	КРС	4	0
21	Ростовская область	лебеди	4	0
22	Самарская область	КРС	3	0
23	Ставропольский край	свиньи	3	0
24	Тамбовская область	свиньи	3	0
25	Тульская область	свиньи	3	0
26	Челябинская область	свиньи	3	0
Всего			122	0

По мнению многих вирусологов, человечество сможет справиться с SARS-CoV-2 только благодаря приобретению населением планеты иммунитета. В мире зарегистрировано порядка 20 вакцин против COVID-19 [11]. Однако, по информации ВОЗ на 1 марта 2021 г., антитела к коронавирусу имеют менее 10% мирового населения.

В настоящее время нет доказательств того, что животные играют значительную роль в распространении SARS-CoV-2 среди людей. Исходя из имеющейся на сегодняшний день информации, риск заражения людей от животных считается низким. Вирус SARS-CoV-2 передается преимущественно воздушно-капельным путем от человека к человеку [26, 29]. Однако случаи передачи вируса от животных человеку уже зарегистрированы. Так, в Дании, Нидерландах и США имела место передача мутировавшего коронавируса от норки человеку.

В то же время коронавирус может передаваться от человека к животному. Большая вероятность инфицирования отмечена для животных, находящихся в непосредственном контакте с человеком. Так, о случаях заболевания COVID-19 животных-компаньонов (собак, кошек, хорьков) сообщали в Европе, Азии и Америке.

В России инфицирование животных SARS-CoV-2 было подтверждено ФГБУ «ВГНКИ» и ФГБУ «ВНИИЗЖ». Вирус был выявлен у двух кошек: из Москвы и Тюмени. В ходе мониторинга COVID-19, проведенного в 2020 г. в ФГБУ «ВНИИЗЖ», в других изучаемых популяциях животных (собаки, норки, соболи, хорьки, крупный и мелкий рогатый скот, свиньи, домашние и дикие птицы) случаев заболевания/носительства выявлено не было.

Заражение зоопарковых животных SARS-CoV-2 было зарегистрировано в США, Аргентине, Швеции, Испании, Чехии, Эстонии, ЮАР, Индии. Случаи, имевшие место на норковых фермах в США, Канаде и нескольких европейских странах, включая Данию, Грецию, Испанию, Польшу, Францию, Литву, Латвию, Беларусь, Швецию, Италию и Нидерланды, показывают, что вирус может передаваться от человека норкам. Спорадические случаи инфицирования SARS-CoV-2 были зарегистрированы у домашних хорьков в Швеции и Испании. Также случаи заражения коронавирусом фиксировали в популяции дикой норки в США и Испании, но имеющейся информации недостаточно для оценки вероятности возникновения резервуара SARS-CoV-2 в дикой фауне.

Недавние экспериментальные исследования показывают, что новым коронавирусом могут быть заражены многие млекопитающие, включая некоторые виды сельскохозяйственных животных.

Указанные данные подчеркивают важность регулярного тестирования восприимчивых видов животных и изучения генетического материала SARS-CoV-2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

(п. п. 1, 3–8, 10–13, 19, 21–24, 26, 29–33, 35–47 см. REFERENCES)

- Нагорных А. М., Тюменцев А. И., Тюменцева М. А., Акимкин В. Г. SARS, снова SARS и MERS. Обзор животных моделей респираторных синдромов человека, вызываемых коронавирусными инфекциями. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 2020; 97 (5): 431–444. DOI: 10.36233/0372-9311-2020-97-5-6.
- Акимова Т. П., Жильцова М. В., Семакина В. П., Митрофанова М. Н., Выставкина Е. С. Зоонозные заболевания, вызванные вирусами семейства *Coronaviridae*. *БИО*. 2020; 8 (239): 4–13. DOI: 10.13140/RG.2.2.29176.47361.
- Выдры в океанариуме штата Джорджия заразились коронавирусом. *Росбалт*. Режим доступа: <https://www.rosbalt.ru/world/2021/04/19/1897936.html> (дата обращения: 19.04.2021).
- Львы и горилла заразились коронавирусом в зоопарке Праги. *Деловая газета «Взгляд»*. Режим доступа: <https://vz.ru/news/2021/2/26/1086870.html> (дата обращения: 13.04.2021).
- В Пражском зоопарке подтвердили заражение коронавирусом еще двух горилл. *ТАСС*. Режим доступа: <https://tass.ru/obschestvo/10937027> (дата обращения: 13.04.2021).

17. У четырех львов в зоопарке Барселоны обнаружен коронавирус. *Российская газета*. Режим доступа: <https://rg.ru/2020/12/08/u-chetyreh-lyov-v-zooparke-barselony-obnaruzhen-koronavirus.html> (дата обращения: 13.04.2021).

18. В зоопарке Таллина у льва был подтвержден COVID-19. *Российская газета*. Режим доступа: <https://www.abc.net.au/news/2021-02-13/two-white-tiger-cubs-die-of-suspected-covid-19-pakistan/13152752> (дата обращения: 13.04.2021).

20. В индийском зоопарке восемь львов заразились коронавирусом. *РИА Новости*. Режим доступа: <https://ria.ru/20210504/indiya-1731085577.html> (дата обращения: 06.05.2021).

25. В Испании впервые выявили коронавирус у двух диких норок. *TASS*. Режим доступа: <https://tass.ru/obschestvo/10951137> (дата обращения: 13.04.2021).

27. В Беларуси успешно локализовали вспышку коронавируса у норок. *Sputnik*. Режим доступа: <https://sputnik.by/economy/20210211/1046867348/V-Belarusi-uspeshno-lokalizovali-vspysku-koronavirusa-u-norok.html> (дата обращения: 13.04.2021).

28. На крупной звероферме в Латвии у девяти умерших норок выявили коронавирус. *TASS*. Режим доступа: <https://tass.ru/obschestvo/11115363> (дата обращения: 13.04.2021).

34. WSJ: хорьковые барсуки и кролики – эксперты ВОЗ назвали основных подозреваемых на передачу коронавируса людям. *Ино ТБ*. Режим доступа: <https://russian.rt.com/inotv/2021-02-19/WSJ-horkovie-barsuki-i-kroliki> (дата обращения: 13.04.2021).

48. Опубликован список животных, подверженных COVID-19. *Naked Science*. Режим доступа: <https://naked-science.ru/article/biology/opublikovan-sписок-zhivotnyh-podverzhennyh-covid-19> (дата обращения: 13.04.2021).

REFERENCES

1. International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV). Available at: <https://talk.ictvonline.org/> (date of access: 13.04.2021).
2. Nagornyykh A. M., Tyumentsev A. I., Tyumentseva M. A., Akimkin V. G. SARS, SARS again, and MERS. Review of animal models of human respiratory syndromes caused by coronavirus infections. *Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology [Zhurnal mikrobiologii, èpidemiologii i immunobiologii]*. 2020; 97 (5): 431–442. DOI: 10.36233/0372-9311-2020-97-5-6.
3. Richard M., Kok A., de Meulder D., Bestebroer T. M., Lamers M. M., Okba N. M. A., et al. SARS-CoV-2 is transmitted via contact and via the air between ferrets. *Nat. Commun.* 2020; 11 (1):3496. DOI: 10.1038/s41467-020-17367-2.
4. Shi J., Wen Z., Zhong G., Yang H., Wang C., Huang B., et al. Susceptibility of ferrets, cats, dogs, and other domesticated animals to SARS-coronavirus 2. *Science*. 2020; 368 (6494): 1016–1020. DOI: 10.1126/science.abb7015.
5. Oreshkova N., Molenaar R. J., Vreman S., Harders F., Oude Munnink B. B., Hakke-van der Honing R. W., et al. SARS-CoV-2 infection in farmed minks, the Netherlands, April and May 2020. *Euro Surveill.* 2020; 25 (23):2001005. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2020.25.23.2001005.
6. Zhang Q., Zhang H., Gao J., Huang K., Yang Y., Hui X., et al. A serological survey of SARS-CoV-2 in cat in Wuhan. *Emerg. Microbes Infect.* 2020; 9 (1): 2013–2019. DOI: 10.1080/22221751.2020.1817796.
7. Sit T. H. C., Brackman C. J., Ip S. M., Tam K. W. S., Law P. Y. T., To E. M. W., et al. Infection of dogs with SARS-CoV-2. *Nature*. 2020; 586 (7831): 776–778. DOI: 10.1038/s41586-020-2334-5.
8. Wernike K., Aebischer A., Michelitsch A., Hoffman D., Freuling C., Balkema-Buschmann A., et al. Multi-species ELISA for the detection of antibodies against SARS-CoV-2 in animals. *Transbound. Emerg. Dis.* 2020; Online ahead of print. DOI: 10.1111/tbed.13926.
9. Akimova T. P., Zhiltsova M. V., Semakina V. P., Mitrofanova M. N., Vystavkina E. S. Zoonotic diseases caused by viruses of the *Coronaviridae* family [Zoonoznye zabolovaniya, vyzvannyye virusami semeystva *Coronaviridae*]. *BIO*. 2020; 8 (239): 4–13. DOI: 10.13140/RG.2.2.29176.47361. (in Russian)
10. The Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at JHU. Available at: <https://systems.jhu.edu/> (date of access: 13.04.2021).
11. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. Available at: <https://covid19.who.int/> (date of access: 13.04.2021).
12. OIE-WAHIS. Available at: <https://www.oie.int/> (date of access: 13.04.2021).
13. Gstalter M. Two tigers at Virginia Zoo test positive for coronavirus. *The Hill*. Available at: <https://thehill.com/blogs/blog-briefing-room/news/548254-two-tigers-at-virginia-zoo-test-positive-for-coronavirus> (date of access: 19.04.2021).
14. Otters at Georgia Aquarium test positive for coronavirus [Vydry v okeanariume shtata Dzhordzhiiya zarazilis' koronavirusom]. *Rosbalt*. Available at: <https://www.rosbalt.ru/world/2021/04/19/1897936.html> (date of access: 19.04.2021).
15. Gorilla and two lions have tested positive for COVID-19 at the Prague Zoo [L'vy i gorilla zarazilis' koronavirusom v zooparke Pragi]. *Delovaya gazeta Vzgljad*. Available at: <https://vz.ru/news/2021/2/26/1086870.html> (date of access: 13.04.2021).

16. Two more gorillas at Prague Zoo have tested positive for COVID-19 [V Prazhskom zooparke podtverdili zarazhenie koronavirusom eshche dvuh gorill]. *TASS*. Available at: <https://tass.ru/obschestvo/10937027> (date of access: 13.04.2021).

17. Four Lions at Barcelona Zoo have tested positive for coronavirus [U chetyreh l'vov v zooparke Barselony obnaruzhen koronavirus]. *Rossiyskaya Gazeta*. Available at: <https://rg.ru/2020/12/08/u-chetyreh-lyov-v-zooparke-barselony-obnaruzhen-koronavirus.html> (date of access: 13.04.2021).

18. COVID-19 was confirmed in lion at Tallinn Zoo [V zooparke Tallinna u l'va byl podtverzhen COVID-19]. *Rossiyskaya Gazeta*. Available at: <https://www.abc.net.au/news/2021-02-13/two-white-tiger-cubs-die-of-suspected-covid-19-pakistan/13152752> (date of access: 13.04.2021).

19. Two white tiger cubs in Pakistan zoo die of suspected COVID-19 infection. *ABC NEWS*. Available at: <https://www.abc.net.au/news/2021-02-13/two-white-tiger-cubs-die-of-suspected-covid-19-pakistan/13152752> (date of access: 13.04.2021).

20. Eight lions in Indian zoo test positive for COVID-19 [V indijskom zooparke vosem l'vov zarazilis' koronavirusom]. *RIA Novosti*. Available at: <https://ria.ru/20210504/indiya-1731085577.html> (date of access: 06.05.2021).

21. Boklund A., Gortázar C., Pasquali P., Roberts H., Nielsen S.S., Stahl K., et al. Monitoring of SARS-CoV-2 infection in mustelids. *EFSA J.* 2021; 19 (3):e06459. DOI: 10.2903/j.efsa.2021.6459.

22. Gortázar C., Barroso-Arévalo S., Ferreras-Colino E., Isla J., de la Fuente G., Rivera B., et al. Natural SARS-CoV-2 infection in kept ferrets, Spain. *bioRxiv*. 2021.01.14.426652; DOI: 10.1101/2021.01.14.426652.

23. Italy extends mink fur farming ban in response to COVID-19, says Italian Health Minister Roberto Speranza. *Humane Society International*. Available at: <https://www.hsi.org/news-media/italy-extends-mink-fur-farming-ban-in-response-to-covid-19/> (date of access: 13.04.2021).

24. Statens Serum Institut (SSI). Available at: <https://www.ssi.dk/> (date of access: 13.04.2021).

25. Coronavirus first detected in two wild minks in Spain [V Ispanii vper-vye vyavili koronavirus u dvuh dikih norok]. *TASS*. Available at: <https://tass.ru/obschestvo/10951137> (date of access: 13.04.2021).

26. OIE. COVID-19. Available at: <https://www.oie.int/en/scientific-expertise/specific-information-and-recommendations/questions-and-answers-on-2019-novel-coronavirus/events-in-animals/> (date of access: 13.04.2021).

27. Coronavirus outbreak successfully contained in minks in Belarus [V Belarusi uspeshno lokalizovali vspysku koronavirusa u norok]. *Sputnik*. Available at: <https://sputnik.by/economy/20210211/1046867348/V-Belarusi-uspeshno-lokalizovali-vspysku-koronavirusa-u-norok.html> (date of access: 13.04.2021).

28. Coronavirus detected in nine dead minks at large fur farm in Latvia [Na krupnoj zveroferme v Latvii u devyati umershih norok vyavili koronavirus]. *TASS*. Available at: <https://tass.ru/obschestvo/11115363> (date of access: 13.04.2021).

29. CDC. COVID-19 and Animals. Available at: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/daily-life-coping/animals.html> (date of access: 13.04.2021).

30. Singh D. K., Singh B., Ganatra S. R., Gazi M., Cole J., Thippeshappa R., et al. Responses to acute infection with SARS-CoV-2 in the lungs of rhesus macaques, baboons and marmosets. *Nat. Microbiol.* 2021; 6 (1): 73–86. DOI: 10.1038/s41564-020-00841-4.

31. Pickering B. S., Smith G., Pinette M. M., Embury-Hyatt C., Moffat E., Marszal P., Lewis C. E. Susceptibility of domestic swine to experimental infection with SARS-CoV-2. *Emerg. Infect. Dis.* 2021; 27 (1): 104–112. DOI: 10.3201/eid2701.203399.

32. Ulrich L., Wernike K., Hoffmann D., Mettenleiter T. C., Beer M. Experimental infection of cattle with SARS-CoV-2. *Emerg. Infect. Dis.* 2020; 26 (12): 2979–2981. DOI: 10.3201/eid2612.203799.

33. Shuai L., Zhong G., Yuan Q., Wen Z., Wang C., He X., et al. Replication, pathogenicity, and transmission of SARS-CoV-2 in minks. *National Science Review*. 2021; 8 (3):nwaa291. DOI: 10.1093/nsr/nwaa291.

34. WSJ: ferret badgers and rabbits – WHO experts designated main suspects of coronavirus transmission to humans [WSJ: hor'kovye barsuki i kroliki – eksperty VOZ nazvali osnovnyh podozrevaemyh na peredachu koronavirusa lyudyam]. *Ino TV*. Available at: <https://russian.rt.com/inotv/2021-02-19/WSJ-horkovie-barsuki-i-kroliki> (date of access: 13.04.2021).

35. Bosco-Lauth A. M., Hartwig A. E., Porter S. M., Gordy P. W., Nehring M., Byas A. D., et al. Experimental infection of domestic dogs and cats with SARS-CoV-2: Pathogenesis, transmission, and response to reexposure in cats. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2020; 117 (42): 26382–26388; DOI: 10.1073/pnas.2013102117.

36. Mahdy M. A. A., Younis W., Ewaida Z. An overview of SARS-CoV-2 and animal infection. *Front. Vet. Sci.* 2020; 7:596391. DOI: 10.3389/fvets.2020.596391.

37. Freuling C. M., Breithaupt A., Müller T., Sehl J., Balkema-Buschmann A., Rissmann M., et al. Susceptibility of raccoon dogs for experimental SARS-CoV-2 infection. *Emerg. Infect. Dis.* 2020; 26 (12): 2982–2985. DOI: 10.3201/eid2612.203733.
38. Zhao Y., Wang J., Kuang D., Xu J., Yang M., Ma C., et al. Susceptibility of tree shrew to SARS-CoV-2 infection. *Sci. Rep.* 2020; 10 (1):16007. DOI: 10.1038/s41598-020-72563-w.
39. Fagre A., Lewis J., Eckley M., Zhan S., Rocha S. M., Sexton N. R., et al. SARS-CoV-2 infection, neuropathogenesis and transmission among deer mice: Implications for reverse zoonosis to New World rodents. *bioRxiv*. 2020.08.07.241810. DOI: 10.1101/2020.08.07.241810.
40. Ulrich L., Michelitsch A., Halwe N., Wernike K., Hoffmann D., Beer M. Experimental SARS-CoV-2 Infection of Bank Voles. *Emerg. Infect. Dis.* 2021; 27 (4): 1193–1195. DOI: 10.3201/eid2704.204945.
41. Hassan A. O., Case J. B., Winkler E. S., Thackray L. B., Kafai N. M., Bailey A. L., et al. A SARS-CoV-2 Infection model in mice demonstrates protection by neutralizing antibodies. *Cell.* 2020; 182 (3): 744–753.e4. DOI: 10.1016/j.cell.2020.06.011.
42. Bosco-Lauth A. M., Root J. J., Porter S. M., Walker A. E., Guilbert L., Hawvermale D., et al. Survey of peridomestic mammal susceptibility to SARS-CoV-2 infection. *bioRxiv*. 2021.01.21.427629; DOI: 10.1101/2021.01.21.427629.
43. Mykityn A. Z., Lamers M. M., Okba N. M. A., Breugem T. I., Schipper D., van den Doel P. B., et al. Susceptibility of rabbits to SARS-CoV-2. *Emerg. Microbes Infect.* 2021; 10 (1): 1–7. DOI: 10.1080/22221751.2020.1868951.
44. Francisco R., Hernandez S. M., Mead D. G., Adcock K. G., Burke S. C., Nemeth N. M., Yabsley M. J. Experimental susceptibility of North American raccoons (*Procyon lotor*) and striped skunks (*Mephitis mephitis*) to SARS-CoV-2. *bioRxiv*. 2021.03.06.434226; DOI: 10.1101/2021.03.06.434226.
45. Smith T. R. F., Patel A., Ramos S., Elwood D., Zhu X., Yan J., et al. Immunogenicity of a DNA vaccine candidate for COVID-19. *Nat. Commun.* 2020; 11 (1):2601. DOI: 10.1038/s41467-020-16505-0.
46. Palmer M. V., Martins M., Falkenberg S., Buckley A., Caserta L. C., et al. Susceptibility of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) to SARS-CoV-2. *J. Virol.* 2021; JVI.00083-21. DOI: 10.1128/JVI.00083-21.
47. Damas J., Hughes G. M., Keough K. C., Painter C. A., Persky N. S., Corbo M., et al. Broad host range of SARS-CoV-2 predicted by comparative and structural analysis of ACE2 in vertebrates. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2020; 117 (36): 22311–22322. DOI: 10.1073/pnas.2010146117.
48. List of COVID-19 susceptible animals is published [Опубликован список животных, подверженных COVID-19]. *Naked Science*. Available at: <https://naked-science.ru/article/biology/opublikovan-spisok-zhivotnyh-podverzhennyh-covid-19> (date of access: 13.04.2021).

Поступила 07.04.2021

Принята в печать 24.05.2021

Received on 07.04.2021

Approved for publication on 24.05.2021

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Акимова Татьяна Петровна, ведущий ветеринарный врач информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия.

Семакина Валентина Петровна, ведущий ветеринарный врач информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия.

Митрофанова Мария Николаевна, кандидат ветеринарных наук, младший научный сотрудник информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия.

Жильцова Милена Владимировна, кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия.

Вывавкина Евгения Сергеевна, ведущий программист информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия.

Исакова Дарья Георгиевна, начальник Управления ветеринарного надзора при экспортно-импортных операциях, на транспорте и международного сотрудничества, Россельхознадзор, г. Москва, Россия.

Андрейчук Дмитрий Борисович, кандидат биологических наук, заведующий референтной лабораторией вирусных болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия.

Караулов Антон Константинович, кандидат ветеринарных наук, руководитель информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия.

Чвала Илья Александрович, кандидат ветеринарных наук, заместитель директора по НИР и мониторингу ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия.

Метлин Артем Евгеньевич, доктор ветеринарных наук, заместитель директора по НИР и качеству ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия.

Tatyana P. Akimova, Leading Veterinarian, Information and Analysis Centre, FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia.

Valentina P. Semakina, Leading Veterinarian, Information and Analysis Centre, FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia.

Maria N. Mitrofanova, Candidate of Science (Veterinary Medicine), Junior Researcher, Information and Analysis Centre, FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia.

Milena V. Zhiltsova, Candidate of Science (Veterinary Medicine), Leading Researcher, Information and Analysis Centre, FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia.

Evgeniya S. Vystavkina, Leading Computer Programmer, Information and Analysis Centre, FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia.

Darya G. Isakova, Head of Directorate for International Cooperation and Veterinary Control of Export/Import and Transportation, Rosselkhoz nadzor, Moscow, Russia.

Dmitry B. Andreychuk, Candidate of Science (Biology), Head of Reference Laboratory for Avian Viral Diseases, FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia.

Anton K. Karaulov, Candidate of Science (Veterinary Medicine), Head of Information Analysis Centre, FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia.

Ilya A. Chvala, Candidate of Science (Veterinary Medicine), Deputy Director for Research and Monitoring, FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia.

Artem Ye. Metlin, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Deputy Director for Research and Quality, FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia.