Оригинальная статья / Original article
УДК 574.5; 578.4
DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-35-47

# СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ЦИРКУЛЯЦИИ ГЕРПЕСВИРУСОВ У СИВУЧЕЙ (*EUMETOPIAS JUBATUS, SCHREBER*, 1776) ОХОТСКОГО МОРЯ

***[1]Анастасия А. Дёрко, [1,2]Александр Ю. Алексеев*, [1]Кирилл А. Шаршов,***
***[3,4]Владимир Н. Бурканов, [2]Джалалутдин М. Джамалутдинов,***
***[5]Гурият Н. Абдулгалимова, [5]Патимат М. Ибнумасхудова***
*[1]ФИЦ «Фундаментальной и трансляционной медицины» СО РАН,*
*Новосибирск, Россия, al-alexok@ngs.ru*
*[2]Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия*
*[3]Камчатский филиал ФГБУН Тихоокеанского института географии ДВО РАН,*
*Петропавловск-Камчатский, Россия*
*[4]Аляскинский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, НОАА, Сиэтл, США*
*[5]Дагестанский государственный медицинский университет, Махачкала, Россия*

**Резюме.** ***Цель:*** при помощи скрининга сывороток крови 370 щенков сивуча (*Eumetopias jubatus, Schreber*, 1776) Охотского моря за период 2008 – 2012 гг. и анализа литературных данных оценить возможность циркуляции герпесвирусов и их возможные пути передачи. ***Методы.*** Мы исследовали 370 сывороток крови щенков сивуча (2008-2012 гг.) с о. Тюлений, о. Чкалова и с островов Большой Курильской гряды на наличие антител к двум представителям подсемейств *Alphaherpesvirinae и Gammaherpesvirinae* при помощи твёрдофазного иммуноферментного анализа. ***Результаты.*** Проведённый анализ показал, что из 370 сывороток в 50 диагностированы антитела к вирусу ветряной оспы (подсемейство *Alphaherpesvirinae*) и в 46 – к вирусу Эпштейна-Барр (подсемейство *Gammaherpesvirinae*). ***Заключение.*** Анализ литературы показал, что особенности экологии вида способствуют реализации основных путей передачи герпесвирусов между особями, а также определил возможные факторы риска передачи неспецифических герпесвирусов между сивучами и животными, с которыми они вынуждены соседствовать. Полученные нами результаты совпадают с имеющимися в литературе данными и косвенно подтверждают циркуляцию герпесвирусов в популяциях сивучей Большой гряды Курильских островов, а также острова Тюлений. Мы наблюдаем достоверное отличие количества щенков сивуча с наличием антител к гаммагерпесвирусам на островах Курильской гряды и островах Охотского моря (P>99,7). Различий в количестве щенков сивуча с наличием антител к альфагерпесвирусам достоверно не обнаружено.

**Ключевые слова:** *Eumetopias jubatus, Alphaherpesvirinae, Gammaherpesvirinae*, серодиагностика, вирусная инфекция, Охотское море, герпесвирусы ластоногих.

**Формат цитирования:** Дёрко А.А., Алексеев А.Ю., Шаршов К.А., Бурканов В.Н., Джамалутдинов Дж.М., Абдулгалимова Г.Н., Ибнумасхудова П.М. Современные представления о циркуляции герпесвирусов у сивучей (*Eumetopias jubatus, Schreber*, 1776) Охотского моря // Юг России: экология, развитие. 2019. Т.14, N2. С.35-47. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-35-47

# MODERN VIEWS ON THE CIRCULATION OF HERPES VIRUSES IN THE OKHOTSK SEA STELLER SEA LION (*EUMETOPIAS JUBATUS, SCHREBER*, 1776)

***[1]Anastasiya A. Derko, [1,2]Alexander Yu. Alekseev*, [1]Kirill A. Sharshov,***
***[3,4]Vladimir N. Burkanov, [2]Jalalutdin M. Jamalutdinov,***
***[5]Guriyat N. Abdulgalimova, [5]Patimat M. Ibnumaskhudova***
*[1]FSBSI "Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine" SB RAS, Novosibirsk, Russia, al-alexok@ngs.ru*
*[2]Dagestan State University, Makhachkala, Russia*
*[3]Kamchatka branch of the Pacific Geographical Institute, Far-Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia*
*[4]Alaska Fisheries Science Center, NOAA, Seattle, WA, USA*
*[5]Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russia*

**Abstract.** ***Aim.*** To evaluate the possibility of herpes viruses circulation and possible routes of transmission in population of Steller sea lions of the Sea of Okhotsk by combining a thorough literature study with screening of blood sera samples of Steller sea lion puppies of the Sea of Okhotsk obtained in 2008-2012. ***Methods.*** We investigated 370 blood sera of puppies of the Steller sea lion (2008-2012) from Tyulenij island, Chkalova island and from the Kurile Islands for the presence of antibodies to two members of the subfamily Alphaherpesvirinae and Gammaherpesvirinae using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). ***Results.*** The data showed that out of 370 sera samples, 50 contained antibodies to the varicella-zoster virus (subfamily Alphaherpesvirinae) and 46 – to the Epstein-Barr virus (subfamily Gammaherpesvirinae). ***Main conclusions.*** The literature study revealed that the ecology peculiarities of species contribute to the realization of the main ways of transmission of herpes viruses between individuals. We were also able to identify possible risk factors for the transmission of non-specific herpes viruses between Steller sea lion and the animals with which they are forced to coexist. The results obtained are in a good agreement with the literature data and indirectly confirm the circulation of herpes viruses in the Steller sea lion of the Kuril Islands, as well as the island Tyulenij. We observe a significant difference in the number of Steller sea lion puppies with the presence of antibodies to gamma-herpes viruses on the Kuril Islands and the Okhotsk Sea islands (P > 99,7). Differences in the number of Steller sea lion puppies with the presence of antibodies to alpha herpes viruses were not reliably detected.

**Keywords:** *Eumetopias jubatus*, *Alphaherpesvirinae*, *Gammaherpesvirinae*, serological diagnostics, viral infection, Okhotsk Sea, herpes viruses of pinnipeds.

**For citation:** Derko A.A., Alekseev A.Yu., Sharshov K.A., Burkanov V.N., Jamalutdinov J.M., Abdulgalimova G.N., Ibnumaskhudova P.M. Modern views on the circulation of herpes viruses in the Okhotsk sea Steller sea lion (*Eumetopias jubatus*, *Schreber*, 1776). *South of Russia: ecology, development.* 2019, vol. 14, no. 2, pp. 35-47. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-35-47

## ВВЕДЕНИЕ

Сивуч, или северный морской лев Стеллера (*Eumetopias jubatus*, *Schreber*, 1776*)* в списке Международного союза охраны природы и природных ресурсов (IUCN) отнесён к категории видов, близких к уязвимому положению [1]. В нашей стране сивуч занесён в

Красную книгу Российской Федерации с присвоенной категорией 2: неуклонно сокращается численность по всему ареалу под воздействием пока неясных факторов [2; 3]. Среди возможных причин снижения численности сивуча стоит взять во внимание паразитарные и инфекционные заболевания, которые могут приводить как к гибели особей, так и к снижению общей резистентности [4]. Мониторинг эпидемиологической ситуации в популяциях сивуча позволит определить роль инфекционных заболеваний в снижении численности вида, а также предсказать изменения приспособляемости к условиям среды обитания.

Герпесвирусная инфекция ластоногих впервые была зарегистрирована в 1985 году, когда у 23 щенков тюленей (*Phoca vitulina*, *Linnaeus*, 1758) развилось острое инфекционное заболевание с симптомами пневмонии, которое привело к гибели 11 особей. После идентификации вирус получил название «*phocid herpesvirus* 1» (PhHV-1) и отнесён к подсемейству *Alphaherpesvirinae* [5]. Во время эпизоотии 1988 года, вызванной вирусом чумы тюленей, у взрослых тюленей был выделен PhHV-1, который сочли вторичным/оппортунистичным по отношению к вирусу чумы тюленей (*Phocine morbillivirus*) [6].

Согласно многочисленным литературным данным у ластоногих диагностируют самые разные герпесвирусы, которые не являются для них специфичными. Так, в 1988 г. были получены данные, подтверждающие факт заражения ластоногих герпесвирусами лошадей типа 1 (*Equid herpesvirus 1*), крупнорогатого скота типа 1 (*Bovine herpesvirus 1*) и кошачьим типа 1 (*Felid herpesvirus 1*) [7-9]. Данные вирусы в сочетании с PhHV-1 явились причиной большого количества абортов у самок ластоногих [7-9]. Позднее была выявлена связь между патологическими поражениями (язвенные поражения пищевода, В-клеточная лимфома) и герпесвирусом тюленей типа 3 (*Phocid gammaherpesvirus 3*, род *Percavirus*) у калифорнийского морского льва (*Zalophus californianus Lesson*, 1828) [10].

В связи с вышесказанным изучение циркуляции специфичных и неспецифичных герпесвирусов для сивучей и поиск возможных путей их передачи как в пределах вида, так и в межвидовом взаимодействии играет важную роль в оценке динамики численности этих животных.

*Цель:* при помощи скрининга сывороток крови 370 щенков сивуча Охотского моря (2008-2012) и анализа литературных данных оценить возможность циркуляции герпесвирусов и их возможные пути передачи.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Сбор крови щенков сивучей

Было исследовано 370 сывороток крови щенков сивуча на наличие антител класса IgG к двум патогенам. Материал был собран во время экспедиций 2008-2012 годов по обследованию лежбищ сивуча на западном участке ареала – с острова Тюлений, острова Чкалова, с островов Большой Курильской гряды: острова Анциферова, скал Ловушек, острова Райкоке, скал Среднева, острова Брат Чирпоев (табл. 1).

Пробы брали во время мечения 2-4 недельных щенков сивуча. Кровь забиралась из хвостовой ягодичной вены в вакуумные пробирки с гепарином, затем центрифугировались при 3000-3200 об/мин в течение 6 минут. Полученную сыворотку отбирали в полиэтиленовые пробирки и замораживали при температуре -20 С. Доставка сывороток крови в лабораторию осуществлялась в пенопластовом контейнере с хладагентами (температура при вскрытии не превышала +8 ºС). В лаборатории хранение образцов сывороток крови осуществляли при -24ºС вплоть до использования в эксперименте. После полного размораживания при комнатной температуре сыворотки крови доводили фосфатно-солевым буферным раствором (pH = 7.4) до рабочего разведения 1:40.

*Таблица 1*

**Количество собранного материала с различных участков западной части ареала *Eumetopias jubatus***

*Table 1*

**Number of samples collected in the western part of the *Eumetopias jubatus* habitat**

| **Место сбора биологического материала (крови)** Blood sampling locations | | **Краткая характеристика** Main characteristics of an island | **Количество собранных образцов** Number of samples collected |
|---|---|---|---|
| **Охотское море** The Okhotsk sea | остров Тюлений Tyulenij island | остров сложен обломочными горными породами, площадь 0,54 км$^2$; поселения людей отсутствуют the island is composed of clastic rocks, an area 0,54 km$^2$; uninhabited | 40 |
| | остров Чкалова Chkalova island | размеры острова 17×1 км; имеются поселения людей island size 17×1 km; inhabited | 8 |
| **Большая гряда Курильских островов** Kurile Islands | остров Анциферова Anciferova island | остров является надводной частью потухшего вулкана, площадь 7 км$^2$; поселения людей отсутствуют the island is the topside of an extinct volcano, an area 7 km$^2$; uninhabited | 68 |
| | скалы Ловушки Lovushki rocks | состоят из 10 крупных скал; поселения людей отсутствуют consist of 10 large rocks; uninhabited | 48 |
| | остров Райкоке Rajkoke island | остров является надводной частью действующего вулкана, площадь 4,58 км$^2$; поселения людей отсутствуют the island is a part of the active volcano, an area 4,58 km$^2$, uninhabited | 74 |
| | скалы Среднева Sredneva rocks | поселения людей отсутствуют uninhabited | 81 |
| | остров Брат Чирпоев Brat Chirpoev island | представляет собой цепь неактивных вулканических конусов; поселения людей отсутствуют is a chain of inactive volcanic cones; uninhabited | 51 |
| **Всего** / Total: 370 | | | |

**Иммуноферментный анализ**

Наличие антител к герпесвирусам определяли с помощью ИФА-тест-систем «Векто-VZV-IgG» (ЗАО «Вектор-Бест», РФ), содержащей антигены к вирусу ветряной оспы (*Herpesvirales*: *Herpesviridae*, *Alphaherpesvirinae*, *Varicellovirus*) и «Векто-ВЭБ-VCA-IgG» (ЗАО «Вектор-Бест», РФ), содержащей антиген вируса Эпштейна-Барр (*Herpesvirales*: *Herpesviridae*, *Gammaherpesvirinae*, *Lymphocryptovirus*) с выявлением иммунных комплексов конъюгатом рекомбинантного белка А [11; 12] и пероксидазы хрена (ООО «Биалекса», РФ). Во всех анализах в качестве хромогена использовали тетраметилбензидин. Интенсивность окрашивания пропорциональна концентрации специфических антител в анализируемых образцах. Время проведения анализа составляло от 100 до 140 минут в соответствии с инструкциями к тест-системам. Объем вносимых в лунку разведений сыворотки крови равнялся 100 мкл. Образец считался положительным, если все повторы в разведении 1:40 были положительны.

## ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведённый иммуноферментный анализ показал следующие результаты: из 370 сывороток крови щенков сивучей в 50 диагностированы антитела к вирусу ветряной оспы (подсемейство *Alphaherpesvirinae*) и в 46 – к вирусу Эпштейна-Барр (подсемейство *Gammaherpesvirinae*).

В нашем исследовании использовались готовые наборы для проведения иммуноферментного анализа с сорбированными антигенами вирусов человека. Данный выбор основывается на том, что герпесвирусы, находящиеся в пределах одного рода или подсемейства, имеют общие антигенные свойства, что обуславливает сходный серологический ответ инфицированного организма [8; 13; 14]. Так, например, при поиске причины гибели 11 тюленей в 1985 году, *Phocid alphaherpesvirus 1* (род *Varicellovirus*) показывал сходные результаты с вирусами кошачьего и собачьего герпеса при анализе биологического материала серологическими методами [5]. Последующее секвенирование подтвердило высокое сходство этих вирусов. Известно и множество случаев выделения от ластоногих герпесвирусов лошадей (*Equid herpesvirus 1*) и крупного рогатого скота (*Bovine herpesvirus 1*) [7-9], которые относятся к роду *Varicellovirus*. Таким образом, полученные положительные результаты на тест-системах с антигенами вируса ветряной оспы и вируса Эпштейна-Барр могут говорить о контактах северного морского льва с несколькими герпесвирусами в пределах одного рода или подсемейства.

У ластоногих смертельные генерализованные инфекции, вызванные *phocid herpesvirus* 1, обычно случаются только среди новорожденных [5]. В целом, герпесвирусы ластоногих связывают с пневмонией, урогенитальными опухолями, лимфомой, некрозом надпочечников и печени [15-17]. Большинство исследований говорят о том, что роль герпесвирусов ластоногих в развитии патологической картины заболевания недостаточно ясна, так как чаще всего *Phocid alphaherpesvirus 1* и *Phocid gammherpesvirus 2* выделяют из клинического материала погибших особей в совокупности с чумой тюленей (*Phocine morbillivirus*) и другими инфекциями [6; 10; 14; 17].

Для исследования нам была доступна только сыворотка 2-4-недельных щенков сивуча. Однако в этом возрасте в крови щенков преобладают антитела, полученные с молоком матери, так как формирование собственной иммунной системы занимает значительное время. Таким образом, по антителам в крови щенка можно судить о перенесённых инфекциях половозрелых самок популяции.

Герпесвирусы передаются аэрогенным, парентеральным, контактным и половым путями. Обзор литературы показал, что определённые особенности экологии сивуча могут способствовать непрерывной передаче герпесвирусов как в пределах вида, так и между популяциями различных видов животных и птиц. К таким особенностям относятся: образование гаремов; драки между самцами за возможность образования гарема; образование репродуктивных лежбищ в местах скоплений других млекопитающих и птиц; частые контакты с антропоэкосистемами.

Сивучи в репродуктивный период образуют гаремы, в которых на одного самца приходится до 20 самок [18; 19]. Каждый год самец выбирает новых самок, что многократно увеличивает возможность передачи герпесвирусов половым путём. Создание гаремов нередко сопровождается кровопролитными драками между крупными самцами, что повышает вероятность передачи герпесвирусной инфекции парентеральным путём.

Репродуктивные лежбища сивучей приурочены к небольшим островам, находящимся вдали от человека, однако эти острова привлекают не только сивучей, но и других ластоногих и птиц [20]. Чаще всего сивуч соседствует с морскими котиками. К середине репродуктивного сезона совокупная численность котиков и львов может достигать нескольких тысяч особей [18; 20]. Весьма тесные контакты между данными видами ушастых тюленей могут реализовать аэрогенный и контактный пути передачи герпесвирусов. К тому же стоит отметить, что северные морские львы не боятся

нетипичных обитателей лежбищ, таких как песцы и собаки (в том случае, если собаки не нападают), что также может способствовать передаче инфекции. Реакции на песцов и собак в большинстве случаев носят ориентировочный и игровой характер [21].

Через контакты с человеком могут быть реализованы сразу несколько путей передачи герпесвирусных инфекций: парентеральный, аэрогенный и контактный. Данные пути реализуется в драках с собаками и во время конфликтов сивучей с рыбаками [22]. Особый интерес при рассмотрении передачи инфекционных заболеваний, в целом, представляют временные зимние лежбища морских львов в черте городов [23; 24]. Описаны случаи образования зимних лежбищ на территории очистных сооружений хозяйственно-бытовых вод, доступ людей и домашних животных к которым ограничен, что и привлекает ластоногих на данную территорию [24].

Стоит заметить, что репродуктивные лежбища сивуча, в отличие от мест отдыха во время осуществления кочевок и отдыха после кормёжки, не представляют собой безжизненные голые камни и скалы. Репродуктивные лежбища располагаются на участках суши, которые населены различными видами животных, птиц, насекомых и паукообразных. В качестве примера наиболее информативно привести остров Тюлений. Данный остров не занят человеком, в пределах острова нет хищников, а по окраинам располагаются обширные пляжи, что делает о. Тюлений привлекательным местом для образования репродуктивных лежбищ морскими млекопитающими. Ранее сивучи и морские котики занимали большую часть пляжной территории, а на основной части острова на высоте 16-18 метров располагались гнездовья птиц. Однако на данный момент ситуация изменилась – воздвигнутые человеком в 1965 году ограждения и здания пришли в негодность, что стало значительной проблемой для обитателей острова [20]. Деревянные ограждения создавались с целью ограничения доступа ушастых тюленей к местам гнездовий птиц. Разрушение ограждений привело к снижению численности птиц и увеличению численности морских котиков, которые стали активно осваивать новую территорию, а сивучи, почти в отсутствии межвидовой конкуренции, заняли большую часть пляжа. Таким образом, о. Тюлений, как и некоторые другие острова, на которых в высокой концентрации располагаются ластоногие и морские птицы, является потенциальным местом для передачи и дальнейшей адаптации вирусов птиц к млекопитающим [20].

По местам сбора проб сыворотки крови щенков сивучей с выявленными антителами к альфа- и гамма-герпесвирусам распределились неравномерно (табл. 2).

***Таблица 2***

**Распределение положительных сывороток по местам сбора проб**

***Table 2***

**Number of positive sera at sampling sites**

| **Места сбора проб** Sampling locations | | **Количество сывороток с антителами к вирусу ветряной оспы (подсемейство *Alphaherpesvirinae*)** The number of serums with antibodies to varicella-zoster virus (subfamily *Alphaherpesvirinae*) | **Количество сывороток с антителами к вирусу Эпштейна-Барр (подсемейство *Gammaherpesvirinae*)** The number of serums with antibodies to Epstein-Barr virus (subfamily *Gammaherpesvirinae*) | **Количество собранных проб** Number of samples collected |
|---|---|---|---|---|
| Охотское море Okhotsk sea | остров Тюлений island Tyulenij | 4 (10%) | 1 (2,5%) | 40 (100%) |
| | остров Чкалова island Chkalova | 0 (0%) | 1 (12,5%) | 8 (100%) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Большая гряда Курильских островов Kurile Islands | остров Анциферова island Anciferova | 15 (22,1%) | 8 (11,8%) | 68 (100%) |
| | скалы Ловушки rocks Lovushki | 3 (6,2%) | 5 (10,4%) | 48 (100%) |
| | остров Райкоке island Rajkoke | 8 (10,8%) | 12 (16,2%) | 74 (100%) |
| | скалы Среднева rocks Sredneva | 13 (16,1%) | 7 (8,6%) | 81 (100%) |
| | остров Брат Чирпоев island Brat Chirpoev | 7 (13,7%) | 12 (23,5%) | 51 (100%) |
| **Всего** / Total: | | 50 | 46 | 370 |

Наибольшее количество сывороток с антителами к альфа-герпесвирусам было зарегистрировано на о. Анциферова, в то время как наибольшее количество сывороток с антителами к гамма-герпесвирусам было собрано с островов Брат Чирпоев и Райкоке. Оценивая полученные результаты, можно увидеть, что количество щенков сивучей, у которых наблюдается наличие антител к вирусам герпеса разных типов, на островах Курильской гряды значительно больше, чем на островах Охотского моря (рис. 1).

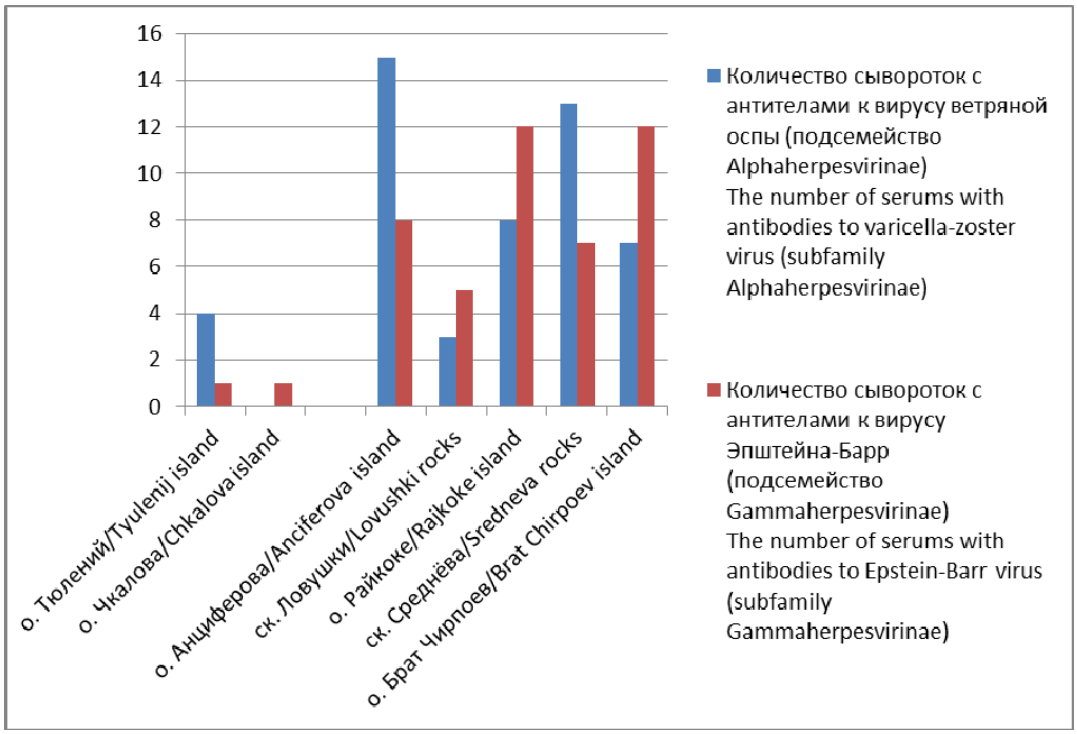



***Рис.1.*** **Распределение положительных сывороток по группам островов**
***Fig.1.*** **Distribution of positive sera at island groups**

Мы наблюдаем достоверное отличие количества щенков сивуча с наличием антител к гамма-герпесвирусам на островах Курильской гряды и островах Охотского моря (P>99,7). Различий в количестве щенков сивуча с наличием антител к альфа-герпесвирусам достоверно не обнаружено. Вероятнее всего сивучи, образующие лежбища на островах Курильской гряды, составляют общую субпопуляцию, так как для взрослых особей характерны постоянные кочевки между лежбищами [18]. Это значит, что по-

лученные данные иммуноферментного анализа сывороток, собранных с данных островов, правомерно объединить в общий результат.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Всего было исследовано 370 (100%) сывороток крови щенков сивучей. Из них диагностированы антитела к герпесвирусам в 96 (25,9%) случаях: 50 (13,5 %) к альфа-герпесвирусам и 46 (12,4 %) к гамма-герпесвирусам. Наибольшее количество сывороток крови с выявленными антителами к альфа-герпесвирусам было собрано на острове Анциферова (22,1% от общего количества материала, собранного на данном острове), а к гамма-герпесвирусам – на островах Райкоке (16,2%) и Брат Чирпоев (23,5%). Полученные нами результаты совпадают с имеющимися в литературе данными и косвенно подтверждают циркуляцию герпесвирусов в популяциях сивучей Большой гряды Курильских островов, а также острова Тюлений. Однако это утверждение не поддаётся детализации до тех пор, пока эти вирусы не будут изолированы и охарактеризованы. Только систематические исследования иммунного статуса щенков и взрослых сивучей, а также изучение причин гибели этих животных могут позволить сделать окончательное заключение о роли инфекционных болезней на изменение численности сивучей в северо-западной части Тихого океана.

Специфические особенности экологии сивуча могут способствовать реализации основных путей передачи герпесвирусов как в пределах вида, так и между популяциями различных видов животных, контактирующих с сивучами.

***Благодарность:*** 1. Экспедиции по обследованию лежбищ сивуча были выполнены при финансовой поддержке National Marine Mammal Laboratory (NMFS, NOAA, USA), Alaska SeaLife Center (USA) и Amway Nature Center (Japan).
2. Работа выполнена при поддержке Гранта Президента РФ МК-6831.2018.4 (075-02-2018-1022)
***Acknowledgments:*** 1. Expedition for the survey of the Steller sea lion rookeries was financially supported by the National Marine Mammal Laboratory (NMFS, NOAA, USA), Alaska SeaLife Center (USA) and Amway Nature Center (Japan).
2. The work was supported by the Grant of the President of the Russian Federation MK-6831.2018.4 (075-02-2018-1022).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Gelatt T. & Sweeney K. Eumetopias jubatus. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. e.T8239A45225749. URL: http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T8239A45225749.en. (дата обращения: 13.03.2019)
2. Красная книга Российской Федерации (животные) / Гл. редкол.: В.И. Данилов-Данильян и др. М.: АСТ: Астрель, 2001. 862 с.
3. Бурканов В.Н., Артемьева С.М., Исоно Т., Пермяков П.А., Третьяков А.В., Хаттори К. Краткие результаты учёта сивуча (*Eumetopias jubatus*) в северной части Охотского моря и у побережья о. Сахалин в 2013 г. // Морские млекопитающие Голарктики: материалы междунар. науч. конф., Санкт-Петербург, 22-27 сентября 2014 г. С. 108-112.
4. Соколова О.В., Ездакова И.Ю., Чеботарева Т.А., Денисенко Т.Е. Получение и применение антисыворотки к иммуноглобулину сивуча для проведения иммуноэкологических исследований морских млекопитающих // Морские млекопитающие Голарктики: материалы междунар. науч. конф., Калининград, 11-15 октября 2010 г. С. 534-540.
5. Bors T.G., Walvoor T.H., Reijnders P., Kamp J., Van Der An outbreak of a herpesvirus infection in harbor seals (*Phoca vitulina*) // Wildlife Diseases. 1986. V. 22. P. 1-6.
6. Osterhaus A.D.M.E., Vedder E.J. Identification of virus causing recent seal deaths // Nature. 1988. V. 335. Iss. 6185. P. 20-20. https://doi.org/10.1038/335020a0

7. Frey H.-R., Liess B., Haas L., Lehmann H., Marschall H. J. Herpesvirus in harbor seals (*Phoca vitulina*): isolation, partial characterization and distribution // Vet. Med. 1989. B. V. 36. P. 699-708.
8. Stenvers O., Zhang X.M., Bries E.T., Ludwig H. Characterization of viruses involved in the seal mass mortality. In Proc. 6th Int. Conf. on Wildlife Diseases, 6-11 August, Berlin. 1990.
9. Zarnke R.L., Harder T.C., Vos H.W., Ver Hoef J.M., Osterhaus A.D.M.E. Serologic survey for phocid herpesvirus-1 and -2 in marine mammals from Alaska and Russia // Wildlife Diseases, 1997. V. 33. P. 459-465. https://doi.org/10.7589/0090-3558-33.3.459
10. Venn-Watson S. et al. Clinical relevance of novel Otarine herpesvirus-3 in California sea lions (*Zalophus californianus*): lymphoma, esophageal ulcers, and strandings // Veterinary Research. 2012. V. 43. Iss. 85. https://doi.org/10.1186/1297-9716-43-85
11. Алексеев А.Ю., Регузова А.Ю., Розанова Е.И., Абрамов А.В., Туманов Ю.В., Кувшинова И.Н., Шестопалов А.М. Выявление специфических антител к морбилливирусам, бруцелле и токсоплазме у черноморской афалины (*Tursiops truncatus ponticus*) и белухи (*Delphinapterus leucas*) из Охотского моря в 2002-2007 годах // Биология моря. 2009. Т. 35. N 6. С. 440-444.
12. Nymo I.H., Godfroid J., Asbakk K., Larsen A.K., das Neves C.G., Rodven R. et al. A protein A/G indirect enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of anti-Brucella antibodies in Arctic wildlife // Vet Diagn Invest. 2013. V. 25. Iss. 3. P. 369-375. https://doi.org/10.1177/1040638713485073
13. Heather T.D. et al. Phylogenetic analysis of marine mammal herpesviruses // Veterinary Microbiology. V. 149. Iss. 1-2. 21 April 2011. P. 23-29 https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2010.09.035
14. Bellehumeur C., Nielsen O., Measures L., Harwood L., Goldstein T., Boyle B., and Gagnon C.A. Herpesviruses including novel gammaherpesviruses are widespread among phocid seal species in Canada // Journal of Wildlife Diseases. V. 52. Iss. 1. P. 70-81. https://doi.org/10.7589/2015-01-020
15. Goldstein T., Lowenstine L.J., Lipscomb T.P., Mazet J.A.K., Novak J., Stott J.L., Gulland F.M.D. Infection with a Novel Gammaherpesvirus in Northern Elephant Seals (Mirounga angustirostris) // Journal of Wildlife Diseases. 2006. V. 42. N 4. P. 830-835. https://doi.org/10.7589/0090-3558-42.4.830
16. Dagleish M.P., Barrows M., Maley M., Killick R., Finlay-son J., Goodchild R., Valentine A., Saunders R., Willoughby K., Smith K.C., et al. The firstreport of Otarine herpesvirus-1-associated urogenital carcinoma in a South American fur seal (Arctocephalus australis) // J Comp Pathol. 2013. V. 149. P. 119-125. https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2012.10.002
17. Himworth C.G., Haulena M., Lambourn D.M., Gaydos J.K., Huggins J., Calambokidis J., Ford J.K.B., Zaremba K., Raverty S. Pathology and Epidemiology of Phocid Herpesvirus-1 in Wild and Rehabilitating Harbor Seals (Phoca vitulina richardsi) in the Northeastern Pacific // Journal of Wildlife Diseases. 2010. V. 46. N 3. P. 1046-1051. https://doi.org/10.7589/0090-3558-46.3.1046
18. Млекопитающие Советского Союза : в 3-х т. Т. 1 Ластоногие и зубатые киты / Под ред. В.Г. Гептнера, К.К. Чапского, В.А. Арсеньева, В.Е. Соколова. М.: Высшая школа, 1976. 718 с.
19. Красная книга Камчатки. Том 1. Животные. Петропавловск-Камчатский: Камч. печ. двор. Книжное издательство, 2006. 272 с.
20. Щелканов М.Ю., Галкина И.В., Ананьев В.Ю., Самарский С.С., Лиенхо В.Ю., Дедков В.Г., Сафонова М.В., Орехов В.Е., Щелканов Е.М., Алексеев А.Ю., Шестопалов А.М., Питрук Д.Л., Серков В.М. Экологическая обстановка на о. Тюлений в акватории Охотского моря (2015 г.): популяционные взаимодействия между ластоногими, птицами, иксодовыми клещами и вирусами // Юг России: экология, развитие. 2017. Т. 12. N 1. С. 30-43. https://doi.org/10.18470/1992-1098-2017-1-30-43
21. Михневич Ю.И., Шиенок А.Н., Крученкова Е.П. Реакции сивучей (*Eumetopias jubatus*) и северных морских котиков (*Calloorhinus ursinus*) на песцов на Юго-восточном лежбище о. Медный // Морские млекопитающие Голарктики: материалы междунар. науч. конф., Калининград, 11-15 октября 2010 г. С. 403-406.
22. Фомин С.В., Белонович О.А., Усатов И.А., Бурканов В.Н. Поведение сивучей (*Eumetopias jubatus*) у рыболовных судов в порту во время выгрузки рыбы // Морские млекопитающие

Голарктики: материалы междунар. науч. конф., Санкт-Петербург, 22-27 сентября 2014 г. С. 66-67.
23. Никулин В.С., Ветрянкин В.В. Наблюдения за сивучами (*Eumetopias jubatus*), зимующими в городе Петропавловске-Камчатском // Морские млекопитающие Голарктики: материалы междунар. науч. конф., Одесса, 14-18 октября 2008 г. С. 392-395.
24. Никулин В.С., Бурканов В.Н., Вертянкин В.В., Корнев С.И., Рогожников Р.С. Происхождение и возрастно-половой состав сивучей (*Eumetopias jubatus*) зимующих в Авачинской бухте в 2002-2010 гг. // Морские млекопитающие Голарктики: материалы междунар. науч. конф., Калининград, 11-15 октября 2010 г. С. 436-439.

**REFERENCES**

1. Gelatt T. & Sweeney K. Eumetopias jubatus. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. e.T8239A45225749. Available at: http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T8239A45225749.en. (accessed 13.05.2019)
2. Danilov-Danilyan V.I., ed. *Krasnaya kniga Rossiiskoi Federatsii (zhivotnye)* [Red book of the Russian Federation (animals)]. Moscow, AST, Astrel Publ., 2001, 862 p. (In Russian)
3. Burkanov V.N., Artemyeva S.M., Hattori K., Isono T., Permyakov P.A., Tretyakov A.V. Kratkie rezul'taty ucheta sivucha (Eumetopias jubatus) v severnoi chasti Okhotskogo morya i u poberezh'ya o. Sakhalin v 2013 g. [Results of a brief survey of Steller sea lions *(Eumetopias jubatus)* in the northern Sea of Okhotsk and the coast of Sakhalin Island, 2013]. *Morskie mlekopitayushchie Golarktiki: materialy mezhdunar. nauch. konf., Sankt-Peterburg, 22-27 sentyabrya 2014* [Marine Mammals of the Holarctic: Collection of Scientific Papers after the eighth International Conference, St. Petersburg, Russia September 22-27, 2014]. St. Petersburg, 2014, pp. 108-112. (In Russian)
4. Sokolova O.V., Ezdakova I.Yu., Chebotareva T.A., Denisenko T.E. Poluchenie i primenenie antisyvorotki k immunoglobulinu sivucha dlya provedeniya immuno-ekologicheskikh issledovanii morskikh mlekopitayushchikh [The producing and the using the antiserum against the immunoglobulin G of the Steller sea lion (Eumetopias jubatus) in order to conduct immuno-ecological investigations of marine mammals]. *Morskie mlekopitayushchie Golarktiki: materialy mezhdunar. nauch. konf., Kaliningrad, 11-15 oktyabrya 2010* [Marine Mammals of the Holarctic: Collection of Scientific Papers after the Sixth International Conference, Kaliningrad, Russia, October 11–15, 2010]. Kaliningrad, 2010, pp. 534-540. (In Russian)
5. Bors T.G., Walvoor T.H., Reijnders P., Kamp J., Van Der An outbreak of a herpesvirus infection in harbor seals (*Phoca vitulina*). *Wildlife Diseases*, 1986, vol. 22, pp. 1-6.
6. Osterhaus A.D.M.E., Vedder E.J. Identification of virus causing recent seal deaths. *Nature*, 1988, vol. 335, no. 6185, pp. 20-20. https://doi.org/10.1038/335020a0
7. Frey H.-R., Liess B., Haas L., Lehmann H., Marschall H. J. Herpesvirus in harbor seals (*Phoca vitulina*): isolation, partial characterization and distribution. *Vet. Med*., 1989, vol. 36, pp. 699-708.
8. Stenvers O., Zhang X.M., Bries E.T., Ludwig H. Characterization of viruses involved in the seal mass mortality. In Proc. 6th Int. Conf. on Wildlife Diseases, 6-11 August, Berlin. 1990.
9. Zarnke R.L., Harder T.C., Vos H.W., Ver Hoef J.M., Osterhaus A.D.M.E. Serologic survey for phocid herpesvirus-1 and -2 in marine mammals from Alaska and Russia. *Wildlife Diseases*, 1997, vol. 33, pp. 459-465. https://doi.org/10.7589/0090-3558-33.3.459
10. Venn-Watson S. et al. Clinical relevance of novel Otarine herpesvirus-3 in California sea lions (*Zalophus californianus*): lymphoma, esophageal ulcers, and strandings. *Veterinary Research*, 2012, vol. 43, iss. 85. https://doi.org/10.1186/1297-9716-43-85
11. Alekseev A.Yu., Reguzova A.Yu., Rozanova E.I., Abramov A.V., Tumanov Yu.V., Kuvshinova I.N., Shestopalov A.M. Detection of Specific Antibodies to Morbilliviruses, Brucella and Toxoplasma in the Black Sea Dolphin Tursiops truncatus ponticus and the Beluga Whale Delphinapterus leucas from the Sea of Okhotsk in 2002-2007. *Russian Journal of Marine Biology*, 2009, vol. 35, iss. 6, pp. 494-497. https://doi.org/10.1134/s1063074009060078
12. Nymo I.H., Godfroid J., Asbakk K., Larsen A.K., das Neves C.G., Rodven R. et al. A protein A/G indirect enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of anti-Brucella antibodies in Arctic wildlife. *Vet Diagn Invest*, 2013, vol. 25, no. 3, pp. 369-375. https://doi.org/10.1177/1040638713485073

13. Heather T.D. et al. Phylogenetic analysis of marine mammal herpesviruses. *Veterinary Microbiology*, 2011, vol. 149, iss. 1-2, pp. 23-29 https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2010.09.035
14. Bellehumeur C., Nielsen O., Measures L., Harwood L., Goldstein T., Boyle B., Gagnon C. A. Herpesviruses including novel gammaherpesviruses are widespread among phocid seal species in Canada. *Journal of Wildlife Diseases*, 2016, vol. 52, no. 1, pp. 70-81. https://doi.org/10.7589/2015-01-020
15. Goldstein T., Lowenstine L.J., Lipscomb T.P., Mazet J.A.K., Novak J., Stott J.L., Gulland F.M.D. Infection with a Novel Gammaherpesvirus in Northern Elephant Seals (Mirounga angustirostris). *Journal of Wildlife Diseases,* 2006, vol. 42, no. 4, pp. 830-835. https://doi.org/10.7589/0090-3558-42.4.830
16. Dagleish M.P., Barrows M., Maley M., Killick R., Finlay-son J., Goodchild R., Valentine A., Saunders R., Willoughby K., Smith K.C., et al. The firstreport of Otarine herpesvirus-1-associated urogenital carcinoma in a South American fur seal (Arctocephalus australis). *J Comp Pathol*, 2013, vol. 149, pp. 119-125. https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2012.10.002
17. Himworth C.G., Haulena M., Lambourn D.M., Gaydos J.K., Huggins J., Calambokidis J., Ford J.K.B., Zaremba K., Raverty S. Pathology and Epidemiology of Phocid Herpesvirus-1 in Wild and Rehabilitating Harbor Seals (Phoca vitulina richardsi) in the Northeastern Pacific. *Journal of Wildlife Diseases,* 2010, vol. 46, no. 3, pp. 1046-1051. https://doi.org/10.7589/0090-3558-46.3.1046
18. Geptner V.G., Chapskiy K.K., Arsenev V.A., Sokolov V.E., eds. *Mlekopitayushchie Sovetskogo Soyuza. Lastonogie i zubatye kity* [Mammals of the Soviet Union. Pinnipeds and toothed whales]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1976, 718 p. (In Russian)
19. *Krasnaya kniga Kamchatki. Tom 1. Zhivotnye* [The red book of Kamchatka. Vol. 1. Animals]. Petropavlovsk-Kamchatskij, 2006, 272 p. (In Russian)
20. Shchelkanov M.Y., Galkina I.V., Ananiev V.Y., Samarsky S.S., Lienho V.Y., Dedkov V.G., Safonova M.V., Orekhov V.E., Shchelkanov E.M., Alekseev A.Y., Shestopalov A.M., Pitruk D.L., Serkov V.M. Ecological situation on the Tyuleniy island in the Okhotsk sea (2015): population interactions between pinnipeds, birds, ixodidae ticks and viruses. *South of Russia: ecology, development,* 2017, vol. 12, no. 1, pp. 30-43. https://doi.org/10.18470/1992-1098-2017-1-30-43 (In Russian)
21. Mikhnevich Yu.I., Shienok A.N., Kruchenkova E.P. Reaktsii sivuchei (Eumetopias jubatus) i severnykh morskikh kotikov (Calloorhinus ursinus) na pestsov na Yugo-vostochnom lezhbishche o. Mednyi [Reactions of sea lions (Eumetopias jubatus) and northern fur seals (Callorhinus ursinus) to arctic foxes (Alopex lagopus) at Yugo Vostochny rookery of Medny]. *Morskie mlekopitayushchie Golarktiki: materialy mezhdunar. nauch. konf., Kaliningrad, 11-15 oktyabrya 2010* [Marine Mammals of the Holarctic: Collection of Scientific Papers after the Sixth International Conference, Kaliningrad, Russia, 11-15 October, 2010]. Kaliningrad, 2010, pp. 403-406. (In Russian)
22. Fomin S.V., Belonovich O.A., Usatov I.A., Burkanov V.N. Povedenie sivuchei (Eumetopias jubatus) u rybolovnykh sudov v portu vo vremya vygruzki ryby [The Steller sea lion (*Eumetopias jubatus*) behavior near unloading fishing vessels in the port]. *Morskie mlekopitayushchie Golarktiki: materialy mezhdunar. nauch. konf., Sankt-Peterburg, 22-27 sentyabrya 2014* [Marine Mammals of the Holarctic: Collection of Scientific Papers after the eighth International Conference, St. Petersburg, Russia September 22-27, 2014]. St. Petersburg, 2014. pp. 66-67. (In Russian)
23. Nikulin V.S., Vertyankin V.V. Nablyudeniya za sivuchami (Eumetopias jubatus), zimuyushchimi v gorode Petropavlovske-Kamchatskom [Observations of sea lions (Eumetopias jubatus) wintering in the city of Petropavlovsk-Kamchatsky]. *Morskie mlekopitayushchie Golarktiki: materialy mezhdunar. nauch. konf., Odessa, 14-18 oktyabrya 2008 g.* [Marine Mammals of the Holarctic: Collection of Scientific Papers after the fifth International Conference, Odessa, Russia, October 14–18, 2008]. Odessa, 2008, pp. 392-395. (In Russian)
24. Nikulin V.S., Burkanov V.N.2, Vertyamkin V.V., Kornev S.I., Rogozhnikov R.S. Proiskhozhdenie i vozrastno-polovoi sostav sivuchei (Eumetopias jubatus) zimuyushchikh v Avachinskoi bukhte v 2002-2010 gg. [Origination, age, and sex composition of the Steller sea lions (Eumetopias jubatus) wintering in Avacha Bay, 2002-2010]. *Morskie mlekopitayushchie*

*Golarktiki: materialy mezhdunar. nauch. konf., Kaliningrad, 11-15 oktyabrya 2010* [Marine Mammals of the Holarctic: Collection of Scientific Papers after the Sixth International Conference, Kaliningrad, Russia, 11-15 October, 2010]. Kaliningrad, 2010, pp. 436-439. (In Russian)

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

### Принадлежность к организации

**Анастасия А. Дёрко**, бакалавр, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины» СО РАН, г. Новосибирск, Россия; e-mail: ocelot-a@mail.ru ORCID https://orcid.org/0000-0002-5984-0819

**Александр Ю. Алексеев***, кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией разработки и испытания фармакологических средств, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины» СО РАН; тел. +7-913-716-67-78, ул. Тимакова, 2, г. Новосибирск, 630117, Россия; Институт экологии и устойчивого развития Дагестанского государственного университета, ул. Дахадаева, 21, Махачкала, 367001 Россия; e-mail: al-alexok@ngs.ru, ORCID http://orcid.org/0000-0003-0015-9305

**Кирилл А. Шаршов**, кандидат биологических наук, заведующий лаборатории моделирования и мониторинга инфекционных процессов, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины» СО РАН, г. Новосибирск, Россия; e-mail: sharshov@yandex.ru ORCID https://orcid.org/0000-0002-3946-9872

**Владимир Н. Бурканов**, кандидат биологических наук, Камчатский филиал ФГБУН Тихоокеанского института географии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия; Лаборатория морских млекопитающих, Аляскинский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, НОАА, г. Сиэтл, США; e-mail: vladimir.burkanov@noaa.gov. ORCID https://orcid.org/0000-0002-0129-7884

**Джалалутдин М. Джамалутдинов**, аспирант кафедры биологии и биоразнообразия, Дагестанский государственный университет, г. Махачкала, Россия.

## AUTHOR INFORMATION

### Affiliations

**Anastasiya A. Derko**, Bachelor of Science, Research Assistant, Federal State Budget Scientific Institution "Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine" SB RAS, Novosibirsk, Russia; e-mail: ocelot-a@mail.ru ORCID https://orcid.org/0000-0002-5984-0819

**Alexander Yu. Alekseev***, PhD (biology), associate Professor, Head of Laboratory, Laboratory development and testing of pharmacological agents, Federal State Budget Scientific Institution "Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine" SB RAS; tel.: +7-913-716-67-78, Timakova 2, Novosibirsk, 630117, Russia; Institute of Ecology and Sustainable Development, Dagestan State University; 21 Dakhadaeva st., Makhachkala, 367001 Russia; e-mail: al-alexok@ngs.ru, ORCID http://orcid.org/0000-0003-0015-9305

**Kirill A. Sharshov**, PhD (biology), Head of Laboratory, Laboratory of modeling and monitoring of infectious processes, Federal State Budget Scientific Institution "Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine" SB RAS, Novosibirsk, Russia; e-mail: sharshov@yandex.ru ORCID https://orcid.org/0000-0002-3946-9872

**Vladimir N. Burkanov**, PhD (biology), Kamchatka branch of the Pacific Geographical Institute, Far-Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia; Marine Mammal Laboratory, Alaska Fisheries Science Center, NOAA, Seattle, WA, USA; e-mail: vladimir.burkanov@noaa.gov. ORCID https://orcid.org/0000-0002-0129-7884

**Jalalutdin M. Jamalutdinov**, PhD student of the Department of Biology and Biodiversity, Dagestan State University, Makhachkala, Russia.

**Гурият Н. Абдулгалимова**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры медицинской биологии, Дагестанский государственный медицинский университет, г. Махачкала, Россия.

**Патимат М. Ибнумасхудова**, ассистент кафедры общей гигиены и экологии человека, Дагестанский государственный медицинский университет, г. Махачкала, Россия.

**Критерии авторства**

Анастасия А. Дёрко, Александр Ю. Алексеев, Кирилл А. Шаршов: проведение ИФА и анализ результатов, анализ литературных данных, написание статьи; Александр Ю. Алексеев корректировал рукопись до подачи в редакцию; Владимир Н. Бурканов: предоставил материал для исследования, анализ литературных данных, написание статьи; Джалалутдин М. Джамалутдинов, Гурият Н. Абдулгалимова, Патимат М. Ибнумасхудова: анализ литературных данных, корректировка рукописи до подачи в редакцию. Все авторы в равной степени несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Поступила в редакцию 12.02.2019**
**Принята в печать 15.04.2019**

**Guriyat N. Abdulgalimova**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Medical Biology, Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russia.

**Patimat M. Ibnumaskhudova**, Assistant of the Department of General Hygiene and Human Ecology, Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russia.

**Contribution**

Anastasiya A. Derko, Alexandr Yu. Alekseev, Kirill A. Sharshov: performing ELISA and analysis of the results, literature review, writing of the article; Alexandr Yu. Alekseev: corrected manuscript prior to submission to the editor; Vladimir N. Burkanov: provided materials for this research, literature review, writing of the article. Jalalutdin M. Jamalutdinov, Guriyat N. Abdulgalimova, Patimat M. Ibnumaskhudova: analysis of the results, literature review, corrected manuscript prior to submission to the editor. All authors are equally responsible for plagiarism and self-plagiarism.

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

**Received 12.02.2019**
**Accepted for publication 15.04.2019**