

DOI: 10.21055/0370-1069-2024-2-6-14

УДК 616.921.5(470)

Н.Н. Васильцова, А.С. Панова, В.Н. Петров, А.В. Даниленко, С.В. Святченко, К.И. Иванова,
Г.С. Онхонова, Н.И. Гончарова, А.Б. Рыжиков, В.Ю. Марченко

Обзор эпизоотологической ситуации по высокопатогенному гриппу птиц в России и мире в 2023 г.

ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор», р.п. Кольцово, Российская Федерация

В 2023 г. ситуация в мире по высокопатогенному гриппу птиц в эпизоотологическом и эпидемиологическом плане была напряженной. Вирусом оказались инфицированы 150 видов птиц и десятки видов млекопитающих. Зарегистрировано более 650 вспышек среди сельскохозяйственной птицы на территории 29 стран, в результате чего погибло или было уничтожено около 19 млн особей. Наблюдался высокий уровень заболеваемости гриппом среди диких птиц (порядка 3 тыс. вспышек на территории 65 стран) и млекопитающих (более 16 тыс. случаев). Большинство вспышек среди дикой и домашней птицы и млекопитающих вызвано вирусами гриппа подтипа A(H5N1) клады 2.3.4.4b. Вспышки регистрировались в течение всего года во многих странах Европы, Азии, Африки, Северной и Южной Америки. Впервые зарегистрирован случай гибели полярного медведя от вируса гриппа A(H5N1). При этом в 50 % вирусов гриппа A(H5N1), вызвавших гибель животных, в белке PB2 обнаружены молекулярные маркеры адаптации к млекопитающим. В 2023 г. зарегистрированы случаи заражения людей вирусами высокопатогенного гриппа птиц A(H5N1) в Камбодже, Чили, Китае и Великобритании. Кроме того, в Китае отмечены случаи инфицирования вирусами A(H3N8), A(H5N6), A(H9N2) и A(H10N5). В России в 2023 г. зарегистрированы вспышки среди дикой и домашней птицы на территории 25 регионов, а также вспышка среди морских котиков на территории Сахалинской области. Все вспышки вызваны высоковирулентным вирусом гриппа подтипа A(H5N1) генетической клады 2.3.4.4b. Все исследованные нами вирусы, циркулировавшие в России в 2023 г., генетически соответствовали предложенным ВОЗ кандидатным вакцинным штаммам A/Astrakhan/3212/2020 (H5N8), A/chicken/Ghana/AVL-763_21VIR7050-39/2021 (H5N1) и A/American Wigeon/South Carolina/22-000345-001/2021 (H5N1) по последовательности гемагглютиниана и антигенно сходны с вакцинным штаммом A/Astrakhan/3212/2020.

Ключевые слова: вирус гриппа птиц, мониторинг, эпизоотия, вспышки, H5N1, Россия.

Корреспондирующий автор: Панова Анастасия Сергеевна, e-mail: panova_as@vector.nsc.ru.

Для цитирования: Васильцова Н.Н., Панова А.С., Петров В.Н., Даниленко А.В., Святченко С.В., Иванова К.И., Онхонова Г.С., Гончарова Н.И., Рыжиков А.Б., Марченко В.Ю. Обзор эпизоотологической ситуации по высокопатогенному гриппу птиц в России и мире в 2023 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2024; 2:6–14. DOI: 10.21055/0370-1069-2024-2-6-14

Поступила 11.03.2024. Принята к публ. 24.04.2024.

N.N. Vasil'tsova, A.S. Panova, V.N. Petrov, A.V. Danilenko, S.V. Svyatchenko, K.I. Ivanova,
G.S. Onkhonova, N.I. Goncharova, A.B. Ryzhikov, V.Yu. Marchenko

Review on the Epizootiological Situation on Highly Pathogenic Avian Influenza Globally and in Russia in 2023

State Scientific Center of Virology and Biotechnology "Vector", Kol'tsovo, Russian Federation

Abstract. The year 2023 saw a challenging epizootiological and epidemiological situation regarding highly pathogenic avian influenza. The virus affected 150 bird species and dozens of mammal species. More than 650 outbreaks were reported in poultry across 29 countries, resulting in the death or destruction of approximately 19 million specimens. There was a high incidence of the influenza among wild birds (approximately 3,000 outbreaks in 65 countries) and mammals (more than 16,000 cases). The majority of outbreaks in wild birds, poultry and mammals were caused by influenza A(H5N1) clade 2.3.4.4b viruses. Many countries in Europe, Asia, Africa, North and South America experienced the outbreaks throughout the year. For the first time, a polar bear death from A(H5N1) virus was documented. Moreover, molecular markers of virus adaptation to mammals were found in PB2 proteins of 50 % of influenza A(H5N1) viruses that caused the death of animals. During the year 2023, human infections with highly pathogenic avian influenza A(H5N1) viruses were reported in Cambodia, Chile, China, and the UK. In addition, human infections with A(H3N8), A(H5N6), A(H9N2) and A(H10N5) viruses were reported in China. In Russia in 2023, outbreaks among wild birds and poultry were registered in 25 regions, as well as an outbreak among fur seals in the Sakhalin Region. The stated outbreaks were caused by highly virulent influenza A(H5N1) clade 2.3.4.4b. Hemagglutinin sequences of all Russian viruses analyzed in this study in 2023 were genetically close to the WHO candidate vaccine strains A/Astrakhan/3212/2020 (H5N8), A/chicken/Ghana/AVL-763_21VIR7050-39/2021 (H5N1) and A/American Wigeon/South Carolina/22-000345-001/2021 (H5N1). All studied A(H5N1) viruses were antigenically similar to the A/Astrakhan/3212/2020 vaccine strain.

Key words: avian influenza virus, surveillance, epizooty, outbreaks, H5N1, Russia.

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

Funding: The study was conducted within the framework of the state assignment for the State Scientific Center of Virology and Biotechnology "Vector" of the Rospotrebnadzor.

Corresponding author: Anastasia S. Panova, e-mail: panova_as@vector.nsc.ru.

Citation: Vasil'tsova N.N., Panova A.S., Petrov V.N., Danilenko A.V., Svyatchenko S.V., Ivanova K.I., Onkhonova G.S., Goncharova N.I., Ryzhikov A.B., Marchenko V.Yu. Review on the Epizootiological Situation on Highly Pathogenic Avian Influenza Globally and in Russia in 2023. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii* [Problems of Particularly Dangerous Infections]. 2024; 2:6–14. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2024-2-6-14

Received 11.03.2024. Accepted 24.04.2024.

Vasil'tsova N.N., ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1548-5608>

Panova A.S., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0556-0552>

Petrov V.N., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3270-8412>

Danilenko A.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3214-2794>

Svyatchenko S.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4573-5783>

Onkhonova G.S., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1547-1708>

Ryzhikov A.B., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7009-0748>

Marchenko V.Yu., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1339-6732>

Грипп является серьезной эпидемиологической и эпизоотологической проблемой во всем мире. Наибольшую опасность для сельского хозяйства и общественного здравоохранения представляют вирусы гриппа А (ВГА), относящиеся к роду *Alphainfluenzavirus*. Ввиду наибольшего распространения и способности инфицировать широкий круг хозяев ВГА способны вызывать пандемии и масштабные эпизоотии. Природными резервуарами ВГА являются дикие перелетные птицы, преимущественно представители отрядов гусеобразных (*Anseriformes*) и ржанкообразных (*Charadriiformes*) [1, 2].

Различные комбинации поверхностных гликопротеинов (18 подтипов гемагглютинина [НА] и 11 подтипов нейраминидазы [НА]), способность к реассортации вследствие наличия сегментированного генома, а также высокая скорость возникновения мутаций обеспечивают быструю изменчивость вирусов гриппа и, как следствие, адаптацию к широкому кругу хозяев [3, 4]. Однако, несмотря на разнообразие вариантов вируса гриппа, циркулирующих среди животных и птиц, преодолевать межвидовой барьер и вызывать заболевание человека способны лишь определенные подтипы ВГА. Таковыми являются вирусы подтипов H5 и H7, которые начиная с 1959 г. стали причиной большого количества случаев заболевания людей по всему миру, более 1000 из которых имели летальный исход. Кроме того, данные подтипы являются причиной вспышек болезни и гибели по меньшей мере 422 млн домашних птиц с 2005 г. [5, 6].

Высокопатогенный вирус гриппа птиц (ВПВГП) А(H5N1), несущий гемагглютинин генетической линии Gs/Gd, впервые был детектирован в Китае в 1996 г. В 1997 г. в Гонконге ВПВГП А(H5N1), имеющий НА линии Gs/Gd, стал причиной крупнейших вспышек среди птиц и первых зарегистрированных случаев заражения людей, в том числе с летальным исходом. Дальнейшая эволюция вирусов, несущих НА линии Gs/Gd, привела к формированию множества генетических клад и сопровождалась реассортацией сегментов генома с различными низкопатогенными вирусами гриппа. Случаи инфицирования людей, близко контактирующих с зараженной птицей, продолжали периодически регистрироваться. Так, за период с 2003 по 21 декабря 2023 г. Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) в мире зарегистрировано 882 случая заболевания людей высоко-

патогенным гриппом птиц (ВПГП) А(H5N1), из них 461 случай – с летальным исходом, при этом большинство случаев инфицирования и гибели людей зарегистрировано до 2016 г. [7, 8].

Циркулирующий в настоящее время новый вариант ВПВГП А(H5N1) линии Gs/Gd из клады 2.3.4.4b, впервые выявленный в 2020 г., распространился по всему миру с перелетными птицами, нанеся серьезный урон сельскому хозяйству во многих странах [9–11].

Эволюция ВГА, обусловленная накоплением точечных мутаций или реассортацией сегментов генома, может приводить к изменению антигенных свойств вируса, его репликативной активности, трансмиссивности, тканевого тропизма и видоспецифичности [12]. Так, в марте 2013 г. в Китае были зарегистрированы первые случаи заражения людей новым вирусом А(H7N9), который появился в результате последовательных двухэтапных реассортаций вирусов среди диких птиц. При этом большинство зоонозных изолятов А(H7N9) приобрели способность связываться не только с $\alpha 2,3$ -сиаловыми рецепторами птиц, но и с $\alpha 2,6$ -сиаловыми рецепторами человека, результатом чего стало инфицирование 1568 человек в Китае с летальностью порядка 40 % [13, 14].

Вызывает опасение возросшее в последнее время число случаев инфицирования млекопитающих вирусом гриппа А(H5N1), что может свидетельствовать о постепенной адаптации вируса. В качестве иллюстрации потенциально катастрофических последствий циркуляции А(H5N1) в животном мире можно привести вспышки на норковой ферме в Испании [15], распространение вируса в Латинской Америке и массовый падеж морских львов в Аргентине [16]. Свидетельством уверенного проникновения вируса в самые удаленные районы являются первый случай гибели полярного медведя в г. Уткигвик на севере Аляски [17] и обнаружение вируса у млекопитающих (морских слонов и котиков) и птиц (бурых поморников) в Южной Георгии – субантарктической заморской территории Великобритании, расположенной в южной части Атлантического океана [18].

Вспышки на норковой ферме в Испании заслуживают особого внимания, поскольку передача вируса происходила от животного к животному. Секвенирование вирусов, выделенных от заболевших норок, показало наличие ряда изменений, в том числе мутацию T271A в гене *PB2*, повышающую

полимеразную активность в клетках млекопитающих [19].

Все вышесказанное вызывает значительные опасения относительно вероятности возникновения новой пандемии гриппа в человеческой популяции. Подтверждением тому служат зарегистрированные случаи ограниченной передачи вируса гриппа птиц от человека к человеку [20] и высокая степень летальности при инфицировании людей высокопатогенными вариантами ВГА А(Н5N1) и А(Н7N9) [5]. В связи с этим становится очевидной необходимость постоянного комплексного мониторинга высокопатогенного вируса гриппа, включающего в себя сбор и анализ информации о циркулирующих в настоящее время и зарегистрированных ранее вариантах вируса. Полученные данные позволят спрогнозировать эпидемиологическую и эпизоотологическую ситуацию, оценив возможные пути распространения высокопатогенных вирусных вариантов.

Данная работа посвящена анализу циркуляции наиболее важных в эпидемиологическом значении вариантов вируса гриппа птиц в России и мире за 2023 г.

Ситуация по высокопатогенному гриппу птиц в мире. В 2023 г. эпизоотологическая ситуация по ВППП была напряженной. Вирусом были инфицированы 150 видов птиц и десятки видов млекопитающих [21]. Большинство случаев заболеваний среди дикой и домашней птицы вызвано вирусами гриппа подтипа А(Н5N1) клады 2.3.4.4b. Вспышки регистрировались в течение всего года во многих странах Европы, Азии, Африки, Северной и Южной Америки.

По данным WAHIS (World Animal Health Information System), в 2023 г. зарегистрировано более 650 вспышек среди сельскохозяйственной птицы на территории 29 стран, в результате чего погибло или было уничтожено около 19 млн птиц [16, 22]. Большинство вспышек классифицированы как первичные, без вторичного распространения. В начале 2023 г. на юго-западе Франции зарегистрировано 85 вспышек среди уток-мулардов для производства фуа-гра, при этом в 24 хозяйствах отмечена повышенная смертность [23]. Во второй половине 2023 г. большинство вспышек ВППП среди домашней птицы были спорадическими, причем значительная их часть приходилась на Великобританию [24]. Кроме того, в течение года отмечены случаи бессимптомного носительства. В качестве примера такого варианта событий можно привести ситуацию в Италии, во время которой высокопатогенный вирус гриппа был обнаружен у бройлеров только во время тестирования перед отправкой на бойню [25].

В 2023 г. наблюдался высокий уровень заболеваемости гриппом среди диких птиц – порядка 3 тыс. вспышек на территории 65 стран [16]. Эпизоотия гриппа среди диких птиц в 2023 г. превзошла показатели заболеваемости предыдущего года по общему числу выявлений ВППП. Заболеванию преиму-

щественно были подвержены черноголовые чайки (*Ichthyaetus melanocephalus*), массовый падеж которых наблюдался в 22 странах Европы: во Франции, Австрии, Великобритании, Бельгии, Дании, Нидерландах, Венгрии, Италии, Ирландии, Испании и др. Кроме того, от гриппа в значительной мере пострадали другие виды чаек и крачек, при этом наблюдалась повышенная смертность как взрослых, так и молодых особей [23]. В первой половине года зарегистрированы массовые случаи гибели перуанского пеликана (*Pelecanus thagus*) в Чили. В течение всего года регистрировался массовый падеж сапсанов (*Falco peregrinus*) в странах Европы, Азии, Северной и Южной Америки. В конце года гриппу в наибольшей степени были подвержены обыкновенные журавли (*Grus grus*), летальные случаи которых отмечены в нескольких европейских странах. От высокопатогенного вируса гриппа также пострадали многие виды диких птиц, находящиеся под угрозой исчезновения, такие как очковый пингвин (*Spheniscus demersus*), японский журавль (*Grus japonensis*), мандаринка (*Aix galericulata*), орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla*), сапсан (*Falco peregrinus*), тундровый лебедь (*Cygnus columbianus bewickii*) и др. [16].

Вспышки среди диких птиц регистрировались по большей части вдоль береговой линии прибрежных стран, однако часто мертвых животных находили внутри континента. Поскольку колонии гнездящихся диких птиц перемещаются вглубь суши и могут пересекать районы птицеводства, риск заражения ВППП домашней птицы возрастает, особенно в летний период, когда птицы первого года жизни покидают гнездовые колонии [26].

В 2023 г. зафиксировано более 16 тыс. случаев выявления вируса гриппа А(Н5N1) среди млекопитающих, преимущественно на территории стран Европы и Северной Америки [16].

Летом 2023 г. вирус А(Н5N1) выявлен на 26 зверофермах Финляндии. Среди пораженных животных – американские норки (*Neovison vison*), обыкновенные лисы (*Vulpes vulpes*) и песцы (*Vulpes lagopus*), а также енотовидные собаки (*Nyctereutes procyonoides*). Наиболее вероятным источником заражения был контакт с чайками. Лишь немногие из ферм сообщили о смертности (три фермы) и клинических признаках (две фермы), что указывает на возможное бессимптомное течение заболевания [24].

Среди диких животных большинство случаев заражения гриппом также пришлось на обыкновенных лис (*Vulpes vulpes*) и песцов (*Vulpes lagopus*), гибель которых регистрировалась в Канаде, США, Бельгии, Финляндии, Нидерландах, Норвегии, Франции, Германии, Латвии, Словении и Ирландии. На территории этих стран регистрировались случаи заболевания енотов (*Procyon lotor*), пум (*Puma concolor*), рысей (*Lynx rufus*), скунсов (*Mephitis mephitis*), хорьков (*Mustela putorius*), американских норок (*Neovison vison*), енотовидных собак (*Nyctereutes procyonoides*), обыкновенных выдр (*Lutra lutra*), соболей (*Martes*

zibellina), лесных и американских куниц (*Martes martes*, *Martes americana*). На территории США зарегистрирован случай инфицирования барибала (*Ursus americanus*) и впервые в мире – случай гибели полярного медведя (*Ursus maritimus*) от вируса A(H5N1) [16, 17].

В 2023 г. получены данные об инфицировании вирусами гриппа A(H5N1) морских млекопитающих. Зарегистрированы массовый падеж морских львов (*Otaria flavescens*) в Чили и Аргентине, случаи заболевания южных морских слонов (*Mirounga leonina*) и южноамериканских морских котиков (*Arctocephalus australis*) в Аргентине, обыкновенного тюленя – в США и Дании (*Phoca vitulina*), северных морских котиков (*Callorhinus ursinus*) – в России [16].

В Польше, США и Южной Корее зарегистрированы случаи заболевания гриппом A(H5N1) домашних кошек [27–29]. У пораженных животных наблюдались неврологические и респираторные признаки заболевания, иногда смертность. Все выделенные от кошек вирусы генетически схожи с ВПВГП, выявленными у домашних и диких птиц с октября 2022 по январь 2023 г. По-прежнему существует неопределенность в отношении возможного источника инфекции, и до сих пор не сообщалось о передаче инфекции от кошки к кошке или от кошки к человеку.

Следует отметить, что около 50 % охарактеризованных вирусов гриппа A(H5N1), вызвавших заболевания и гибель животных, содержали в белке PB2 хотя бы один из молекулярных маркеров адаптации вирусов к млекопитающим: E627K, D701N, T271A или K526R [22–26].

В эпидемиологическом плане в 2023 г. ситуация по высокопатогенному гриппу птиц также была неблагоприятной. Зарегистрирован рост числа случаев заражения людей различными вариантами зоонозного вируса гриппа, а также отмечено расширение географии распространения вирусов ВПГП.

В 2023 г. случаи заражения людей вирусами ВПГП A(H5N1) отмечены в Камбодже (6), Чили (1), Китае (1) и Великобритании (4). Большинство случаев связаны с преобладающей в мире кладой 2.3.4.4b, но случаи в Камбодже – с местной кладой 2.3.2.1c, и только в Камбодже зарегистрированы летальные исходы, число которых к концу года возросло до четырех [30]. Как показал опрос 208 человек в провинции Прейвэнг в юго-восточной части Камбоджи, из которых 56,7 % были фермерами и 68,3 % разводили кур, 23 % готовили для своих семей больную и мертвую птицу и только 49 % сообщали о заболеваемости птиц местным властям [31].

Случай заражения человека в Чили стал первым в этой стране и вторым в Южной Америке после случая инфицирования 9-летней девочки в Эквадоре в конце 2022 г. Прибрежный чилийский город Токопилла, где произошел случай, находится в области Антофагаста, в которой ранее отмечалась связанная с птичьим гриппом гибель морских львов и птиц [32].

О случае заражения вирусом A(H5N1) в Китае известно, что 52-летняя пациентка переболела гриппом птиц A(H5N1) и COVID-19 одновременно, это первый известный случай коинфицирования обоими вирусами [33].

Отдельного упоминания заслуживают четыре бессимптомных случая в Великобритании. Отмечено, что их выявление может быть следствием как заражения, так и контаминации верхних дыхательных путей в результате вдыхания материала из окружающей среды [34]. Аналогичные доводы об отсутствии подлинного заражения формулировались и ранее, применительно к случаям в США [35] и Испании в 2022 г. [36].

Помимо ВПГП A(H5N1), в Китае выявлен случай заболевания человека гриппом A(H3N8). Вирусом заразилась 56-летняя женщина из провинции Гуандун, став первым инфицированным взрослым и первым погибшим по причине заражения данным вирусом. Известно, что до болезни она контактировала с живой домашней птицей и имела многочисленные сопутствующие заболевания [37]. Впервые вирус A(H3N8) был подтвержден в 2022 г. у двоих детей 4–5 лет в центральной части Китая [38, 39].

В Китае регулярно регистрируются случаи заболевания гриппом A(H5N6). С момента обнаружения первых заболевших в 2014 г. и на текущий момент зарегистрировано 89 случаев заболевания людей (из 90 случаев в мире), 35 из которых завершились летальным исходом [40]. Если в 2022 г. отмечено 18 случаев заражения [41], то в 2023 г. – 8, что существенно меньше рекордных 36 случаев, зарегистрированных в 2021 г. [42].

В 2023 г. в Китае также зафиксировано 9 случаев заражения вирусом гриппа птиц A(H9N2) [43] (в 2022 г. – 15 в Китае и 1 в Камбодже [41]). Вирусы гриппа A(H9N2) циркулируют среди домашней птицы в ряде стран Азии. У людей инфекция обычно протекает легко, чаще болеют дети, особенно контактирующие с домашней птицей. За все время наблюдения (1998–2023 гг.) установлено 130 случаев заражения людей в восьми странах [43].

Кроме того, в 2023 г. в Китае зарегистрирован первый случай инфицирования человека вирусом A(H10N5) [44]. У заболевшей 63-летней женщины были многочисленные сопутствующие патологии. Болезнь сопровождалась коинфекцией вирусом сезонного гриппа A(H3N2) и тяжелой пневмонией, в результате чего пациентка скончалась. Передачи вируса A(H10N5) от человека к человеку не наблюдалось. Генетический анализ показал, что, несмотря на коинфицирование вирусом A(H3N2), все гены выделенного от погибшей пациентки вируса A(H10N5) имеют птичье происхождение, что исключает реассортацию между двумя вирусами [45].

Ситуация по высокопатогенному гриппу птиц в России. Для контроля распространения гриппа птиц на территории Российской Федерации организова-

на система мониторинга, регламентируемая приказом Руководителя Роспотребнадзора от 30.09.2013 № 714 «Об организации мониторинга за циркуляцией вирусов гриппа птиц», а также приказом от 04.08.2016 № 842 «Об организации опорных баз по мониторингу за вирусом гриппа с пандемическим потенциалом». В данной программе участвуют ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора и 48 региональных учреждений Роспотребнадзора, деятельность которых регулируют три опорных базы, находящиеся в Краснодарском крае, Новосибирской области и Хабаровском крае. Сбор образцов от людей и животных обеспечивают медицинские учреждения и ветеринарная служба, затем материал отправляется в региональную опорную базу для дифференциальной диагностики. Все пробы, в которых выявлена РНК вируса гриппа А, направляются в ГНЦ ВБ «Вектор» для изоляции и дальнейшего изучения свойств вирусов.

Всего в 2023 г. в рамках данной программы мониторинга за вирусом гриппа птиц совместно с региональными учреждениями Роспотребнадзора собрано и обследовано 9698 образцов биоматериала, из них 2348 образцов от диких птиц, 213 – от свиней, 8 – от морских млекопитающих, 1482 – от домашних птиц и 5647 – от людей, по роду своей деятельности контактирующих с дикой или домашней птицей, включая 3654 пробы сывороток крови.

В 2023 г. на территории России отмечено широкое распространение высокопатогенного вируса гриппа А(Н5N1) клады 2.3.4.4b. В ходе мониторинга в первом квартале 2023 г. зарегистрированы вспышки на частных подворьях в Камчатском и Ставропольском краях и Белгородской области. Во втором квартале зарегистрированы вспышки среди диких и домашних птиц на территориях Амурской, Астраханской, Владимирской, Ивановской, Калининградской, Кировской, Магаданской, Тверской, Смоленской, Нижегородской, Ярославской областей, г. Москвы, республик Калмыкия, Коми, Марий Эл, Удмуртской Республики. При этом в большинстве регионов зарегистрированы вспышки среди диких птиц, в основном представителей семейства чайковых (*Laridae*).

В третьем квартале 2023 г. вспышки продолжились регистрироваться на территориях Пермского края, Удмуртской Республики, Нижегородской, Мурманской, Вологодской, Владимирской, Сахалинской областей, республик Коми, Башкортостан и Татарстан. Основное количество вспышек зафиксировано среди диких птиц, однако в третьем квартале вирус гриппа выделялся также во время вспышек на птицефабриках. Стоит особо отметить вспышку среди морских котиков, зарегистрированную в августе 2023 г. на территории Сахалинской области. По результатам исследований, все зарегистрированные вспышки вызваны высокопатогенным вирусом гриппа А(Н5N1) клады 2.3.4.4b.

В четвертом квартале 2023 г. повторные вспышки зарегистрированы на птицефабрике в Республике Коми.

Таким образом, в 2023 г. наблюдалось наиболее масштабное за последние годы географическое распространение ВПВГП на территории Российской Федерации.

При исследовании антигенных свойств выделенных в 2023 г. штаммов А(Н5N1) в реакции торможения гемагглютинации (РТГА) с использованием референс-антигенов и сывороток, полученных на кандидатные вакцинные штаммы, рекомендованные ВОЗ, а также на штаммы, циркулирующие в России, и эритроцитов индюка показано, что выявленные вирусы гриппа А(Н5N1) проявляют высокую степень антигенного родства с кандидатным вакцинным штаммом А/Astrakhan/3212/2020 (H5N8) клады 2.3.4.4b (таблица). При этом сыворотки крови хорьков, полученные на штаммы из различных генетических подгрупп клады 2.3.4.4b, циркулировавших в России в 2022 г. (рисунок), характеризовались различной степенью перекрестной реактивности с вирусами, выделенными в 2023 г. Так, сыворотка крови, полученная на штамм А/dalmatian pelican/Astrakhan/213-2V/2022, хорошо реагировала с 58,6 % исследованных вирусов. Перекрестная реактивность сыворотки крови на штамм А/chicken/Khabarovsk/24-1V/2022 была лучше. Данная сыворотка хорошо реагировала с 93,1% исследованных изолятов 2023 г. Взаимодействие исследуемого вируса с сывороткой считалось удовлетворительным, если титр в РТГА был меньше гомологичного титра сыворотки не более чем в 4 раза.

Проведенный филогенетический анализ гена НА показал, что все проанализированные в 2023 г. в ГНЦ ВБ «Вектор» высокопатогенные вирусы гриппа птиц А(Н5N1) относились к кладе 2.3.4.4b и генетически близки рекомендованным ВОЗ кандидатным вакцинным штаммам А/Astrakhan/3212/2020 (H5N8), А/chicken/Ghana/AVL-763_21VIR7050-39/2021 (H5N1) и А/American Wigeon/South Carolina/22-000345-001/2021 (H5N1) ВОЗ (рисунок).

Таким образом, циркулирующие в настоящее время в России ВПВГП генетически соответствуют предложенным ВОЗ кандидатным вакцинным штаммам А/Astrakhan/3212/2020 (H5N8), А/chicken/Ghana/AVL-763_21VIR7050-39/2021 (H5N1) и А/American Wigeon/South Carolina/22-000345-001/2021 (H5N1).

По результатам исследований рецепторной специфичности циркулирующих вирусов с помощью метода биослойной интерферометрии и расчета равновесных констант диссоциации с клеточными рецепторами так называемого «птичьего» типа (3'-Sialyl-N-acetyllactosamine) и «человеческого» типа (6'-Sialyl-N-acetyllactosamine) показано, что все проанализированные нами в 2023 г. вирусы гриппа А(Н5N1) имеют доминирующую специфичность к рецепторам типа $\alpha 2,3$, что указывает на низкую степень риска распространения данных вариантов среди людей. Тем не менее высокая частота выявления вирусов гриппа А(Н5N1) клады 2.3.4.4b у млекопитающих в 2023 г. подчеркивает необходимость

Результаты РТГА с вирусами гриппа А(H5Nх) клады 2.3.4.4 с использованием эритроцитов индюка
Results of hemagglutination inhibition reaction with A(H5Nх) viruses, clade 2.3.4.4, using turkey red blood cells

Вирусы Viruses	Подтип Subtype	Клада Clade	Референс-сыворотка хорька Reference ferret serum						
			A/gyrfalcon/ Washington/ 41088-6/2014	A/Astrakhan/ 3212/2020	A/chicken/ Vietnam/ NCVD-15A59/ 2015	A/dalmatian pelican/ Astrakhan/ 213-2V/2022	A/chicken/ Khabarovsk/ 24-1V/2022	A/gull/Mari EI/ 340-1V/2023	A/gull/ Udmurtia/ 342-8V/2023
			2.3.4.4c	2.3.4.4b	2.3.4.4f	2.3.4.4b	2.3.4.4b	2.3.4.4b	2.3.4.4b
Референс-антиген / Reference antigen									
A/gyrfalcon/Washington/41088-6/2014	H5N8	2.3.4.4c	160	160	160	160	80	40	160
A/Astrakhan/3212/2020	H5N8	2.3.4.4b	80	80	80	80	160	40	160
A/chicken/Vietnam/NCVD-15A59/2015	H5N6	2.3.4.4f	80	80	160	80	160	10	40
A/dalmatian pelican/Astrakhan/213-2V/2022	H5N1	2.3.4.4b	160	320	160	160	320	80	320
A/chicken/Khabarovsk/24-1V/2022	H5N1	2.3.4.4b	<10	20	<10	40	320	80	80
A/gull/Mari EI/340-1V/2023	H5N1	2.3.4.4b	20	40	40	40	80	40	40
A/gull/Udmurtia/342-8V/2023	H5N1	2.3.4.4b	80	80	80	80	160	40	80
Исследуемый антиген / Antigen under study									
A/dalmatian pelican/Kalmykia/330-10V/2023	H5N1	2.3.4.4b	80	80	80	80	160	40	80
A/great cormorant/ Kalmykia/330-12V/2023	H5N1	2.3.4.4b	80	80	40	40	80	40	80
A/chicken/Kaliningrad/333-1V/2023	H5N1	2.3.4.4b	80	80	80	40	160	40	80
A/chicken/Kaliningrad/333-2V/2023	H5N1	2.3.4.4b	40	80	40	40	80	40	40
A/gull/Mari EI/340-2V/2023	H5N1	2.3.4.4b	20	40	40	20	80	40	40
A/gull/Udmurtia/342-1V/2023	H5N1	2.3.4.4b	10	20	10	20	40	20	20
A/gull/Udmurtia/342-2V/2023	H5N1	2.3.4.4b	40	40	40	40	80	40	40
A/gull/Udmurtia/342-4V/2023	H5N1	2.3.4.4b	40	40	20	20	80	20	40
A/gull/Udmurtia/342-5V/2023	H5N1	2.3.4.4b	160	320	160	80	320	80	160
A/gull/Udmurtia/342-7V/2023	H5N1	2.3.4.4b	40	80	40	40	80	40	80
A/gull/Kaluga/344-1V/2023	H5N1	2.3.4.4b	80	80	80	40	80	40	40
A/gull/Kaliningrad/350-4V/2023	H5N1	2.3.4.4b	40	40	40	40	80	40	40
A/gull/Mari EI/345-3V/2023	H5N1	2.3.4.4b	20	40	20	20	80	20	20
A/gull/Mari EI/345-4V/2023	H5N1	2.3.4.4b	40	80	40	40	80	40	40
A/gull/Mari EI/345-5V/2023	H5N1	2.3.4.4b	40	80	40	40	80	40	40
A/gull/Mari EI/345-6V/2023	H5N1	2.3.4.4b	10	20	10	20	80	20	20
A/gull/Mari EI/345-7V/2023	H5N1	2.3.4.4b	10	20	10	20	40	10	10
A/gull/Kirov/347-2V/2023	H5N1	2.3.4.4b	80	80	80	40	80	40	80
A/gull/Moscow/349-1V/2023	H5N1	2.3.4.4b	40	80	40	80	80	80	80
A/gull/Kaliningrad/350-6V/2023	H5N1	2.3.4.4b	40	80	40	40	80	40	40
A/common quail/Ivanovo/351-1V/2023	H5N1	2.3.4.4b	40	80	40	40	160	40	40
A/common quail/Ivanovo /351-2V/2023	H5N1	2.3.4.4b	40	40	20	20	80	20	20
A/gull/Komi/353-2V/2023	H5N1	2.3.4.4b	20	40	20	20	80	40	40
A/gull/Komi/353-3V/2023	H5N1	2.3.4.4b	20	40	20	20	80	20	20
A/gull/Komi/353-5V/2023	H5N1	2.3.4.4b	40	80	40	40	80	40	40
A/gull/Mari EI/354-8V/2023	H5N1	2.3.4.4b	20	40	20	20	80	20	20
A/gull/Mari EI/354-9V/2023	H5N1	2.3.4.4b	20	40	20	20	80	40	40
A/gull/Yaroslavl/357-9V/2023	H5N1	2.3.4.4b	40	40	40	40	80	40	40
A/gull/Smolensk/358-5V/2023	H5N1	2.3.4.4b	20	40	20	20	80	20	20

проведения тщательного мониторинга за циркулирующими штаммами с целью своевременного выявления изменений свойств вируса, потенциально способных влиять на его адаптацию к новым хозяевам. При этом диагностику на ВППП стоит проводить не только в случаях падежа птиц, но и в случаях заболевания и гибели таких млекопитающих, как лисы, песцы и др.

В результате исследования биоматериала от людей, собранного в 2023 г., РНК вирусов гриппа птиц, в том числе H5, H7, H9-подтипа, не выявлено.

Прогноз развития ситуации по гриппу птиц в России. Исходя из результатов анализа полученных данных, становится очевидным, что в 2023 г. ситуация по высокопатогенному гриппу в России была особенно напряженной. Вспышки среди дикой



Филогенетическое дерево гена НА штаммов вируса гриппа А(Н5Nx) клады 2.3.4.4b. Штаммы, выделенные в России в 2023 г., отмечены синим цветом. Штаммы, выделенные в России ранее, – фиолетовым. Кандидатные вакцинные штаммы выделены красным. Черными ромбами отмечены референс-штаммы, на которые получены сыворотки крови хорьков, использовавшиеся в РПГА. Филогенетическое дерево построено с использованием метода максимального правдоподобия

Phylogenetic tree depicting the HA gene of A(H5Nx) influenza virus strains, clade 2.3.4.4b. Newly characterized viruses isolated in Russia in 2023 are indicated by blue color. Viruses previously isolated in Russia – by purple color. Candidate vaccine strains are marked by red. Black rhombuses indicate reference strains for which ferret blood sera were obtained and used in hemagglutination inhibition test. The phylogenetic tree was constructed using the maximum likelihood estimation

и сельскохозяйственной птицы, вызванные вирусами гриппа А(Н5N1) клады 2.3.4.4b, зарегистрированные в 2023 г. в 25 регионах Российской Федерации, свидетельствуют о возможном сохранении некоторых вариантов вируса на территории России, а также заносе на территорию нашей страны новых вариантов.

Если говорить о возможных прогнозах распространения ВПВП, то в настоящее время имеются данные о продолжающихся вспышках ВПВП в странах Европы, Африки и Юго-Восточной Азии в местах зимовки диких перелетных птиц. Учитывая высокие риски распространения вирусов А(Н5Nx) с

дикиими перелетными птицами, можно предположить повторный занос возбудителя вдоль Черноморского-Средиземноморского пролетного пути, который охватывает густонаселенные промышленные регионы европейской части России, где сосредоточены крупные птицеводческие предприятия. Традиционным началом миграции птиц в эти районы является март, затем птицы перемещаются к местам гнездования в полярных широтах России. Поэтому в весенний период 2024 г. возможен повторный занос вирусов А(Н5N1) дикими птицами в регионы Южного федерального округа.

Можно предположить, что дальнейшее развитие ситуации по высокопатогенному вирусу гриппа во многом будет зависеть от комплекса своевременно принятых соответствующими службами противоэпизоотических и противоэпидемических мер, которые должны быть направлены на недопущение дальнейшего распространения вируса и снижение риска инфицирования людей.

Результаты наших исследований позволяют сделать предположение о том, что в 2024 г. известные в настоящий момент варианты вируса гриппа птиц не окажут значительного влияния на заболеваемость людей, и при соблюдении противоэпизоотических правил в местах вспышек ожидать случаев заболевания человека не приходится.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта финансовых/нефинансовых интересов, связанных с написанием статьи.

Финансирование. Исследование проводилось в рамках выполнения государственного задания ФБУН Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора.

References / Список литературы

- Olsen B., Munster V.J., Wallensten A., Waldenström J., Osterhaus A.D.M.E., Fouchier R.A.M. Global patterns of influenza A virus in wild birds. *Science*. 2006; 312(5772):384–8. DOI: 10.1126/science.1122438.
- Webster R.G., Bean W.J., Gorman O.T., Chambers T.M., Kawaoka Y. Evolution and ecology of influenza A viruses. *Microbiol Rev*. 1992; 56(1):152–79. DOI: 10.1128/mr.56.1.152-179.1992.
- Manrubia S.C., Escarmis C., Domingo E., Lázaro E. High mutation rates, bottlenecks, and robustness of RNA viral quasispecies. *Gene*. 2005; 347(2):273–82. DOI: 10.1016/j.gene.2004.12.033.
- Xie R., Edwards K.M., Wille M., Wei X., Wong S.S., Zanin M., El-Shesheny R., Ducatez M., Poon L.L.M., Kayali G., Webby R.J., Dhanasekaran V. The episodic resurgence of highly pathogenic avian influenza H5 virus. *Nature*. 2023; 622(7984):810–7. DOI: 10.1038/s41586-023-06631-2.
- Shi J., Zeng X., Cui P., Yan C., Chen H. Alarming situation of emerging H5 and H7 avian influenza and effective control strategies. *Emerg. Microbes Infect.* 2023; 12(1):2155072. DOI: 10.1080/22221751.2022.2155072.
- Szablewski C.M., Iwamoto C., Olsen S.J., Greene C.M., Duca L.M., Davis C.T., Coggeshall K.C., Davis W.W., Emukule G.O., Gould P.L., Fry A.M., Wentworth D.E., Dugan V.G., Kile J.C., Azziz-Baumgartner E. Reported global avian influenza detections among humans and animals during 2013–2022: Comprehensive review and analysis of available surveillance data. *JMIR Public Health Surveill.* 2023; 9:e46383. DOI: 10.2196/46383.
- Cumulative number of confirmed human cases for avian influenza A(H5N1) reported to WHO, 2003–2023, 21 December 2023. (Cited 25 Jan 2024). [Internet]. Available from: [https://www.who.int/publications/m/item/cumulative-number-of-confirmed-human-cases-for-avian-influenza-a\(h5n1\)-reported-to-who--2003-2023-21-december-2023](https://www.who.int/publications/m/item/cumulative-number-of-confirmed-human-cases-for-avian-influenza-a(h5n1)-reported-to-who--2003-2023-21-december-2023).

- Krammer F., Schultz-Cherry S. We need to keep an eye on avian influenza. *Nat. Rev. Immunol.* 2023; 23(5):267–8. DOI: 10.1038/s41577-023-00868-8.
- Herfst S., Begeman L., Spronken M.I., Poen M.J., Eggink D., de Meulder D., Lexmond P., Bestebroer T.M., Koopmans M.P.G., Kuiken T., Richard M., Fouchier R.A.M. A Dutch highly pathogenic H5N6 avian influenza virus showed remarkable tropism for extra-respiratory organs and caused severe disease but was not transmissible via air in the ferret model. *mSphere*. 2023; 8(4):e0020023. DOI: 10.1128/msphere.00200-23.
- Marandino A., Tomás G., Panzera Y., Leizagoyen C., Pérez R., Bassetti L., Negro R., Rodríguez S., Pérez R. Spreading of the high-pathogenicity avian influenza (H5N1) virus of clade 2.3.4.4b into Uruguay. *Viruses*. 2023; 15(9):1906. DOI: 10.3390/v15091906.
- Charostad J., Rezaei Zadeh Rukerd M., Mahmoudvand S., Bashash D., Hashemi S.M.A., Nakhaie M., Zandi K. A comprehensive review of highly pathogenic avian influenza (HPAI) H5N1: An imminent threat at doorstep. *Travel Med. Infect. Dis.* 2023; 55:102638. DOI: 10.1016/j.tmaid.2023.102638.
- Liang Y. Pathogenicity and virulence of influenza. *Virulence*. 2023; 14(1):2223057. DOI: 10.1080/21505594.2023.2223057.
- He D., Gu J., Gu M., Wu H., Li J., Zhan T., Chen Y., Xu N., Ge Z., Wang G., Hao X., Wang X., Hu J., Hu Z., Hu S., Liu X., Liu X. Genetic and antigenic diversity of H7N9 highly pathogenic avian influenza virus in China. *Infect. Genet. Evol.* 2021; 93:104993. DOI: 10.1016/j.meegid.2021.104993.
- Xu R., de Vries R.P., Zhu X., Nycholat C.M., McBride R., Yu W., Paulson J.C., Wilson I.A. Preferential recognition of avian-like receptors in human influenza A H7N9 viruses. *Science*. 2013; 342(6163):1230–5. DOI: 10.1126/science.1243761.
- Kupferschmidt K. Bird flu spread between mink is a ‘warning bell’. *Science*. 2023; 379(6630):316–7. DOI: 10.1126/science.adg8342.
- WAHIS. Quantitative data dashboard. (Cited 25 Jan 2024). [Internet]. Available from: <https://wahis.woah.org/#/dashboards/qd-dashboard>.
- Alaska Beacon. Avian influenza death of Alaska polar bear is a global first and a sign of the virus’ persistence. (Cited 25 Jan 2024). [Internet]. Available from: <https://alaskabeacon.com/2023/12/30/avian-influenza-death-of-alaska-polar-bear-is-a-global-first-and-a-sign-of-the-virus-persistence/>.
- GOV.UK. Press release. Bird flu found in mammals in the sub-Antarctic for the first time. (Cited 25 Jan 2024). [Internet]. Available from: <https://www.gov.uk/government/news/bird-flu-found-in-mammals-in-the-sub-antarctic-for-the-first-time>.
- Agüero M., Monne I., Sánchez A., Zecchin B., Fusaro A., Ruano M.J., Del Valle Arrojo M., Fernández-Antonio R., Souto A.M., Tordable P., Cañas J., Bonfante F., Giussani E., Terregino C., Orejas J.J. Highly pathogenic avian influenza A(H5N1) virus infection in farmed minks, Spain, October 2022. *Euro Surveill.* 2023; 28(3):2300001. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2023.28.3.2300001.
- Centers for Disease Control and Prevention. Past examples of probable limited, non-sustained, person-to-person spread of avian influenza A viruses. (Cited 05 Feb 2024). [Internet]. Available from: <https://www.cdc.gov/flu/avianflu/h5n1-human-infections.htm>.
- WCSNewsroom. Urgent message from WCS as the avian influenza virus threatens wildlife across the globe. (Cited 25 Jan 2024). [Internet]. Available from: <https://newsroom.wcs.org/News-Releases/articleType/ArticleView/articleId/21910/Urgent-Message-from-WCS-as-the-Avian-Influenza-Virus-Threatens-Wildlife-Across-the-Globe.aspx>.
- European Food Safety Authority, European Centre for Disease Prevention and Control, European Union Reference Laboratory for Avian Influenza; Adlhoch C., Fusaro A., Gonzales J.L., Kuiken T., Mirinavičiūtė G., Niqueux E., Stahl K., Staubach C., Terregino C., Broglia A., Kohnle L., Baldinelli F. Avian influenza overview March–April 2023. *EFSA J.* 2023; 21(6):e08039. DOI: 10.2903/j.efsa.2023.8039.
- European Food Safety Authority, European Centre for Disease Prevention and Control, European Union Reference Laboratory for Avian Influenza; Adlhoch C., Fusaro A., Gonzales J.L., Kuiken T., Melidou A., Mirinavičiūtė G., Niqueux E., Stahl K., Staubach C., Terregino C., Baldinelli F., Broglia A., Kohnle L. Avian influenza overview April–June 2023. *EFSA J.* 2023; 21(7):e08191. DOI: 10.2903/j.efsa.2023.8191.
- European Food Safety Authority, European Centre for Disease Prevention and Control, European Union Reference Laboratory for Avian Influenza; Adlhoch C., Fusaro A., Gonzales J.L., Kuiken T., Mirinavičiūtė G., Niqueux E., Staubach C., Terregino C., Baldinelli F., Rusinà A., Kohnle L. Avian influenza overview June–September 2023. *EFSA J.* 2023; 21(10):e08328. DOI: 10.2903/j.efsa.2023.8328.
- European Food Safety Authority, European Centre for Disease Prevention and Control, European Union Reference Laboratory for Avian Influenza; Adlhoch C., Fusaro A., Gonzales J.L., Kuiken T., Mirinavičiūtė G., Niqueux E., Stahl K., Staubach C., Terregino C., Willgert K., Baldinelli F., Chuzhakina K., Delacourt R.,

- Georganas A., Georgiev M., Kohnle L. Avian influenza overview September-December 2023. *EFSA J.* 2023; 21(12):e8539. DOI: 10.2903/j.efsa.2023.8539.
26. European Food Safety Authority; European Centre for Disease Prevention and Control; European Union Reference Laboratory for Avian Influenza; Adlhoeh C., Fusaro A., Gonzales J.L., Kuiken T., Marangon S., Mirinaviciute G., Niqueux E., Stahl K., Staubach C., Terregino C., Broglia A., Baldinelli F. Avian influenza overview December 2022 – March 2023. *EFSA J.* 2023; 21(3):e07917. DOI: 10.2903/j.efsa.2023.7917.
27. Rabalski L., Milewska A., Pohlmann A., Gackowska K., Lepionka T., Szczepaniak K., Swiatalska A., Sieminska I., Arent Z., Beer M., Koopmans M., Grzybek M., Pyrc K. Emergence and potential transmission route of avian influenza A (H5N1) virus in domestic cats in Poland, June 2023. *Euro Surveill.* 2023; 28(31):2300390. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2023.28.31.2300390.
28. Sillman S.J., Drozd M., Loy D., Harris S.P. Naturally occurring highly pathogenic avian influenza virus H5N1 clade 2.3.4.4b infection in three domestic cats in North America during 2023. *J. Comp. Pathol.* 2023; 205:17–23. DOI: 10.1016/j.jcpa.2023.07.001.
29. Lee K., Yeom M., Vu T.T.H., Do H.Q., Na W., Lee M., Jeong D.G., Cheon D.S., Song D. Characterization of highly pathogenic avian influenza A (H5N1) viruses isolated from cats in South Korea, 2023. *Emerg. Microbes Infect.* 2024; 13(1):2290835. DOI: 10.1080/22221751.2023.2290835.
30. WHO. Avian Influenza Weekly Update. Number 929. Human infection with avian influenza A(H5) viruses. (Cited 25 Jan 2024). [Internet]. Available from: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wpro---documents/emergency/surveillance/avian-influenza/ai_20240112.pdf?sfvrsn=5bc7c406_36.
31. MedRxiv. Knowledge, attitudes, and practices related to avian influenza (h5n1) after the outbreak in Rural, Cambodia. [Internet]. Available from: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2023.09.25.23296059v1> (Cited 25 Jan 2024).
32. WHO. Human infection caused by Avian Influenza A (H5) – Chile. (Cited 25 Jan 2024). [Internet]. Available from: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2023-DON453>.
33. Jin K., Dai Z., Shi P., Li Y., Zhu C. Severe pneumonia with co-infection of H5N1 and SARS-CoV-2: a case report. *BMC Infect. Dis.* 2024; 24(1):31. DOI: 10.1186/s12879-023-08901-w.
34. GOV.UK. UKHSA update on avian influenza. (Cited 25 Jan 2024). [Internet]. Available from: <https://www.gov.uk/government/news/ukhsa-update-on-avian-influenza>.
35. CDC Newsroom. U.S. case of human avian influenza A(H5) virus reported. (Cited 25 Jan 2024). [Internet]. Available from: <https://www.cdc.gov/media/releases/2022/s0428-avian-flu.html>.
36. Aznar E., Casas I., González Praetorius A., Ruano Ramos M.J., Pozo F., Sierra Moros M.J., García Rivera M.V., Sánchez Sánchez A., García Villaceros E., Saravia G., Iglesias-Caballero M., Román Marcos E., García San Miguel L. Influenza A(H5N1) detection in two asymptomatic poultry farm workers in Spain, September to October 2022: suspected environmental contamination. *Euro Surveill.* 2023; 28(8):2300107. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2023.28.8.2300107.
37. Wise J. Bird flu: China records first death from H3N8 influenza strain, WHO says. *BMJ.* 2023; 381:839. DOI: 10.1136/bmj.p839.
38. Cheng D., Dong Y., Wen S., Shi C. A child with acute respiratory distress syndrome caused by avian influenza H3N8 virus. *J. Infect.* 2022; 85(2):174–211. DOI: 10.1016/j.jinf.2022.05.007.
39. Tan X., Yan X., Liu Y., Wu Y., Liu J.Y., Mu M., Zhao J., Wang X., Li J.Q., Wen L., Guo P., Zhou Z.G., Li X.B., Bao P.T. A case of human infection by H3N8 influenza virus. *Emerg. Microbes Infect.* 2022; 11(1):2214–7. DOI: 10.1080/22221751.2022.2117097.
40. WHO. Avian Influenza Weekly Update. Number 931. Human infection with avian influenza A(H5) viruses. (Cited 25 Jan 2024). [Internet]. Available from: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wpro---documents/emergency/surveillance/avian-influenza/ai_20240126.pdf?sfvrsn=5f006f99_125&Status=Master.
41. ECDC. Zoonotic influenza. Annual epidemiological report for 2022. (Cited 25 Jan 2024). [Internet]. Available from: https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/AER_zoonoticFlu_2022_Final.pdf.
42. Zhu W., Li X., Dong J., Bo H., Liu J., Yang J., Zhang Y., Wei H., Huang W., Zhao X., Chen T., Yang J., Li Z., Zeng X., Li C., Tang J., Xin L., Gao R., Liu L., Tan M., Shu Y., Yang L., Wang D. Epidemiologic, clinical, and genetic characteristics of human infections with influenza A(H5N6) viruses, China. *Emerg. Infect. Dis.* 2022; 28(7):1332–44. DOI: 10.3201/eid2807.212482.
43. ECDC. Weekly bulletin. Communicable disease threats report. (Cited 25 Jan 2024). [Internet]. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/communicable-disease-threats-report-week-1-2024.pdf>.
44. ECDC. Weekly bulletin. Communicable disease threats report. (Cited 09 Feb 2024). [Internet]. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/communicable-disease-threats-report-week-5-2024.pdf>.
45. The Government of the Hong Kong Special Administrative Region. Press Releases. CHP closely monitors human case co-infected with avian influenza A(H10N5) and influenza A(H3N2) on Mainland. (Cited 09 Feb 2024). [Internet]. Available from: <https://www.info.gov.hk/gia/general/202401/31/P2024013100657.htm>.

Authors:

Vasil'tsova N.N., Panova A.S., Petrov V.N., Danilenko A.V., Svyatchenko S.V., Ivanova K.I., Onkhonova G.S., Goncharova N.I., Ryzhikov A.B., Marchenko V.Yu. State Scientific Center of Virology and Biotechnology "Vector". Kol'tsovo, Novosibirsk Region, 630559, Russian Federation. E-mail: vector@vector.nsc.ru.

Об авторах:

Васильцова Н.Н., Панова А.С., Петров В.Н., Даниленко А.В., Святченко С.В., Иванова К.И., Онхонова Г.С., Гончарова Н.И., Рыжиков А.Б., Марченко В.Ю. Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор». Российская Федерация, 630559, Новосибирская обл., р.п. Колыцово. E-mail: vector@vector.nsc.ru.