



# ЭКОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Экология микроорганизмов / Ecology of microorganisms

Обзорная статья / Review article

УДК 598.2 – 578.4

DOI: 10.18470/1992-1098-2018-1-154-165

## ОРТОМИКСО – И ПАРАМИКСОВИРУСЫ В ПОПУЛЯЦИЯХ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

<sup>1,2</sup>Марина А. Гуляева\*, <sup>2</sup>Александр Ю. Алексеев, <sup>2</sup>Кирилл А. Шаршов,  
<sup>3,4</sup>Гайирбег М. Абдурахманов, <sup>3</sup>Алимурад А. Гаджиев, <sup>3</sup>Мадина Г. Даудова,  
<sup>3,4</sup>Мадина З. Магомедова, <sup>2</sup>Александр М. Шестопалов  
<sup>1</sup>Новосибирский государственный университет,  
Новосибирск, Россия, [mgulyaeva@gmail.com](mailto:mgulyaeva@gmail.com)  
<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт экспериментальной  
и клинической медицины, Новосибирск, Россия  
<sup>3</sup>Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия  
<sup>4</sup>Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН,  
Махачкала, Россия

**Резюме. Цель.** Морские млекопитающие играют роль «часовых», стоящих на страже здоровья и функционирования морских экосистем. Анализ литературных данных проводился с целью понимания и оценки циркуляции представителей семейств *Orthomyxoviridae* и *Paramyxoviridae*, являющимися опасными патогенами, способными вызывать заболеваемость и смертность в популяциях морских теплокровных животных. **Обсуждение.** У морских млекопитающих, в доступной литературе, наиболее подробно описано не более двух десятков инфекционных заболеваний, хотя, по предварительной оценке, от них гибнет около 15% животных. В результате многолетних проведенных исследований различными авторами было показано, что в популяциях изучаемых млекопитающих активно циркулируют инфекции, вызываемые разнообразными вирусными патогенами, что указывает на важную роль этих животных в экологии и распространении ряда вирусов. Согласно литературным данным, одними из наиболее опасных изученных патогенов являются представители семейств *Orthomyxoviridae* и *Paramyxoviridae*. Так, высказывается предположение о возможности инфицирования тюленей широким спектром вирусов гриппа путем прямой трансмиссии без предварительной адаптации. Подчеркивается положение о том, что морские ластоногие могут служить одним из резервуаров вируса гриппа В человека в природе. Инфекции, вызываемые представителем семейства парамиксовирусов – морбилливирусом, способны вызывать эпизоотии в популяции тюленей и других видов теплокровных млекопитающих с гибелью большого количества животных, при этом проявления болезни сходны с клиникой чумы плотоядных. **Заключение.** Данных, представленных в литературе, крайне недостаточно для полного понимания роли млекопитающих, ведущих водный образ жизни, в качестве хозяев или переносчиков потенциальных зоонозных патогенов, таких как вирус гриппа птиц (ВГП), морбилливирусы и другие. Таким образом, данный вопрос требует дальнейшего более детального изучения.

**Ключевые слова:** вирусные инфекции, вирус гриппа, морбилливирус, морские млекопитающие, тюлени.

**Формат цитирования:** Гуляева М.А., Алексеев А.Ю., Шаршов К.А., Абдурахманов Г.М., Гаджиев А.А., Даудова М.Г., Магомедова М.З., Шестопалов А.М. Ортомиксо- и парамиксовирусы в популяциях морских млекопитающих // Юг России: экология, развитие. 2018. Т.13, N1. С.154-165. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-1-154-165



## ORTHOMYXO- AND PARAMYXOVIRUSES IN MARINE MAMMALS

<sup>1,2</sup>Marina A. Gulyaeva\*, <sup>2</sup>Alexander Yu. Alekseev, <sup>2</sup>Kirill A. Sharshov,  
<sup>3,4</sup>Gayirbeg M. Abdurakhmanov, <sup>3</sup>Alimurad A. Gadzhiev, <sup>3</sup>Madina G. Daudova,  
<sup>3,4</sup>Madina Z. Magomedova, <sup>2</sup>Alexander M. Shestopalov

<sup>1</sup>Novosibirsk State University,

Novosibirsk, Russia, mgulyaeva@gmail.com

<sup>2</sup>Research Institute of Experimental and Clinical Medicine, Novosibirsk, Russia

<sup>3</sup>Dagestan State University, Makhachkala, Russia

<sup>4</sup>Caspian Institute of Biological Resources, Daghestan Scientific Center,  
Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia

**Abstract. Aim.** Marine mammals play the role of "sentries", standing guard over the health and functioning of marine ecosystems. The analysis of data reported in literature was carried out to understand and to evaluate a circulation of representatives of the *Orthomyxoviridae* and *Paramyxoviridae*, dangerous pathogens capable to cause morbidity and mortality in marine warm-blooded animals. **Discussion.** In the population of marine animals, in the available literature, no more than twenty infectious diseases were described. At the same time, according to preliminary estimates, about 15% of marine mammals die from indicated diseases. Previous studies conducted by various groups of scientists have already shown the circulation of various viral pathogens, which cause different infections in these animals. The present fact indicates the important role of marine mammals in the ecology and spreading of a number of viruses. In accordance with a literature data, representatives of *Orthomyxoviruses* and *Paramyxoviruses* are among the most dangerous pathogens, which may infect this type of animals. Thus, it was suggested that seals may be infected with a wide range of influenza viruses without prior adaptation. It was emphasized that pinnipeds are one of the reservoir of a human influenza B virus in nature. Infections caused by morbilliviruses, can be the reason of epizootics in a population of seals and among the other species of marine mammals. Signs of a disease are similar to the clinic of carnivore plague. **Main conclusions.** The data presented in literature is extremely not enough for fully understanding a role of marine mammals as hosts or carriers of potential zoonotic pathogens, such as avian influenza virus (AIV), morbilliviruses and others. Thus, this issue requires further more detailed study.

**Keywords:** viral infections, influenza virus, morbillivirus, marine mammals, seals.

**For citation:** Gulyaeva M.A., Alekseev A.Yu., Sharshov K.A., Abdurakhmanov G.M., Gadzhiev A.A., Daudova M.G., Magomedova M.Z., Shestopalov A.M. Orthomyxo- and paramyxoviruses in marine mammals. *South of Russia: ecology, development*. 2018, vol. 13, no. 1, pp. 154-165. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2018-1-154-165

## ВВЕДЕНИЕ

Морские млекопитающие – это уникальные животные, частично или полностью перешедшие к водному образу жизни. Традиционно к морским млекопитающим относят китообразных (Cetacea), сиреновых (Sirenia) и некоторых представителей отряда хищных (Carnivora) – настоящих и ушастых тюленей, моржа, калана и белого медведя [1]. Представители экологической группировки водных млекопитающих демонстрируют большую или меньшую связь с водными экосистемами и различной степени приспособленность к обитанию в водной среде.

Здоровье теплокровных, ведущих водный образ жизни, отражает экологическое благополучие среды их обитания. Загрязнение Мирового океана, сопровождающееся экологическими нарушениями, вызывает отрицательные изменения в биологических сообществах. Определенную роль в патологии, заболеваемости и смертности морских теплокровных животных играют вирусные инфекции. В результате исследований последних десятилетий было показано, что у изучаемых животных активно циркулируют инфекции, вызываемые разнообразными вирусными патогенами, что указывает на важную роль этих млекопитающих в



экологии и распространении ряда вирусов. Большой акцент в исследованиях заболеваний вирусной этиологии среди водных теп-

локровных смещен в сторону изучения представителей семейств Ортомиксовирусов и Парамиксовирусов.

### ОБСУЖДЕНИЕ Ортомиксовирусы

Семейство *Orthomyxoviridae* включает семь родов – *Influenza virus A*, *Influenza virus B*, *Influenza virus C*, *Influenza virus D*, *Togovirus*, *Quarantavirus* и *Isavirus* [2]. Из всех перечисленных родов только *Influenza virus A* (вирус гриппа птиц) и *Influenza virus B* (вирус гриппа В) были ранее зафиксированы у морских теплокровных.

Вирус гриппа птиц (ВГП) является одним из самых распространенных патогенов, поражающих широкий круг хозяев. Дикie птицы отрядов *Anseriformes* и *Charadriiformes* образуют естественный резервуар ВГП в природе, из которого может происходить трансмиссия к другим хозяевам. *Influenza virus A* инфицирует разнообразные виды позвоночных, включая птиц, свиней, лошадей и морских млекопитающих, а также, периодически вызывает пандемии в человеческой популяции [3-6].

Интерес к морским млекопитающим, как к объектам научных исследований постоянно растет. Контакт представителей

водных теплокровных животных с дикими птицами на лежбищах или во время приема пищи из одного источника, например, рыба или криль, может способствовать межвидовой передаче вирусов гриппа птиц [7]. При изучении вирусов гриппа, изолированных от морских млекопитающих и птиц (китов из Тихого и Атлантического океанов, тюленей и чаек Западной Атлантики), были выявлены сходные гены нуклеопротеинов для вирусов гриппа у пар «чайки и киты», «тюлени и кряквы». Полученные данные подтверждают возможность межвидового переноса вирусов гриппа от птиц к морским млекопитающим [8] (Рисунок 1).

Вирус гриппа В менее распространен в популяциях водных теплокровных животных. Так, до 1999 г. считалось, что вирус гриппа В является, исключительно, человеческим патогеном. Однако, получены доказательства о том, что тюлени, также, могут быть инфицированными этим вирусом [9; 10].

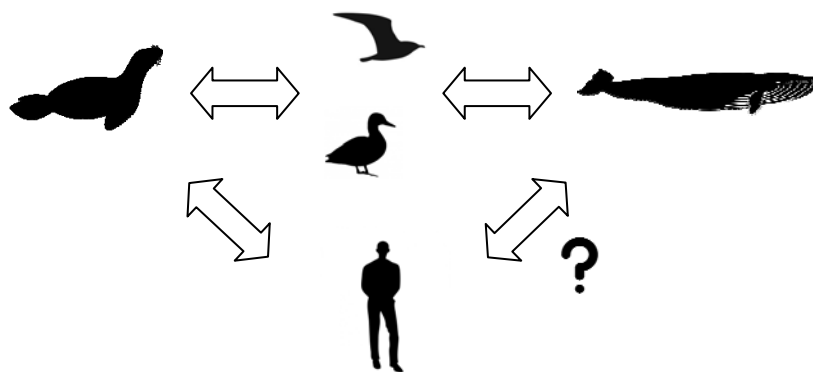


Рис.1. Межвидовая передача вируса гриппа [8]  
Fig.1. Interspecies transmission of the influenza virus [8]

#### Выделение вируса гриппа птиц у ластоногих

Первый, достоверно описанный случай гриппа у морских млекопитающих, датирован декабрем 1979. Морские биологи в Бостоне наблюдали неожиданное увеличение количества выброшенных на берег мертвых ларг (*Phoca vitulina*) на мысе Коуд, штат Массачусетс, США. В последующие 9 месяцев, несколько сотен, в основном моло-

дых особей ларги, были найдены мертвыми вдоль северо-восточного побережья Соединенных Штатов из-за заражения ВГП H7N7 субтипа [7; 11].

Данная эпизоотия повлияла, по меньшей мере, на 20% местной популяции тюленей причем у некоторых животных развивалась серьезная острая геморрагическая ви-



русная пневмония. Серологические методы исследования выявили, что вирус гриппа, являвшийся причиной эпизоотии, имел антигенное сходство с A/Fowl Plague/Dutch/27 (H7N7) [11]. Вирусный ген гемагглютинина был, в дальнейшем, полностью отсиквенирован и филогенетический анализ показал его связь с птичьими H7 субтипами [12; 13]. Позже было показано что, хотя, вирус тюленей был генетически близок к ВГП, его биологические свойства отличались и были более близки к вирусам млекопитающих; он реплицировался в высоких титрах в хорьках, кошках и свиньях [11; 14]. В противоположность этому, наблюдалась слабая репликация и отсутствие клинических признаков заболевания у птиц (цыплят, уток, индеек), и после инфицирования у данных видов отсутствовал понос. Возможно, это связано с адаптацией вируса к млекопитающим хозяевам во время репликации в тюленях.

Вторая вспышка заболевания гриппом среди морских млекопитающих была зафиксирована в том же самом месте, в штате Массачусетс, США, в период с июня 1982 г. по август 1983 г. Эта эпизоотия была вызвана ВГП H4N5 субтипа и вызывала пневмонию у ларги. Приблизительно, 60 тюленей умерли в результате инфекции. По результатам РТГА и в виду высокой репликации вируса при экспериментальном заражении цыплят, было сделано заключение о том, что этот вирус был антигенно и биологически схож с птичьими вирусами.

В 1989 году было проведено широко-масштабное исследование по всему побережью Новой Англии, в результате которого более 450 образцов ткани было взято от морских млекопитающих и изучено в течение 2 лет. В результате данной работы, в январе 1991 года, из легких 2 мертвых тюленей было выделено 2 вируса гриппа H4N6 субтипа.

При аутопсии, наблюдались патологические нарушения, по описанию соответствующие обнаруженным во время предыдущих вспышек, такие как острая интерстициальная и/или геморрагическая пневмония, а также наблюдалась подкожная эмфизема. Основываясь на отличии в нейраминидазе от предыдущих вирусов H4N5, выделенных от тюленей, авторы сделали заключение о том, что 2 изолята H4N6 были биологически близки вирусам, выделенным от диких птиц [14].

Несколькими месяцами позже, в период с сентября 1991 по апрель 1992, было обнаружено большое число выброшенных на берег ларги вдоль мыса Коуд в штате Массачусетс. У мертвых тюленей наблюдались такие патологические изменения как острая интерстициальная пневмония и подкожная эмфизема. В результате данного исследования три вируса гриппа H3N3 субтипа были выделены из легких 3-х животных. Это был первый случай выделения вируса гриппа H3 субтипа от тюленей, филогенетический анализ показал родство с североамериканской линией ВГП [15]. В последующие почти два десятилетия не было описано случаев выделения вирусов гриппа птиц у ластоногих. Однако, серологическая диагностика сывороток крови, проводимая в этот период, показала наличия антител к H1, H3, H4, H7, H12 субтипам вируса гриппа птиц в различных популяциях тюленей (*Phoca groenlandica*) и (*Cystophora cristata*), обитающих в Баренцевом море [16], у морских львов Северного и Берингова морей [17], у кольчатой нерпы (*Phoca hispida*) с берегов Аляски [18]. В апреле 2010 г., вдоль центрального побережья Калифорнии было проведено мониторинговое исследование популяции северных морских слонов и, в результате, было собрано 42 назальных мазка от женских особей. Два мазка оказались положительными на наличие матричного гена, определяемого ОТ-ПЦР, а впоследствии из этих образцов были выделены ВГП. Выделенные вирусы показали более чем 99% сходство с пандемичным вирусом A/California/04/2009 (pdmH1N1), циркулировавшим среди людей в 2009 году. Проверка образцов сывороток, собранных в период с января по апрель 2010 года, выявила отличительные особенности в сыворотке тюленей против H1N1 субтипа в данный период, что могло указывать на недавнюю представленность вируса в локальной популяции тюленей [19]. В сентябре-декабре 2011 года новая вспышка инфекции была зарегистрирована в Новой Англии, 162 ларги умерли от пневмонии. В результате исследования ткани, взятой от 5 мертвых тюленей, был выделен ВГП H3N8 субтипа [20]. Одной из последних эпизоотий у морских млекопитающих и впервые в Европе, была вспышка весной-летом 2014 года в популяции ларги (*Phoca vitulina*), обитающих вдоль побережья Швеции и Дании. Вирус гриппа, спровоцировавший гибель тюленей,



относился к A(H10N7) субтипу и впоследствии распространился на территорию Германии и Голландии. Интересным является тот факт, что на территории Швеции, Германии и Дании новый вирус вызвал массовую гибель тюленей (более тысячи особей), в то время как, в Голландии лишь несколько особей были найдены мертвыми. В 2015 году у живых особей, отловленных вдоль побережья на территории Голландии, были

взяты пробы крови для серологического анализа и были обнаружены антитела с субтипу H10N7. Было показано, что несмотря на низкий уровень смертности тюленей в Голландии, инфекция, вызванная новым субтипом широко распространилась вдоль побережья Балтики и коснулась не только популяции ларги, но также просочилась в популяцию серых тюленей [21].

#### Выделение вируса гриппа птиц у китообразных

Вирус гриппа А (H1N3) изолирован Д.К. Львовым с соавторами [22] от гладкого кита (карликовый полосатик – *Balaenoptera acutorostrata*) в южной части Тихого океана в 1975-1976 гг. Однако генетическая информация о нем в GenBank отсутствует. Сообщение об обнаружении ВГП у китов было опубликовано в 1986 году после того, как H13 субтип вируса гриппа был выделен от кита возле Портланда, Мэйн, США [23]. Кит был найден в тяжелом состоянии в октябре 1984. Два различных субтипа вируса гриппа (H13N2, H13N9) были выделены из лимфатических сосудов и легких кита. Патологические изменения включали: увеличенный лимфатический узел (в пять раз по сравнению с нормой) и геморрагии в ткани легкого. Данные вирусы гриппа, выделенные от кита, были родственны вирусам субтипа H13, циркулирующим в тот самый период в популяции морских чаек в США. Было выдвинуто предположение, что эти H13 вирусы, возможно, имели отношение к двум эпизодам массового выброса на берег китов данного вида вдоль побережья Новой Ан-

глии (97 особей в октябре, 23 особи в ноябре 1984 года), хотя все образцы, собранные от 19 мертвых китов, были отрицательными на присутствие вируса гриппа, возможно из-за обширного разрушения ткани [22; 23].

Единственный вирус гриппа, выделенный от китообразных за пределами США, относится H1N3 субтипу. Этот вирус был выделен из легких и печени полосатого кита, отловленного на юге Тихого океана в 1975-1976 гг. В данном исследовании, были собраны образцы легких и печени от 72 китов; 13 штаммов вируса гриппа было выделено из легких и 1 штамм был выделен из печени (подробные данные о субтипах не были опубликованы [24].

Филогенетический анализ гена нуклеопротеина (NP) трех вирусов, выделенных от морских млекопитающих (H1N3 и H13N2 от китов, и H7N7 от тюленей) и нескольких ВГП от диких птиц показал на высокое генетическое родство между вирусами от морских млекопитающих и вирусами, выделенными от птиц [8].

#### Вирус гриппа В

В противоположность ВГП, которые были выделены от многих различных видов, вирусы гриппа типа В являются человеческими патогенами с отсутствующими или неизвестными природными резервуарами. Тюлений вирус гриппа типа В был выделен в 1999 году из глоточного мазка тюленя в реабилитационном центре в Голландии. Филогенетический анализ гена гемагглютинина показал высокое родство к вирусам, которые циркулировали среди людей в период с 1995 по 1996 гг. [9]. Данный факт предполагает, что вирус попал в популяцию тюленей от

человека, хотя он никогда широко не распространялся в популяции тюленей. Однако, тюлень может быть тем диким видом, который является переносчиком вируса гриппа типа В и способствует его дальнейшей эволюции или передачи людям.

Изучение сывороток, проведенное в период с 2002 по 2012 гг. у ларги и серых тюленей (615 образцов) в прибрежных водах Голландии, показало наличие сывороток с положительным результатом только в 2010-2011 гг. (10 из 170 протестированных образцов оказались положительными) [10].





### Исследования, проводимые в популяции каспийских тюленей

Первые исследования каспийских тюленей на наличие вируса гриппа были проведены в период с 1976 по 1999 гг. С.С. Ямниковой с соавт. [25] в ходе мониторинга за циркуляцией вирусов гриппа А в популяциях диких птиц Северного Каспия. Исследовали образцы от 152 особей каспийского тюленя (*Phoca caspica*). Обнаружить инфицированных животных не удалось.

Исследование образцов сыворотки каспийских тюленей были проведены в период с 1993 по 2000 гг. [26]. Из 77 образцов сыворотки в двадцати восьми показан положительный результат при непрямом ИФА. При анализе данных было выдвинуто предположение, что вирус занесен в популяцию тюленей от человека, так как сыворотки тюленей реагировали с антигенами вируса гриппа штамма A/Bangkok/1/79(H3N2), который циркулировал среди людей в 1979-1981 гг. Был сделан вывод, что данный вирус проник и закрепился в популяции тюленей в начале восьмидесятых, когда этот штамм циркулировал в человеческой популяции. При изучении сывороток крови от каспийских тюленей в 2000 году, также были обнаружены антитела к гриппу В [24].

Из материалов, собранных от павших каспийских тюленей во время их массовой гибели в апреле-июне 2000-2002 гг., был изолирован вирус гриппа А (H7N7). Однако филогенетические свойства этого штамма изучены не были [27; 28].

В 2002 и 2012 годах в результате комплексного исследования популяции каспийских тюленей в Астраханском регионе, были выделены два новых изолята вируса, относящиеся к низкопатогенному гриппу птиц субтипа H4N6. Филогенетический анализ показал, что все гены выделенных нами от тюленей штаммов, относятся к птичьим вирусам и принадлежат к группе евразийских

вирусов H4N6 субтипа птичьего происхождения, которые обычно циркулируют в популяциях диких птиц в Евразии [29].

Таким образом, у морских млекопитающих активно циркулируют вирусы гриппа птиц различных субтипов, что указывает на важную роль этих животных в распространении и эволюции данного патогенна. Хотелось бы отметить важную роль закрытых водоемов, таких как озеро Байкал, Ладожское озеро и Каспийское море в циркуляции и сохранении различных субтипов вируса гриппа, потенциально опасных для сельскохозяйственных животных и человека. На территории Российской Федерации особое место в этом ряду занимает Каспийское море, через которое проходят 3 магистральных миграционных пути перелетных птиц, связывающие всю Евразию и Евразию с Африкой. Каждый год миллионы птиц, мигрируя на огромные расстояния, приносят в этот регион новые уникальные субтипы вируса гриппа.

Межвидовая передача вирусов гриппа является важным событием в эволюции и экологии этих патогенов. Вирусы гриппа входят в малочисленную группу тех патогенов, которые способны вызывать инфекции у тюленей и других морских млекопитающих. Опираясь на близкое генетическое сходство вирусов гриппа, выделенных от водных теплокровных животных и от диких птиц, можно предположить, что дикие птицы являются основным источником гриппозной инфекции у первых [7]. Роль морских млекопитающих в качестве хозяев или переносчиков потенциальных зоонозных патогенов, таких как высоко-патогенные ВГП – это вопрос, который требует дальнейшего анализа.

### Парамиксовирусы

В настоящее время, в семейство *Paramyxoviridae* включают 7 родов. Представители этого семейства вирусов вызывают несколько заболеваний как у человека (корь, парагрипп, эпидемический паротит, Нипах, Хендра), так и у домашних и диких животных (болезнь Ньюкасла, чума собак, чума тюленей и пр.). Из всех представителей Парамиксовирусов, именно возбудители рода *Morbillivirus* вызывают наибольшие

опасения. Морбилливирусная инфекция – острое зоонозное вирусное заболевание, периодически вызывающее эпизоотии в популяции тюленей с гибелью большого количества животных. Проявления болезни сходны с клиникой чумы плотоядных. Характерны гнойные выделения из глаз и ноздрей, изменение поведения. Болезнь сопровождается поражением легких, желудочно-кишечного тракта, нервной системы. Обессиленные жи-



вотные могут выползать на берег. Парамиксовирусная инфекция широко распространена у морских млекопитающих и наносит существенный вред этим животным. К настоящему времени описано пять основных морбилливирусов, инфицирующих морских млекопитающих: Вирус чумы плотоядных (CDV) – у байкальских (*Phoca sibirica*) и каспийских тюленей (*Phoca caspica*); дельфиний морбилливирус (DMV) – у дельфинов и китов; вирус чумки тюленей (PDV) – у обыкновенных тюленей (*Phoca vitulina*); морбилливирус, поражающий морских свиней (PMV) – у морских свиней (*Phocoena phocoena*); морбилливирус китовых (CeMV) [30]. Впервые морбилливирус был выделен во время расследования причин массовой гибели нерпы на Байкале зимой 1987-1988 гг. Вслед за этим была доказана морбилливирусная природа эпизоотий среди морских тюленей и дельфинов в разных районах мира [31, 32]. За 14 лет после первого обнаружения морбилливирусов у морских млекопитающих, эти новые виды морбилливирусов несколько раз вызывали массовую гибель среди ластоногих и китообразных: в 1987 г. погибло более 10000 тюленей в озере Байкал; более половины популяции афалин (*Tursiops truncatus*) в районе Атлантического побережья Соединенных Штатов; 1988 г. гибель более 17000 обыкновенных тюленей в Северном море; 2000 г. погибли более 10000 каспийских тюленей; 2000-2002 гг. погибло около 21000 обыкновенных тюленей Северного моря. Стало очевидным, что в число чувствительных к вирусу организмов вовлекаются все новые виды морских млекопитающих, а инфекция не останавливается, проникая вглубь материка. В результате эпизоотии морбилливирусной инфекции в 1987-88 гг. погибло свыше 2 тыс. млекопитающих в европейских морях [30] и около 6 тыс. сибирских тюленей [31]. Эти вспышки были обусловлены разными видами морбилливирусов [33]. Эпизоотия среди тюленей *Phoca sibirica* на озере Байкал началась осенью 1987 г., а европейская эпизоотия началась в Северном море на островах Дании в апреле 1988 г. Затем заболевание распространилось среди животных Балтийского моря, побережья Германии и в августе достигло берегов Великобритании. Несмотря на то, что клиническая картина и патологические изменения в течении болезни были сходны с инфекцией, вызываемой

вирусом чумы плотоядных (CDV), антигенная характеристика и филогенетический анализ продемонстрировали, что вирус был новым представителем рода *Morbillivirus* [30]. Факты гибели нерпы на Байкале отмечались и в последующие годы, но не в таких масштабах. Во время эпизоотии 1987-1988 гг. погибали как взрослые (на долю взрослых приходилось около 50%), так и молодые животные. Обследование нерп через несколько лет после эпизоотии показало, что циркуляция вируса продолжается. Антитела к вирусу обнаруживались у 60–75% внешне здоровых нерп. Инфекция, поражавшая вначале только тюленей, уже осенью 1988 г. распространилась на других представителей водных теплокровных. Так, на побережье Северной Ирландии были найдены три дельфина, погибшие в результате морбилливирусной инфекции [34]. Летом 1990 г., на западном побережье Средиземного моря были обнаружены сотни мертвых дельфинов, от которых был выделен морбилливирус, сходный с вызвавшим эпизоотию среди североморских тюленей в 1988 г. [35]. В 1989-90 гг. на западном и южном берегах Крыма сотрудниками лаборатории БРЭМА (г. Симферополь) было обнаружено небывалое количество мертвых дельфинов-азовок – 271. В пересчете на весь периметр Черного и Азовского морей получилась цифра в несколько тысяч павших животных [36; 37]. Исследование популяции дельфинов (*Stenella coeruleoalba*), проводимое вдоль побережья Калифорнии в Тихом океане с 2000 по 2015 гг., показало наличие морбилливирусной инфекции и в данном регионе. Авторы предположили, что падеж дельфинов в этом Тихоокеанском регионе может быть обусловлен выделенным вирусом, который по генетическим характеристикам был очень близок вирусам, чумы китообразных, выделенным ранее на Гавайях [38].

Эпизоотии могут повторяться по мере накопления в популяции молодых животных, не имеющих иммунитета к данному вирусу. Животные заражаются при контакте друг с другом или выделениями больных животных на лежбищах, через инфицированную воду. Имеются экспериментальные данные о возможности размножения вируса в беспозвоночных водных организмах, однако значение этого феномена в сохранении вируса в природе не изучено. Морбилливирусы ластоногих могут вызывать заболева-



ния у собак и других хищных наземных млекопитающих, но прямых доказательств опасности вируса для человека на данный момент нет. Имеются данные о роли вируса кори и, возможно, других морбилливирусов в развитии дегенеративных заболеваний центральной нервной системы через несколько лет после перенесенного заболевания.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании данных о вирусных инфекциях у морских млекопитающих, приведенных в литературных источниках, можно сделать вывод о том, что в популяциях морских животных циркулируют ортомиксо-, парамиксовирусы, которые играют определенную роль в патологии и смертности морских теплокровных. Данных, представленных в литературе, крайне недостаточно для полного восприятия всей картины, просматриваемой в популяциях морских млекопитающих, касающейся наличия информации по вопросам изучения, выявления, лечения и профилактики вирусных инфекций морских

Эпизоотии среди тюленей сопровождаются высокой смертностью. Трупы животных выбрасывает волнами на берег после схода льда, по их количеству можно судить о масштабах эпизоотии.

Профилактика данного заболевания не разработана, поэтому необходим мониторинг за ходом эпизоотий.

теплокровных. Малая изученность заболеваний данных животных обуславливается сложностью диагностики самих заболеваний и диагностических средств, взятием биологического материала для исследований, а также отсутствием достаточной изученности клинических признаков инфекционных заболеваний водных млекопитающих.

Таким образом, важным является разработка и внедрение методов эпизоотологического мониторинга, которые должны включать прижизненную экспресс-диагностику вирусных инфекций у морских млекопитающих.

**Благодарности:** Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 17-04-01919.

**Acknowledgements:** The reported study was funded by RFBR according to the research project №17-04-01919.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бурдин А.М., Филатова О.А., Хойт Э. Морские млекопитающие России: справочник-определитель. Киров: Волго-Вятское книжное издательство. 2009. 210 с.
2. Щелканов М.Ю., Федякина И.Т., Прошина Е.С. Таксономическая структура Orthomyxoviridae: современное состояние и ближайшие перспективы // Вестник Российской академии медицинских наук. 2011. N 5. С. 12–19.
3. Webster R.G., Bean W.J., Gorman O.T., Chambers T.M., Kawaoka Y. Evolution and ecology of influenza A viruses // Microbiol. Rev. 1992. N 56. P. 152.
4. Львов Д.К., Ямникова С.С., Федякина И.Т., Аристова В.А., Львов Д.Н., Ломакина Н.Ф., Петрова Е.С., Злобин В.И., Хаснатинов М.А., Чепургина Е.А., Ковтунов А.И., Джаркенов А.Ф., Санков М.Н., Леонова Г.Н., Маслов Д.В., Щелканов М.Ю., Непоклонов Е.А., Алипер Т.И. Экология и эволюция вирусов гриппа в России (1979 – 2002 гг.) // Вопросы вирусологии. 2004. Т. 49. N 3. С. 17–25.
5. Львов Д.К., Ямникова С.С., Забережный А.Д., Гребенщикова Т.В. Межпопуляционное взаимодействие в системе вируса гриппа А – «животные – человек» // Вопросы вирусологии. 2005. N 4. С. 4–11.
6. Horimoto T., Kawaoka Y. Influenza: lessons from past pandemics, warnings from current incidents // Nat Rev Microbiol. 2005. V. 8, iss. 3. P. 591–600.
7. Fereidouni S., Munoz O., Von Dobschuetz S., De Nardi M. Influenza Virus Infection of Marine Mammals // EcoHealth. 2016. V. 13, iss. 1. P. 161–70. doi: 10.1007/s10393-014-0968-1.
8. Mandler J., Gorman O.T., Ludwig S., Schroeder E., Fitch W.M., Webster R.G., Scholtissek C. Derivation of the nucleoproteins (NP) of influenza A viruses isolated from marine mammals // Virology. 1990. V. 176, iss. 1. P. 255–261.
9. Osterhaus A.D., Rimmelzwaan G.F., Martina B.E., Bestebroer T.M., Fouchier R.A. Influenza B virus in seals // Science. 2000. Iss. 288. P. 1051–1053.
10. Bodewes R., Morick D., de Mutsert G., Osinga N., Bestebroer T., van der Vliet S., Smits S.L., Kuiken T., Rimmelzwaan G.F., Fouchier R.A., Osterhaus A.D. Recurring influenza B virus infections in seals // Emerging infectious diseases. 2013. V. 19, iss. 3. P. 511–512. doi: 10.3201/eid1903.120965
11. Webster R.G., Hinshaw V.S., Bean W.J., Van Wyke K.L., Geraci J.R., St Aubin D.J., Petursson G. Characterization of an influenza A virus from seals // Virology. 1981. V. 113, iss. 2. P. 712–724.





12. Lang G., Ferguson A.E. The Extent and Control of Avian Influenza in Canada // *Can Vet J.* 1981. V. 22, iss. 12. P. 377–381.
13. Kida H., Brown L.E., Webster R.G. Biological activity of monoclonal antibodies to operationally defined antigenic regions on the hemagglutinin molecule of A/Seal/Massachusetts/1/80 (H7N7) influenza virus // *Virology.* 1982. V. 122, iss. 1. P. 38–47.
14. Naeve C.W., Webster R.G. Sequence of the hemagglutinin gene from influenza virus A/Seal/Mass/1/80 // *Virology.* 1983. V. 129, iss. 2. P. 298–308.
15. Callan R.J., Early G., Kida H., Hinshaw V.S. The appearance of H3 influenza viruses in seals // *Journal of General Virology.* 1995. V. 76, pt 1. P. 199–203.
16. Steuen S., Have P., Osterhaus A.D., Arnemo J.M., Moustgaard A. Serological investigation of virus infections in harp seals (*Phoca groenlandica*) and hooded seals (*Cystophora cristata*) // *Veterinary Record.* 1994. V. 134, iss. 19. P. 502–503. doi: 10.1136/vr.134.19.502
17. De Boer G.F., Back W., Osterhaus A.D.M.E. An ELISA for the detection of antibodies against influenza A nucleoprotein in humans and various animal species // *Archives of Virology.* 1990. V. 115, Iss. 1-2. P. 47–61. doi: 10.1007/BF01310622
18. Nielsen O., Clavijo A., Boughen J.A. Serologic Evidence of Influenza A Infection in Marine Mammals of Arctic Canada // *Journal of Wildlife Diseases.* 2001. V. 37, iss. 4. P. 820–825. doi: 10.7589/0090-3558-37.4.820
19. Goldstein T., Mena I., Anthony S.J., Medina R., Robinson P.W., Greig D.J., Costa D.P., Lipkin W.I., Garcia-Sastre A., Boyce W.M. Pandemic H1N1 influenza isolated from free-ranging Northern Elephant Seals in 2010 off the central California coast // *PLoS One.* 2013. V. 8, iss. 5. e62259. doi: 10.1371/journal.pone.0062259
20. Anthony S.J., St. Leger J.A., Puglianes K., Ip H.S., Chan J.M., Carpenter Z.W., Navarrete-Macias I., Sanchez-Leon M., Saliki J.T., Pedersen J., Karesh W., Daszak P., Rabadan R., Rowles T., Lipkin W.I. Emergence of fatal avian influenza in New England harbor seals // *MBio.* 2012. V. 3, no. 4. e00166-12. doi: 10.1128/mBio.00166-12
21. Bodewes R., Rubio Garcia A., Brasseur S.M., Sanchez Conteras G.J., van de Bildt M., Koopmans M., Osterhaus A., Kuiken T. Seroprevalence of Antibodies against Seal Influenza A(H10N7) Virus in Harbor Seals and Gray Seals from the Netherlands // *PLoS ONE.* 2015. V. 10, iss. 12. e0144899. doi:10.1371/journal.pone.0144899
22. Lvov D.K., Zdanov V.M., Sazonov A.A., Braude N.A., Vladimirtseva E.A., Agafonova L.V., Skljanskaja E.I., Kaverin N.V., Reznik V.I., Pysina T.V., Oserovic A.M., Berzin A.A., Mjasnikova I.A., Podchernjaeva R.Y., Klimentenko S.M., Andrejev V.P., Yakhno M.A. Comparison of influenza viruses isolated from man and from whales // *Bull World Health Organ.* 1978. V. 56, iss. 6. P. 923–930.
23. Hinshaw V.S., Bean W.J., Geraci J., Fiorelli P., Early G., Webster R.G. Characterization of two influenza A viruses from a pilot whale // *Journal of Virology.* 1986. V. 58, iss. 2. P. 655–656.
24. Львов Д.К., Жданов В.М. Персистенция генов эпидемических вирусов в природных популяциях // *Вопросы вирусологии.* 1982. Т. 27, N 4. С. 17–20.
25. Ямникова С.С., Гамбарян А.С., Федякина И.Т., Шилов А.А., Петрова Е.С., Львов Д.К. Мониторинг за циркуляцией вирусов гриппа А в популяциях диких птиц Северного Каспия // *Вопросы вирусологии.* 2001. Т. 46, N4. С. 39–43.
26. Ohishi K., Ninomiya A., Kida H., Park C.H., Maruyama T., Arai T., Katsumata E., Tobayama T., Boltunov A.N., Khuraskin L.S., Miyazaki N. Serological Evidence of Transmission of Human Influenza A and B Viruses to Caspian Seals (*Phoca caspica*) // *Microbiol. Immunol.* 2002. V. 46, iss. 9. P. 639–644.
27. Шестопалов А.М., Беклемишев А.Б., Хураькин Л.С., Терновой В.А., Блинов В.М., Нетесов С.В. Пара- и ортомиксовирусы у каспийских тюленей // 2 Международная конференция «Морские млекопитающие Голарктики», Байкал, 10-15 сентября, 2002. С. 287–289.
28. Чувакова З.К., Икранбегийн Р., Глебова Т.И. Грипп у тюленей (Обзор информации и результаты экспедиций на Северный Каспий в связи массовой гибели тюленей в 2000 г.) // *Известия НАН РК. Серия биология и медицина.* 2001. N 3. С. 47–54.
29. Гуляева М.А., Алексеев А.Ю., Шаршов К.А., Сивай М.В., Шестопалов А.М., Шестопалова Л.В. Морфологические изменения в тканях легкого у мышей линии Balb/C при экспериментальном инфицировании вирусом гриппа птиц H4N6, выделенным от каспийского тюленя (*Phoca caspica*) // *Ветеринарная патология.* 2016. Вып. 57, N 3. С. 11–17.
30. Van Bresse M.F., Duignan P.J., Banyard A., Barbieri M., Colegrove K.M., De Guise S., Di Guardo G., Dobson A., Domingo M., Fauquier D., Fernandez A., Goldstein T., Grenfell B., Groch K.R., Gulland F., Jensen B.A., Jepson P.D., Hall A., Kuiken T., Mazzariol S., Morris S.E., Nielsen O., Raga J.A., Rowles T.K., Saliki J., Sierra E., Stephens N., Stone B., Tomo I., Wang J., Waltzek T., Wellehan J.F. Cetacean morbillivirus: current knowledge and future directions // *Viruses.* 2014. N 6(12). P. 5145–5181. doi: 10.3390/v6125145
31. Hall A.J., Pomeroy P.P., Harwood J. The descriptive epizootiology of phocine distemper in the UK during 1988/89 // *Sci. Total. Environ.* 1992. V. 115, iss. 1-2. P. 31–44.
32. Кумарев В.П. Вспышка чумы плотоядных у байкальской нерпы // *Морские млекопитающие. X Всесоюз. совещ. по изучению, охране и рациональному использованию морских млекопитающих, Светлогорск, 2-5 октября, 1990.* С. 168–170.
33. Visser I.K., Kumarev V.P., Orvell C., de Vries P., Broeders H.W., van de Bildt M.W., Groen J., Teppema



J.S., Burger M.C., UytdeHaag F.G. Comparison of two morbilliviruses isolated from seals during outbreaks of distemper in North West Europe and Siberia // Arch. Virol. 1990. V. 111, iss. 3-4. P. 149–164.  
34. Pearce F. Seal virus spreads to porpoises // New Sci. 1988. N 120, Suppl.: Inside Sci., N15. P. 21.  
35. Van Bresse M.F., Visser I.K.G., De Swart R.L., Örvé C., Stanzani L., Androukaki E., Siakavara K., Osterhaus A.D.M.E. Dolphin morbillivirus infection in different parts of the Mediterranean Sea // Archives of Virology. 1993. V. 129, iss. 1-4. P. 235–242.

36. Биркун А.А. Вирусы китов и дельфинов // Микробиологический журнал. 1996. Т. 58, N5. С.100–106.  
37. Биркун А.А., Криехожин С. Звери Черного моря. О дельфинах и тюленях и их отношениях с человеком. Симферополь: Таврия. 1996. 96 с.  
38. Serrano L., Simeone C.A., Colegrove K.M., Duggan P.J., Goldstein T., Gulland F.M. Cetacean Morbillivirus in Odontocetes Stranded along the Central California Coast, USA, 2000-15 // J Wildl Dis. 2017. V. 53, iss. 2. P. 386–392. doi: 10.7589/2016-09-219

## REFERENCES

1. Burdin A.M., Filatova O.A., Khoit E. *Morskiye mlekopitayushchiye Rossii: spravochnik-opredelitel* [Marine Mammals in Russia: catalog]. Kirov, Volgo-Vyatka book Publ., 2009, 210 p. (In Russian)  
2. Shchelkanov M.Yu., Fedyakina I.T., Proshina Ye.S. Taxonomic structure of Orthomyxoviridae: current state and immediate prospects. Vestnik rossyskoy akademii meditsinskikh nauk [Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences]. 2011, no. 5, pp. 12–19. (In Russian)  
3. Webster R.G., Bean W.J., Gorman O.T., Chambers T.M., Kawaoka Y. Evolution and ecology of influenza A viruses. Microbiology Reviews. 1992, no. 56, 152 p.  
4. L'vov D.K., Yamnikova S.S., Fedyakina I.T., Aristova V.A., L'vov D.N., Lomakina N.F., Petrova Ye.S., Zlobin V.I., Khasnatinov M.A., Chepurina Ye.A., Kovtunov A.I., Dzharkenov A.F., Sankov M.N., Leonova G.N., Maslov D.V., Shchelkanov M.Yu., Nepoklonov Ye.A., Aliper T.I. Ecology and evolution of influenza viruses in Russia (1979 – 2002). Voprosy virusologii [Problems of Virology]. 2004, vol. 49, no. 3, pp. 17–25. (In Russian)  
5. L'vov D.K., Yamnikova S.S., Zaberezhnyy A.D., Grebenshchikova T.V. Interpopulation interaction in the influenza A virus - "animals-man" system. Voprosy virusologii [Problems of Virology]. 2005, no. 4, pp. 4–11. (In Russian)  
6. Horimoto T., Kawaoka Y. Influenza: lessons from past pandemics, warnings from current incidents. Nature Reviews Microbiology. 2005, vol. 8, iss. 3, pp. 591–600.  
7. Fereidouni S., Munoz O., Von Dobschuetz S., De Nardi M. Influenza Virus Infection of Marine Mammals. EcoHealth, 2016, vol. 13, iss. 1, pp. 161–170. doi: 10.1007/s10393-014-0968-1.  
8. Mandler J., Gorman O.T., Ludwig S., Schroeder E., Fitch W.M., Webster R.G., Scholtissek C. Derivation of the nucleoproteins (NP) of influenza A viruses isolated from marine mammals. Virology. 1990, vol. 176, iss. 1, pp. 255–261.  
9. Osterhaus A.D., Rimmelzwaan G.F., Martina B.E., Bestebroer T.M., Fouchier R.A. Influenza B virus in seals. Science. 2000, iss. 288, pp. 1051–1053.  
10. Bodewes R., Morick D., de Mutsert G., Osinga N., Bestebroer T., van der Vliet S., Smits S.L., Kuiken T.,

Rimmelzwaan G.F., Fouchier R.A., Osterhaus A.D. Recurring influenza B virus infections in seals. Emerging infectious diseases, 2013, vol. 19, iss. 3, pp. 511–512. doi: 10.3201/eid1903.120965  
11. Webster R.G., Hinshaw V.S., Bean W.J., Van Wyke K.L., Geraci J.R., St Aubin D.J., Petursson G. Characterization of an influenza A virus from seals. Virology. 1981, vol. 113, iss. 2, pp. 712–724.  
12. Lang G., Ferguson A.E. The Extent and Control of Avian Influenza in Canada. Can Vet J. 1981, vol. 22, iss. 12, pp. 377–381.  
13. Kida H., Brown L.E., Webster R.G. Biological activity of monoclonal antibodies to operationally defined antigenic regions on the hemagglutinin molecule of A/Seal/Massachusetts/1/80 (H7N7) influenza virus. Virology. 1982, vol. 122, iss. 1, pp. 38–47.  
14. Naeve C.W., Webster R.G. Sequence of the hemagglutinin gene from influenza virus A/Seal/Mass/1/80. Virology. 1983, vol. 129, iss. 2, pp. 298–308.  
15. Callan R.J., Early G., Kida H., Hinshaw V.S. The appearance of H3 influenza viruses in seals. Journal of General Virology. 1995. vol. 76. Pt 1. pp. 199–203.  
16. Steuen S., Have P., Osterhaus A.D., Arnemo J.M., Moustgaard A. Serological investigation of virus infections in harp seals (*Phoca groenlandica*) and hooded seals (*Cystophora cristata*). Veterinary Record, 1994, vol. 134, iss. 19, pp. 502–503. doi: 10.1136/vr.134.19.502  
17. De Boer G.F., Back W., Osterhaus A.D.M.E. An ELISA for the detection of antibodies against influenza A nucleoprotein in humans and various animal species. Archives of Virology, 1990, vol. 115, iss. 1-2, pp. 47–61. doi: 10.1007/BF01310622  
18. Nielsen O., Clavijo A., Boughen J.A. Serologic Evidence of Influenza A Infection in Marine Mammals of Arctic Canada. Journal of Wildlife Diseases, 2001, vol. 37, iss. 4, pp. 820–825. doi: 10.7589/0090-3558-37.4.820  
19. Goldstein T., Mena I., Anthony S.J., Medina R., Robinson P.W., Greig D.J., Costa D.P., Lipkin W.I., Garcia-Sastre A., Boyce W.M. Pandemic H1N1 influenza isolated from free-ranging Northern Elephant Seals in 2010 off the central California coast. PLoS One,



- 2013, vol. 8, iss. 5, e62259. doi: 10.1371/journal.pone.0062259
20. Anthony S.J., St. Leger J.A., Pugliares K., Ip H.S., Chan J.M., Carpenter Z.W., Navarrete-Macias I., Sanchez-Leon M., Saliki J.T., Pedersen J., Karesh W., Daszak P., Rabadan R., Rowles T., Lipkin W.I. Emergence of fatal avian influenza in New England harbor seals. *MBio*, 2012, vol. 3, no. 4, e00166-12. doi: 10.1128/mBio.00166-12
21. Bodewes R., Rubio García A., Brasseur S.M., Sanchez-Conteras G.J., van de Bildt M., Koopmans M., Osterhaus A., Kuiken T. Seroprevalence of Antibodies against Seal Influenza A(H10N7) Virus in Harbor Seals and Gray Seals from the Netherlands. *PLoS ONE*, 2015, vol. 10, iss. 12, e0144899. doi:10.1371/journal.pone.0144899
22. Lvov D.K., Zdanov V.M., Sazonov A.A., Braude N.A., Vladimirtseva E.A., Agafonova L.V., Skljanskaja E.I., Kaverin N.V., Reznik V.I., Pysina T.V., Oserovic A.M., Berzin A.A., Mjasnikova I.A., Podcornjaeva R.Y., Klimenko S.M., Andrejev V.P., Yakhno M.A. Comparison of influenza viruses isolated from man and from whales. *Bull World Health Organ*. 1978, vol. 56, iss. 6, pp. 923–930.
23. Hinshaw V.S., Bean W.J., Geraci J., Fiorelli P., Early G., Webster R.G. Characterization of two influenza A viruses from a pilot whale. *Journal of Virology*. 1986, vol. 58, iss. 2, pp. 655–656.
24. L'vov D.K., Zhdanov V.M. Epidemic viruses genes persistence in natural populations. *Voprosy virusologii [Problems of Virology]*. 1982, vol. 27, no. 4, pp. 17–20. (In Russian)
25. Yamnikova S.S., Gambaryan A.S., Fedyakina I.T., Shilov A.A., Petrova Ye.S., Lvov D.K. Monitoring of influenza A virus circulation in a population of wild birds in Northern Caspian region. *Voprosy virusologii [Problems of Virology]*. 2001, vol. 46, no. 4, pp. 39–43. (In Russian)
26. Ohishi K., Ninomiya A., Kida H., Park C.H., Maruyama T., Arai T., Katsumata E., Tobayama T., Boltunov A.N., Khuraskin L.S., Miyazaki N. Serological Evidence of Transmission of Human Influenza A and B Viruses to Caspian Seals (*Phoca caspica*). *Microbiol. Immunol.* 2002, vol. 46, iss. 9, pp. 639–644.
27. Shestopalov A.M., Beklemishev A.B., Khuras'kin L.S., Ternovoy V.A., Blinov V.M., Netesov S.V. Para- i ortomiksovirusy u kaspiyskikh tyuleney [Para- and orthomixoviruses in Caspian seals]. 2 *Mezhdunarodnaya konferentsiya «Morskie mlekovitayushchie Golarktiki», Baikal, 10-15 sentyabrya 2002* [2 International Conference "Marine mammals of the Holarctic", Baikal, 10-15 September 2002]. Baikal, 2002, pp. 287–289. (In Russian)
28. Chuvakova Z.K., Ikranbegiyn R., Glebova T.I. Influenza in seals. *Izvestiya NAN RK, Seriya biologiya i meditsina* [News of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of biological and medical]. 2001, no. 3, pp. 47–54. (In Russian)
29. Gulyaeva M.A., Alekseev A.Yu., Sharshov K.A., Sivay M.V., Shestopalov A.M., Shestopalova L.V. Morphological changes in lung tissue in mice BALB/C in experimental infection with avian influenza H4N6, isolated from the caspian seal (*Phoca caspica*). *Veterinarnaya patologiya [Veterinary Pathology]*. 2016, iss. 57, no. 3, pp. 11–17. (In Russian)
30. Van Bresse M.F., Duignan P.J., Banyard A., Barbieri M., Colegrove K.M., De Guise S., Di Guardo G., Dobson A., Domingo M., Fauquier D., Fernandez A., Goldstein T., Grenfell B., Groch K.R., Gulland F., Jensen B.A., Jepson P.D., Hall A., Kuiken T., Mazzariol S., Morris S.E., Nielsen O., Raga J.A., Rowles T.K., Saliki J., Sierra E., Stephens N., Stone B., Tomo I., Wang J., Waltzek T., Wellehan J.F. Cetacean morbillivirus: current knowledge and future directions. *Viruses*, 2014, no. 6(12), pp. 5145–5181. doi: 10.3390/v6125145
31. Hall A.J., Pomeroy P.P., Harwood J. The descriptive epizootiology of phocine distemper in the UK during 1988/89. *Sci. Total. Environ.* 1992, vol. 115, iss. 1-2, pp. 31–44.
32. Kumarev V.P. The outbreak of carnivorous plague in Baikal seals. In: *Morskiye mlekovitayushchiye* [Marine mammals]. Svetlogorsk, 1990, pp. 168–170. (In Russian)
33. Visser I.K., Kumarev V.P., Orvell C., de Vries P., Broeders H.W., van de Bildt M.W., Groen J., Teppema J.S., Burger M.C., UytdeHaag F.G. Comparison of two morbilliviruses isolated from seals during outbreaks of distemper in North West Europe and Siberia. *Arch. Virol.* 1990, vol. 111, iss. 3-4, pp. 149–164.
34. Pearce F. Seal virus spreads to porpoises. *New Sci.* 1988, no. 120, 21 p.
35. Van Bresse M.F., Visser I.K.G., De Swart R.L., Örvell C., Stanzani L., Androukaki E., Siakavara K., Osterhaus A.D.M.E. Dolphin morbillivirus infection in different parts of the Mediterranean Sea. *Archives of Virology*. 1993, vol. 129, iss. 1-4, pp. 235–242.
36. Birkun A.A. Whales and dolphin viruses. *Mikrobiologicheskiy zhurnal [Microbiology Journal]*. 1996, vol. 58, no. 5, pp. 100–106. (In Russian)
37. Birkun A.A., Kriyeokhizhin S. *Zveri Chernogo morya. O del'finakh i tyuleneyakh i ikh otnosheniyakh s che-lovekom* [Animals of the Black Sea. About dolphins and seals and their relationship with humans]. Simferopol, Tavriya Publ., 1996, 96 p. (In Russian)
38. Serrano L., Simeone C.A., Colegrove K.M., Duignan P.J., Goldstein T., Gulland F.M. Cetacean Morbillivirus in Odontocetes Stranded along the Central California Coast, USA, 2000-15. *J Wildl Dis.*, 2017, vol. 53, iss. 2, pp. 386–392. doi: 10.7589/2016-09-219



## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

### Принадлежность к организации

**Марина А. Гуляева\*** – аспирант Научно-исследовательского института экспериментальной и клинической медицины, 630117, г. Новосибирск, ул. Тимакова 2; старший преподаватель кафедры физиологии Новосибирского государственного университета, 630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова 2. Тел. +79529136513. E-mail: mgulyaeva@gmail.com

**Александр Ю. Алексеев** – к.б.н., с.н.с Научно-исследовательского института экспериментальной и клинической медицины, г. Новосибирск, Россия. E-mail: Al-AlexOK@ngs.ru,

**Кирилл А. Шаршов** – к.б.н., с.н.с Научно-исследовательского института экспериментальной и клинической медицины, г. Новосибирск, Россия.

**Гайирбег М. Абдурахманов** – академик РЭА, д.б.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой биологии и биоразнообразия, Институт экологии и устойчивого развития, Дагестанский государственный университет; с.н.с. лаборатории экологии животных Прикаспийского института биологических ресурсов ДНЦ РАН, г. Махачкала, Россия.

**Алимурад А. Гаджиев** – к.б.н., доцент кафедры экологии Института экологии и устойчивого развития Дагестанского государственного университета, г. Махачкала, Россия. E-mail: ali-eco@mail.ru

**Мадина Г. Даудова** – к.б.н., доцент кафедры биологии и биоразнообразия, Институт экологии и устойчивого развития Дагестанского государственного университета, г. Махачкала, Россия.

**Мадина З. Магомедова** – к.б.н., доцент кафедры экологии Дагестанского государственного университета; м.н.с. лаборатории экологии животных Прикаспийского института биологических ресурсов ДНЦ РАН, г. Махачкала, Россия.

**Александр М. Шестопалов** – д.б.н., профессор, ВРИО Директора Научно-исследовательского института экспериментальной и клинической медицины, г. Новосибирск. E-mail: shestopalov2@ngs.ru

### Критерии авторства

Марина А. Гуляева проводила сводный анализ представленной в открытом доступе литературы по теме исследования. Александр А. Алексеев, Кирилл А. Шаршов, Алимурад А. Гаджиев, Мадина З. Магомедова, Мадина Г. Даудова, Гайирбег М. Абдурахманов и Александр М. Шестопалов корректировали рукопись до подачи в редакцию. Все авторы в равной степени участвовали в этой работе. Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 19.10.2017

Принята в печать 30.11.2017

## AUTHORS INFORMATION

### Affiliations

**Marina A. Gulyaeva\*** – Postgraduated student, researcher, Novosibirsk State University; 630090, Pirogova str., 2, Novosibirsk, Russia; Scientific Research Institute of Experimental and Clinical Medicine; 630117, Timakova str., 2, Novosibirsk, Russia, Phone: +7 (383) 335-9405; Fax: +7 (383) 333-6456; e-mail: mgulyaeva@gmail.com

**Alexander Yu. Alekseev** – Ph.D., Senior Researcher of Scientific Research Institute of Experimental and Clinical Medicine, Novosibirsk, Russia, e-mail: Al-AlexOK@ngs.ru

**Kirill A. Sharshov** – Ph.D., Senior Researcher of Scientific Research Institute of Experimental and Clinical Medicine, Novosibirsk, Russia.

**Gayirbeg M. Abdurakhmanov** – Academician of Russian Academy of Ecology, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of Russia, Head of the department of biology and biodiversity, Institute of Ecology and Sustainable Development, Dagestan State University; Senior research worker of the Laboratory of Animal Ecology Caspian Institute of Biological Resources of the Dagestan Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia.

**Alimurad A. Gadzhiev** – Ph.D., Associate Professor of the department of ecology of the Dagestan State University, Makhachkala, Russia. E-mail: ali-eco@mail.ru

**Madina G. Daudova** – Ph.D., Associate professor of the department of biology and biodiversity of Institute of Ecology and Sustainable Development, Dagestan State University, Makhachkala, Russia.

**Madina Z. Magomedova** – Ph.D., Assistant professor of the Department Ecology Dagestan State University; Junior research worker of the Laboratory of Animal Ecology Caspian Institute of Biological Resources of the Dagestan Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia.

**Alexander M. Shestopalov** – Dr., Professor, Director of Scientific Research Institute of Experimental and Clinical Medicine, Novosibirsk, Russia, e-mail: shestopalov2@ngs.ru

### Contribution

Marina A. Gulyaeva conducted a consolidated analysis of the research topic in the literature reported in open access. Alexander Yu. Alekseev, Kirill A. Sharshov, Alimurad A. Gadzhiev, Madina Z. Magomedova, Madina G. Daudova, Gayirbeg M. Abdurakhmanov and Alexander M. Shestopalov corrected the manuscript prior to submission to the editor. All authors have been equally involved in this research. Authors are equally responsible for the manuscript and for avoiding the plagiarism and self-plagiarism.

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 19.10.2017

Accepted for publication 30.11.2017