

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.427-436>  
УДК: 619:591.2:574



## Гидроэпидемиологические аспекты индикации в моллюсках возбудителей инфекционных болезней (обзор)

© 2019. А. А. Блохин, Н. Н. Торопова, О. И. Захарова, О. А. Бурова ✉

Нижегородский научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии», г. Нижний Новгород, Российская Федерация

*В статье представлено обоснование использования методов гидроэпидемиологии при оценке риска распространения инфекционных болезней животных, связанных с водой. Авторы выделили шесть гидроэпидемиологических групп болезней: 1) вода является средой накопления возбудителя; 2) вода является средой передачи попавшего возбудителя болезни без его биологического накопления; 3) цикл развития возбудителя болезни непосредственно связан с водой и водными организмами; 4) болезни, передающиеся насекомыми, цикл развития которых связан с водой; 5) болезни, передающиеся водными и околоводными позвоночными животными; 6) болезни обитателей водоёмов. При этом показано, что водные организмы-фильтраторы (моллюски) аккумулируют в себе различные патогенные микроорганизмы, являющиеся возбудителями инфекционных болезней как человека, так и животных. Таким образом, моллюски могут служить тест-объектом гидроэпидемиологических исследований при оценке риска распространения инфекционных болезней в акваториях и околоводном комплексе, а также при непосредственном их употреблении в пищу.*

**Ключевые слова:** брюхоногие, двустворчатые, водная среда, бактерии, вирусы, инфекционные болезни, передача возбудителя вируса

**Благодарности:** работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии» (тема № 0615-2018-0001).

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Блохин А. А., Торопова Н. Н., Захарова О. И., Бурова О. А. Гидроэпидемиологические аспекты индикации в моллюсках возбудителей инфекционных болезней (обзор). *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2019;20(5):427-436. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.427-436>

Поступила: 13.06.2019

Принята к публикации: 05.09.2019

Опубликована онлайн: 18.10.2019

## Hydro-epidemiological aspects of infectious agent indication in mollusks (review)

© 2019. Andrey A. Blokhin, Nadezhda N. Toropova, Olga I. Zakharova, Olga A. Burova ✉

Nizhny Novgorod Research Veterinary Institute – Branch of Federal Research Center for Virology and Microbiology, Nizhny Novgorod, Russian Federation

*The article presents the rationale for the use of hydro-epidemiology in assessing the risk of spreading water-related infectious diseases of animals. The authors distinguish six hydro-epidemiological groups of diseases: 1) water is the medium of pathogen accumulation; 2) water is the medium for transmission of the infection pathogen without its biological accumulation; 3) the development cycle of the causative agent is directly related to water and aquatic organisms; 4) diseases transmitted by insects having water-related development cycle; 5) diseases transmitted by aquatic and near-water vertebrates; 6) diseases of reservoir inhabitants. At the same time, it is shown that the aquatic filter-feeding bivalves (mollusks) accumulate in themselves various pathogenic microorganisms, which are the causative agents of infectious diseases of both man and animals. Thus, mollusks can serve as a test object for hydro-epidemiological study in assessing the risk of infectious diseases dissemination in water area and near-water complex as well as in using them directly for food.*

**Key words:** gastropods, bivalves, aquatic ecosystem, bacteria, viruses, infectious diseases, pathogen transmission

**Acknowledgement:** the research was carried out within the state assignment of Federal Research Center for Virology and Microbiology (theme № 0615-2018-0001).

**Conflict of interest:** the authors stated that there was no conflict of interest.

**For citation:** Blokhin A. A., Toropova N. N., Zakharova O. I., Burova O. A. Hydro-epidemiological aspects of infectious agent indication in mollusks (review). *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(5):427-436. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.427-436>

Received: 13.06.2019

Accepted for publication: 05.09.2019

Published online: 18.10.2019

Распространение особо опасных инфекционных болезней животных, обладающих выраженным трансграничным потенциалом, является актуальной проблемой современности. Складывающаяся в мире эпидемическая ситуация по болезням животных характеризуется распространением уже известных болезней на новые территории и заносом эмерджентных инфекционных болезней.

Инфекционные болезни, непосредственно или опосредованно связанные с водой, занимают особое место в эпидемиологическом профиле популяций неблагополучных территорий. Однако при этом роль акваторий и населяющих их организмов как в качестве объектов индикации контаминации водной среды, так и непосредственного механизма передачи возбудителя остается слабо изученной.

Поверхностные воды являются наиболее чувствительным звеном природной среды, поэтому проблема оценки эпидемических рисков, связанных с водой, представляется важным компонентом противозооотической работы [1, 2]. Гидробиологический анализ, будучи важнейшим элементом системы контроля загрязнения вод, позволяет оценивать качество поверхностных вод и донных отложений, определять трофические свойства воды, устанавливать направления изменения водных биоценозов, определять экологическое состояние водных объектов [3, 4, 5]. Как показывают мировые научные тенденции, сегодня возрастает интерес к гидроэпидемиологическим исследованиям [6, 7]. Гидроэпидемиология – новая отрасль знания, изучающая возникновение и распространение инфекционных болезней человека и животных, непосредственно или опосредованно связанных с водоемами [8, 9, 10]. К таким болезням можно отнести холеру, брюшную тиф (развитие микробов связано с водой), малярию (развитие комаров связано с водой), грипп птиц (перелетные водоплавающие птицы) и многие другие. В результате взаимодействия различных соактантов паразитарных систем между собой и другими объектами живой и неживой природы происходит контаминация последних возбудителями инфекционных болезней [11, 12].

**Цель исследований** – обобщение существующего опыта изучения моллюсков в каче-

стве тест-объектов при гидроэпидемиологических исследованиях.

Контаминация водной среды возбудителями болезней происходит различными путями: при спуске в водоёмы сточных вод канализации, стирке белья, водопое скота, при интродукции в акваторию и прибрежную зону инфицированных животных и птиц [13, 14, 15]. Кроме этого, верховыми водами возбудители заболеваний смываются с поверхности почв, контаминированных вирусами и бактериями. Дождь осаждает вирусы из воздуха. Попав в воду, микроорганизмы сохраняются различное время, а некоторые даже размножаются<sup>1</sup> [16, 17]. Скорость самоочищения зависит от биологических особенностей возбудителя, химического состава и температуры воды, степени аэрации, действия света, сапрофитной флоры и других факторов [18].

Изменения климата также провоцируют изменения гидрологического состояния территорий [19, 20], что сказывается на формировании новых рисков возникновения и распространения инфекционных болезней [21, 22]. Это требует разработки современных и эффективных способов быстрой оценки эпидемических рисков.

Примером влияния климатических и гидрологических изменений на эпидемическую и эпизоотическую обстановку является река Волга. Бассейн реки занимает территорию, площадь которой равна ½ площади Европы. Её питает более 150 крупных притоков, дельта реки имеет более 850 рукавов. По её течению построено 5 крупных водохранилищ. Пятикратное зарегулирование гидрологического режима способствует резкому замедлению её течения, образованию обширных акваторий водохранилищ с мелководьем заливов и множеством мелких водоёмов. Это создает условия для увеличения плотности гидробионтов и насекомых, что, в частности, выразилось в увеличении численности и видового разнообразия моллюсков, питающихся личинками кровососущих насекомых. Обширные пойменные луга густо заселены околородными птицами и животными. На берегах Волги расположены крупные и мелкие города и посёлки, где развито молочно-мясное и молочное скотоводство, свиноводство, птицеводство.

<sup>1</sup>Микробиология, вирусология: руководство к практическим занятиям: учебное пособие. Под ред. В. В. Зверева, М. Н. Бойченко. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2015. 360 с.

Описанные антропогенные, гидрологические и экологические факторы обуславливают эпидемические и эпизоотические риски. Так, образовавшиеся обширные площади пойменных территорий оказывают влияние на эпидемиологическую обстановку – возросло количество регистрируемых случаев заболеваний людей и животных дифиллоботриозом, описторхозом, фасциолёзом [23, 24, 25]. При обследовании 12 сельскохозяйственных предприятий Нижегородской области в разных региональных природных комплексах фасциолёз зарегистрирован в 80% случаев, кровопаразитарные инвазии в 100% [26, 27, 28]. Водный фактор передачи инвазии во время разливов рек и водоемов, особенно у гельминтов, играет важную роль в сохранении и распространении инвазии на другие экологические уровни.

Нами выделено шесть гидроэпидемиологических групп болезней:

1) инфекционные болезни, передающиеся при употреблении воды. При этом вода является средой накопления возбудителя (легионеллез, холера);

2) заболевания, передающиеся при употреблении воды. При этом вода является средой передачи попавшего возбудителя без его биологического накопления (лептоспироз, криптоспориоз, сальмонеллез, эшерихиоз, энтеровирусные инфекции и др.);

3) болезни, цикл развития возбудителей которых непосредственно связан с водой и водными организмами (фасциолёз, описторхоз, дифиллоботриоз, шистосомоз);

4) болезни, передающиеся насекомыми, цикл развития которых связан с водой (блютанг, нодулярный дерматит);

5) болезни, передающиеся в том числе водными и околоводными позвоночными животными (грипп птиц, туляремия);

6) заболевания обитателей водоёмов.

Данная классификация дополняет ранее предложенную классификацию по Bradley-Feachem [29] и, тем самым, расширяет представление о роли водоемов в эпидемическом и эпизоотическом процессе.

Болезни, особенно третьей, четвертой и пятой групп, вызываемые переносчиками, циклы онтогенеза которых связаны с водой, наиболее чувствительны к изменяющимся условиям окружающей среды. Поэтому влияние глобального изменения климата на распространение таких болезней должно быть в центре внимания научного сообщества [7, 13]. Не-

смотря на усилия по климатическому моделированию и эпидемиологическим исследованиям [30], мало что известно о потенциальных рисках, связанных с климатом, гидрологическим состоянием территорий и передачей болезней насекомыми и моллюсками. Очевидно, что необходима разработка методологии оценки рисков распространения болезней, связанных с водой (нодулярный дерматит, блютанг, африканская чума лошадей и т. п.).

Не меньший интерес представляют болезни, связанные с водными или околоводными позвоночными животными. Особое место здесь занимает грипп птиц. Во многом это связано с особенностями болезни, которые заключаются в передаче вируса гриппа на большие расстояния преимущественно водоплавающими перелетными птицами. Эпидемиология гриппа птиц прочно связана с водоплавающей птицей и, следовательно, с бассейнами рек. Так, в 2018 году только в бассейне Волги зафиксировано 57 вспышек гриппа птиц, что составляет 53,7% от всего числа вспышек в Российской Федерации [31].

Водоёмы заселены гидробионтами, и среди этого разнообразия видов обитают моллюски, которые являются мощными фильтраторами, процеживая за сутки от 25 до 1000 литров воды. В обеспечении структурной устойчивости и стабильности функционирования экосистем моллюски играют важную роль. Являясь биофильтраторами огромного объема воды, моллюски аккумулируют в своих тканях и органах микроорганизмы. В связи с этим, большой интерес представляет изучение эпидемиологии инфекционных заболеваний с участием *Mollusca* [32, 33]. Это особенно актуально в отношении вопросов изучения инфекционных болезней человека и сельскохозяйственных животных (в том числе рыб и птиц), которые представляют значительную угрозу здоровью населения, сельскому хозяйству и аквакультуре [34].

Различные моллюски (тип *Mollusca*) имеют большое экономическое значение для рыбоводства и птицеводства – класс *Gastropoda* (брюхоногие), аквакультуры – класс *Bivalvia* (двустворчатые) [35]. Искусственное разведение в разных частях мира двустворчатых моллюсков – мидий, устриц и грешков обеспечивает ежегодный дополнительный прирост и составляет значительную часть продуктов питания [36].

Из-за специфичности питания: поедания растительных остатков и останков погибших животных, фильтрации водной взвеси в организм моллюсков попадают различные виды возбудителей болезней [37, 38]. В органах и тканях двустворчатых моллюсков (класс *Bivalvia*) и прудовиков (класс *Gastropoda*) ученые, применяя современные методы исследований [39, 40], обнаружили множество видов возбудителей болезней, опасных для животных и человека [41]. Так, в моллюсках выявлены вирус гепатита В [42], аренавирус [43], полиовирус [44, 45]. У моллюска *Lymnaea truncatula* (промежуточного хозяина *Fasciola hepatica*) обнаружен иридо-вирус, который был выявлен в различных популяциях и образцах с частотой встречаемости от 1,6 до 87,0% [46]. Моллюсков *L. Truncatula* при плотности популяции более 50 экз./м<sup>2</sup> часто можно обнаружить в местах выпаса скота [47]. По данным отчета Всемирной Организации Здравоохранения, только за три декады 2012 года в мире зарегистрировано 15000 случаев фасциолеза у лиц, проживающих в 40 странах, в том числе в 19 государствах Европы, и к настоящему времени ситуация не улучшается<sup>2,3</sup> [48].

В Хорватии и Польше в двустворчатых моллюсках, используемых в питании человека, выявлены норовирусы. Данные норовирусы явились причиной гастроэнтеритов у употреблявших их людей [49, 50, 51]. В южных районах штата Керала в Индии у разных видов моллюсков зарегистрировано наличие ротавируса, представляющего опасность для человека и животных как причины инфекционных гастроэнтеритов [52, 53, 54]. Глобальное распространение промышленной аквакультуры привело к появлению новых вирусов, инфицирующих водные организмы. Поэтому использование традиционных культур клеток и серологических методов для идентификации вирусов, особенно некультивируемых, при отсутствии антител для их идентификации представляет серьезную проблему. Однако ПЦР-диагностика открывает широкие перспективы для пересмотра роли и места микроорганизмов

в жизни моллюсков [55, 56]. Зарубежные исследования свидетельствуют о выявлении в моллюсках новых вирусов из семейств *Picornaviridae*, *Papovaviridae*, *Birnaviridae*, *Retroviridae*, *Reoviridae* [46, 54, 57].

Обнаруженные в моллюсках вирусы и вызываемые патогенами заболевания, указанные в 10-м отчете международного комитета по таксономии вирусов (10th Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses<sup>4</sup>), показаны в таблице. Из данных таблицы видно, что они представлены как РНК- (в 67% из обследованных *Mollusca*), так и ДНК-содержащими (33%) вирусами.

В моллюсках выявили и бактериальные патогены [35, 58]. Так, при микробиологическом исследовании образцов 5 видов пищевых моллюсков, широко используемых в Хорватии и типичных для рациона людей в Средиземноморье, был обнаружен *Vibrio parahaemolyticus* [50, 59, 60]. Бактериологические исследования проводили зимой и летом, используя в каждый сезон по 60 проб согласно микробиологическим стандартам для продуктов в Хорватии [61, 62, 63]. *V. parahaemolyticus* был выделен в пробах, отобранных в оба сезона года. При этом в восточных устрицах (*Crassostrea virginica*) обнаружили *Vibrio parahaemolyticus* и *Vibrio vulnificus*. Установлено, что устрицы концентрируют в своих тканях штаммы *Vibrio* при температуре 22°C в течение 24 часов [65, 64]. *Vibrio anguillarum* (возбудитель вибриоза морских рыб) присутствовал в естественных водоемах и моллюсках [64, 65].

При исследовании микрофлоры зарывающихся двустворчатых моллюсков залива Петра Великого установлено наличие сульфитредуцирующих клостридий, галофильных вибрионов, псевдомонад и бактерий группы кишечной палочки [66]. *Escherichia coli* также была обнаружена в устрицах и мидиях. В проливе Георгия (Северная Америка) и прибрежной зоне Японии в устрицах и гребешках зарегистрирована *Nocardia crassostreae* [16]. В искусственно культивируемых мидиях в бухте Троица Японского моря обнаружена *Listeria monocytogenes* [48].

<sup>2</sup>Всемирная организация здравоохранения. Официальный сайт. Страны. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.euro.who.int/ru/countries/russian-federation> (дата обращения: 15.05.2019).

<sup>3</sup>Всемирная организация здравоохранения. Официальный сайт. Публикации. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.euro.who.int/ru/publications> (дата обращения: 7.05.2019).

<sup>4</sup>The ICTV Report. Virus Taxonomy: The Classification and Nomenclature of Viruses. URL: [https://talk.ictvonline.org/ictv-reports/ictv\\_online\\_report/](https://talk.ictvonline.org/ictv-reports/ictv_online_report/)

## ОБЗОРЫ / REVIEWS

Таблица – Вирусы, обнаруженные в моллюсках, и вызываемые ими болезни /  
Table – Viruses found in mollusks and diseases caused by them

Семейство вирусов, тип вириона / Virus family, virion type	Болезни, вызываемые представителями семейства патогенных вирусов / Diseases caused by representatives of the family of pathogenic viruses	Восприимчивые виды / Susceptible species	Пути передачи вируса / Virus transmission routes
<i>Arenaviridae</i> РНК / RNA	Лимфоцитарный хориоменингит, Ласса, Мачупо, Аргентинская лихорадка / Lymphocytic choriomeningitis, Lassa fever, Machupo, Argentine hemorrhagic fever.	Человек / Human.	Вертикальный и горизонтальный / Vertically and horizontally.
<i>Birnaviridae</i> РНК / RNA	Инфекционный некроз поджелудочной железы рыб / Infectious pancreatic necrosis of fish.  Вирус инфекционной бурсальной болезни птиц / Infectious bursal disease of birds.	Рыбы, моллюски и ракообразные. Взрослые особи – пожизненные носители возбудителя / Fish, mollusks, and shellfish. Adult specimen are pathogen carriers for life.  Птицы, насекомые / Birds, insects.	Вертикальный и горизонтальный / Vertically and horizontally.  Горизонтальный / Horizontally.
<i>Caliciviridae</i> РНК / RNA	Norovirus, вызывает гастроэнтерит / Norovirus, causes gastroenteritis.	Человек / Human.	Передаётся фекально-орально; реализуется водным, пищевым и контактным путём / Routes of transmission: fecal-oral, water, food and contact.
<i>Hepadnaviridae</i> ДНК / DNA	Гепатит В / Hepatitis B.	Человек, белка, сурок / Human, squirrel, marmot.	Вертикальный и горизонтальный / Vertically and horizontally.
<i>Iridoviridae</i> ДНК / DNA	Иридовирусы, вызывают: жаберный некроз карпа, некроз эритроцитов рыб / Iridoviruses cause branchial necrosis of carp, red blood cells necrosis of fish.	Выделены у рыб, амфибий, насекомых, имеющих водную стадию в цикле своего развития / Isolated from fish, amphibians, insects with life cycles associated with water.	Вирусы москитов - трансовариально, остальные – горизонтально / Mosquito viruses - transovarial transmission - the rest - horizontally.
<i>Papovaviridae</i> ДНК / DNA	Папилломатозы / Papillomatosis.	Человек, шимпанзе, макаки, коровы, олени, собаки, лошади, овцы, слоны, лоси, опоссумы, мыши, черепахи, зяблики, попугаи, морские и пресноводные рыбы / Papillomas in human, chimpanzees, macaques, cows, deer, dogs, horses, sheep, elephants, moose, possums, mice, turtles, finches, parrots, saltwater and freshwater fish.	Вертикальный и горизонтальный / Vertically and horizontally.
<i>Picornaviridae</i> РНК / RNA	Полиомиелит человека А, А24, В1 / Polio in human A, A24, B1. Риновирус человека 1А; крупного рогатого скота и лошадей / Rhinovirus of human 1A; cattle and horses. Гепатит А обезьян / Hepatitis A of monkey. Вирусы ящура / Foot and mouth disease viruses. Пикорнавирусы птиц и пчёл / Picornaviruses of birds and bees.	Человек / Human.  Человек, КРС и лошади / Human, cattle, and horses.  Обезьяны / Monkeys.  Позвоночные / Vertebrates.  Птицы, пчёлы / Birds, bees.	Вертикальный и горизонтальный / Vertically and horizontally.
<i>Reoviridae</i> РНК / RNA	Болезни желудочно-кишечного тракта, в т.ч. энтериты у детей / Gastrointestinal disorders, including enteritis in children.	Человек. Естественные хозяева: приматы, жвачные грызуны, птицы, рыбы, растения, насекомые. <i>Rotavirus</i> обнаружены у свиней и уток / Human. Natural hosts: primates, ruminants, rodents, birds, fish, plants, insects. Rotavirus detected in pigs and ducks.	Горизонтальный / Horizontally.
<i>Retroviridae</i> РНК / RNA	Онковирусы млекопитающих типа С, вирус ретикулоэндотелиоза, иммунодефицита человека 1,2, обезьян, КРС, кошек, вирус висна-маэди, пенящий вирус человека, обезьян, птиц и рыб / Oncoviruses in mammal type C, virus reticuloendotheliosis, HIV in humans 1,2, in monkeys, cattle, cats, visna-maedi virus, foamy virus in human, monkeys, birds and fish.	Позвоночные / Vertebrates.	Вертикальный и горизонтальный / Vertically and horizontally.

**Выводы.** Использование моллюсков ввиду их широкого распространения и особенностей питания для индикации контаминации акваторий микроорганизмами является перспективным и доступным способом оценки эпидемических рисков при болезнях, связанных с водой. Анализ зарубежных и отечественных литературных источников свидетельствует об аккумуляции моллюсками вирусов из семейств: *Arenaviridae*, *Birnaviridae*,

*Caliciviridae*, *Hepadnaviridae*, *Iridoviridae*, *Papovaviridae*, *Picornaviridae*, *Reoviridae*, *Retroviridae*; бактерий из родов: *Vibrio*, *Escherichia*, *Nocardia*, *Listeria* и др.

Тема оценки потенциальных рисков, связанных с изменениями климата, гидрологическим состоянием территорий и передачей возбудителей болезней насекомыми и моллюсками актуальна, перспективна и требует дальнейшего изучения.

### References

1. Martinezmmanzanares E., Morinigo M. A., Castro D., Balebona M. C., Sanchez J. M., Borrego J. J. Influence of the fecal pollution of marine-sediments on the microbial content of shellfish. *Marine Pollution Bulletin*. 1992;24 (7):342-349.
2. Olalemi A., Purnell S., Caplin J., Ebdon J., Taylor H. The application of phage-based faecal pollution markers to predict the concentration of adenoviruses in mussels (*Mytilusedulis*) and their overlying waters. *Journal of Applied Microbiology*. 2016;121(4):1152-1162. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.13222>
3. Лихачёва Е. В., Лаженцева Л. Ю. Характеристика микрофлоры зарывающихся двустворчатых моллюсков залива Петра Великого. Актуальные проблемы технологии живых систем: сб. материалов I Междунар. научн.-техн. конф. молодых ученых 21-23 декабря 2005 года. Владивосток: Тихоокеан. гос. экон. ун-т, 2005. С. 30-32.
4. Likhacheva E. V., Lazhentseva L. Yu. *Kharakteristika mikroflory zaryvayushchikhsya dvustvorchatykh mollyuskov zaliva Petra Velikogo*. [Characterization of the microflora of burrowing bivalve mollusks of Peter the Great Bay]. *Aktual'nye problemy tekhnologii zhivyykh sistem: sb. materialov I Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf. molodykh uchennykh 21-23 dekabrya 2005 goda*. [Actual problems of technology of living systems: Proceedings of the 1st Intern. scientific and technical Conference of young scientists, 21-23 December, 2005]. Vladivostok: *Tikhookean. gos. ekon. un-t*, 2005. pp. 30-32.
5. Rondelaund Daniel, Barthe Dominique. Observations epidemiologiques sur l'iridovirose de *Lymnaea truncatula*, mollusque vecteur de *Fasciola hepatica*. *C. r. Acad. Sci, Ser. 3*. 1992;314(13):609-612.
6. Haiwen Xie, Hongshan Hao, Nan Xu, Xinxiu Liang, Dingxue Gao, Yaru Xu, Yue Gao, Huchun Tao, Minghung Wong. Pharmaceuticals and personal care products in water, sediments, aquatic organisms, and fish feeds in the Pearl River Delta: Occurrence, distribution, potential sources, and health risk assessment. *Science of the total Environment*. 2019;659:230-239. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.222>
7. Walsh Michael G., Webb Cameron. Hydrological features and the ecological niches of mammalian hosts delineate elevated risk for Ross River virus epidemics in anthropogenic landscapes in Australia. *Parasites & Vectors*. 2018;11:192. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2776-x>
8. Hohl Alexander, Vaclavik Tomas, Meentemeyer Ross K. Go with the flow: geospatial analytics to quantify hydrologic landscape connectivity for passively dispersed microorganisms. *International Journal of Geographical Information Science*. 2014;28(8):1626-1641. DOI: <https://doi.org/10.1080/13658816.2013.854900>
9. Githeko A. K., Ototo E. N., Yan Guiyun. Progress towards understanding the ecology and epidemiology of malaria in the western Kenya highlands: Opportunities and challenges for control under climate change risk. *Acta Tropica*. 2012;121 (1):9-25. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2011.10.002>
10. Morris George Paterson, Reis Stefan, Beck Sheila Anne, Fleming Lora Elderkin, Adger William Neil, Benton Timothy Guy, Depledge Michael Harold. Scoping the proximal and distal dimensions of climate change on health and wellbeing. *Environmental Health*. 2017;16(SI):69-76. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12940-017-0329-y>
11. Perez-Saez Javier, Mande Theophile, Larsen Joshua. Classification and prediction of river network ephemerality and its relevance for waterborne disease epidemiology. *Advances in Water Resources*. 2017;110:263-278. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2017.10.003>
12. Topic Popovic N., Benussi Skukan A., Dzidara P., Coz-Rakovac R., Strunjak-Perovic I., Kozacinski L., Jadan M., Brlek-Gorski D. Microbiological quality of marketed fresh and frozen seafood caught off the Adriatic coast of Croatia. *Veter. Med*. 2010;55(5):233-241. DOI: <https://doi.org/10.17221/2997-VETMED>
13. Сюрин В. Н., Самулейко А. Я., Соловьёв Б. В., Фомина Н. В. Вирусные болезни животных. М.: ВНИТИБП, 1998. 928 с.
14. Syurin V. N., Samuleyko A. Ya., Solov'ev B. V., Fomina N. V. *Virusnye bolezni zhivotnykh*. [Viral diseases of animals]. Moscow: VNITIBP, 1998. 928 p.
15. He Ke, Hain Ethan, Timm Anne, Tarnowskiet Mitchell, Blaney Lee. Occurrence of antibiotics, estrogenic hormones, and UV-filters in water, sediment, and oyster tissue from the Chesapeake Bay. *Science of the total Environment*. 2019;650:3101-3109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.021>

14. Gyawali Pradip, Croucher Dawn, Ahmed Warish, Devane Megan, Hewitt Joanne. Evaluation of pepper mild mottle virus as an indicator of human faecal pollution in shellfish and growing waters. *Waterresearch*. 2019;154:370-376. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.02.003>
15. Bonnail Estefania, Riba Inmaculada, Alessandra Aloisede Sebara, Ángel Del Valls T. Sediment quality assessment in the Guadalquivir River (SW, Spain) using caged Asian clams: A biomarker field approach. *Science of the total Environment*. 2019;650(2):1996-2003. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.346>
16. Carella F., Carrasco N., Andree K. B., Lacuesta B., Furones D., De Vico G. Nocardiosis in Mediterranean bivalves: First detection of *Nocardia crassostreae* in a new host *Mytilus galloprovincialis* and in *Ostrea edulis* from the Gulf of Naples (Italy). *J. Invertebr. Pathol.* 2015;114:324-328. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24140500>
17. Егорова И. Ю., Селянинов Ю. О., Воронин М. С. Мониторинг листерий в водной фауне Иваньковского водохранилища. *Ветеринария*. 2009;(8):29-31. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12930954>
- Egorova I. Yu., Selyaninov Yu. O., Voronin M. S. *Monitoring listeriy v vodnoy faune Ivan'kovskogo vodokhranilishcha*. [Monitoring of listerias in the aquatic fauna of the Ivankovo reservoir]. *Veterinariya = Veterinary*. 2009;(8):29-31. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12930954>
18. Demesquita M. M., Evison L. M., West P. A. Removal of fecal indicator bacteria and bacteriophages from the common mussel (*Mytilus-Edulis*) under artificial depuration conditions. *Journal of Applied Bacteriology*. 1991;70 (6):495-501.
19. McDowell W. G., Benson A. J., Byers J. E. Climate controls the distribution of a widespread invasive species: implications for future range expansion. *Freshwater Biology*. 2014;59(4):847-857. DOI: <https://doi.org/10.1111/fwb.12308>
20. Winder M., Jassby A. D., Mac Nally R. Synergies between climate anomalies and hydrological modifications facilitate estuarine biotic invasions. *Ecology Letters*. 2011;14(8):740-757. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01635.x>
21. Ferreira-Rodriguez N., Fandino L., Pedreira A., Pardo I. First evidence of asymmetric competition between the non-native clam *Corbicula fluminea* and the native freshwater mussel *Unio delphinus* during a summer heat wave. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems*. 2018;28 (5):1105-1113. DOI: <https://doi.org/10.1002/aqc.2964>
22. Ferreira-Rodriguez N., Fernandez I., Cancela M. L., Pardo I. Multibiomarker response shows how native and non-native freshwater bivalves differentially cope with heat-wave events. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems*. 2018;28 (4):934-943. DOI: <https://doi.org/10.1002/aqc.2884>
23. Алексеева Н. Фасциолёзы сельскохозяйственных животных. *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. 2008;(6):15-18.
- Alekseeva N. *Fastsiolezy sel'skokhozyaystvennykh zhiivotnykh*. [Fascioliasis of farm animals]. *Veterinariya sel'skokhozyaystvennykh zhiivotnykh*. 2008;(6):15-18. (In Russ.).
24. Горюхов В. В. Вода – фактор передачи инвазии при гельминтозах. *Ветеринария*. 2004;(10):4-5.
- Gorokhov V. V. *Voda – faktor peredachi invazii pri gel'mintozakh*. [Water is a factor of invasion transmission at helminthiasis]. *Veterinariya = Veterinary*. 2004;(10):4-5. (In Russ.).
25. Сазанов А. М. Роль человека в эпизоотологии и эпидемиологии фасциолёза. Гельминтозоознозы – меры борьбы и профилактика: Тез. докл. науч. конф. 4-5 окт. 1994. М., 1994. С. 140-142.
- Sazanov A. M. *Rol' cheloveka v epizootologii i epidemiologii fastsioleza*. [The role of man in the epidemiology and epidemiology of fascioliasis]. *Gel'mintozoznozy – mery bor'by i profilaktika: Tez. dokl. nauch. konf. 4-5 okt. 1994*. [Helminthiasis – control measures and prevention: Theses of scientific conf., 4-5 October, 1994]. Moscow, 1994. pp. 140-142.
26. Горчаков В. В., Душкин В. А., Скира В. Н. Методические рекомендации по применению биологических методов профилактики фасциолёза. Н. Новгород, 2005. 38 с.
- Gorchakov V. V., Dushkin V. A., Skira V. N. *Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu biologicheskikh metodov profilaktiki fastsioleza*. [Guidelines for the use of biological methods for the prevention of fascioliasis]. N. Novgorod, 2005. 38 p.
27. Горчаков В. В., Воротников В. П. Пастбищная профилактика фасциолёза: растительный моллюскоцид из аира обыкновенного. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2015;(6):60-64. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24484213>
- Gorchakov V. V., Vorotnikov V. P. *Pastbishchnaya profilaktika fastsioleza: rastitel'nyy mollyuskotsid iz aira obyknovennogo*. [Pasture prophylaxis of fascioliasis: plant molluscicide from calamus (*Acorus calamus*)]. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2015;(6):60-64. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24484213>
28. Горчаков В. В., Косорлукова З. Я. Моллюскоцидные свойства дуба обыкновенного. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2017;(6):55-58. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32375875>
- Gorchakov V. V., Kosorlukova Z. Ya. *Mollyuskotsidnye svoystva duba obyknovennogo*. [Molluscicidal properties of the common oak]. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2017;(6):55-58. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32375875>

29. Bostoen K., Kolsky P., Hunt C. Improving urban water and sanitation services: health, access and boundaries. 2007. 235 p.
30. Gatto Marino, Mari Lorenzo, Bertuzzo Enrico, Casagrandi Renato, Righetto Lorenzo, Rodriguez-Iturbe Ignacio, Rinaldo Andrea. Generalized reproduction numbers and the prediction of patterns in waterborne disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2012;109 (48):19703-19708. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1217567109>
31. Грипп кур (классическая чума птиц, экссудативный тиф, брауншвейгская болезнь кур). Россельхознадзор. Эпизоотическая ситуация. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.fsvps.ru/fsvps/iac/illness/flu.html> (дата обращения: 23.05.2019).
- Gripp kur (klassicheskaya chuma ptits, eksksudativnyy tif, braunshveygskaya bolezni kur)*. [Flu of chickens (classical plague of birds, typhoid fever, Brown-Swiss chicken disease)]. *Rossel'khoz nadzor. Epizooticheskaya situatsiya*. [Epizootic situation.]. Available at: <http://www.fsvps.ru/fsvps/iac/illness/flu.html> (accessed 23.05.2019).
32. Gallardo B., Aldridge D. C. Inter-basin water transfers and the expansion of aquatic invasive species. *Water Research*. 2018;143:282-291. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.06.056>
33. Paganelli D., Pandolfi A., Sconfietti R., Marchini A., Vilizzi L. Potential invasiveness by non-indigenous macrozoobenthos in the secondary hydrographic system of a temperate-climate river catchment. *Ecological Indicators*. 2018;88:274-281. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.01.037>
34. Chang-Ho Kang, Yujin Shin, Seok Cheol Jang, Hong Sik Yu, Su Kyung Kim, Sera An, Kunba-wui Park. Characterization of *Vibrioparahaemolyticus* isolated from oysters in Korea: Resistance to various antibiotics and prevalence of virulence genes. *MARINE POLLUTION BULLETIN*. 2017;118(1-2):261-266. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.02.070>
35. Мягков А. С., Алабугина Т. В. Биология, промысел и ветеринарно-санитарная экспертиза моллюсков. *Ветеринария*. 2003;(8):46-48.
- Myagkov A. S., Alabugina T. V. *Biologiya, promysel i veterinarno-sanitarnaya ekspertiza mollyuskov*. [Biology, fishing and veterinary-sanitary examination of mollusks]. *Veterinariya = Veterinary*. 2003;(8):46-48. (In Russ.).
36. Лагуткина Л. Ю., Пономарёв С. В. Органическая аквакультура как перспективное направление развития рыбохозяйственной отрасли (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2018;(2(53)):326-336. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2018.2.326rus>
- Lagutkina L. Yu., Ponomarev S. V. *Organicheskaya akvakul'tura kak perspektivnoe napravlenie razvitiya rybkhozyaystvennoy otrasli (obzor)*. [Organic aquaculture as promising trend of the fish industry development (review)]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya = Agricultural Biology*. 2018;(2(53)):326-336. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2018.2.326rus>
37. Ендоренко П. Эпизоотология фасциолеза. *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. 2008;(6):18-22.
- Endorenko P. *Epizootologiya fastsioleza*. [Epizootology of fascioliasis]. *Veterinariya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh*. 2008;(6):18-22. (In Russ.).
38. Hellmér M., Paxéus N., Magnius L., Enache L., Arnholm B., Johansson A., Bergström T., Norder H. Detection of Pathogenic Viruses in Sewage Provided Early Warnings of Hepatitis A Virus and Norovirus Outbreaks. Schaffner DW, ed. *Applied and Environmental Microbiology*. 2014;80(21):6771-6781. DOI: <https://doi.org/10.1128/AEM.01981-14>
39. Cleary Daniel F. R., Becking Leontine E., Polonia Ana R. M., Freitas Rossana M., Gomes Newton C. M. Composition and predicted functional ecology of mussel-associated bacteria in Indonesian marine lakes. *Antonie Vanleeuwenhoek International Journal of General and Molecular Microbiology*. 2015;107 (3):821-834. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10482-014-0375-1>
40. Dore W. J., Henshilwood K., Lees D. N. Evaluation of F-specific RNA bacteriophage as a candidate human enteric virus indicator for bivalve molluscan shellfish. *Applied and Environmental Microbiology*. 2000;66 (4):1280-1285. DOI: <https://doi.org/10.1128/AEM.66.4.1280-1285.2000>
41. Bighiu Maria Alexandra, Halden Anna Norman, Goedkoop Willem, Ottoson Jakob. Assessing microbial contamination and antibiotic resistant bacteria using zebra mussels (*Dreissena polymorpha*). *Science of the total Environment*. 2019;650 (2):2141-2149. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.314>
42. Olsen A., Frankena K., Bodker R., Toft N., Thamsborg S. M., Enemark H. L., Halasa T. Prevalence, risk factors and spatial analysis of liver fluke infections in Danish cattle herds. *Parasites & Vectors*. 2015;8:160. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0773-x>
43. Zhang Zhiguo, Ding Sufang, Wang Jie, Qiu Bingsheng, Pei Meiyun. New arenavirus – the causative agent of plague *Hyrio psiscmingii*. *Actamicrobiol*. 1987;27(2):116-120.
44. Bemiss John A., Logan Margaret M., Sample Jennifer D., Richards Gary P. A method for the enumeration of poliovirus in selected molluscan shellfish. *J. Virol. Meth*. 1989;26(2):209-218.
45. Christine M. Nicholson, Gillian D. Lewis, Margaret W. Loutit. Survey of Human pathogenic Bacteria and Viruses in Cocklt beds at Otakou, Otago Harbor, New-Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 1989;23(4):529-532. DOI: <https://doi.org/10.1080/00288330.1989.9516389>



46. Alavandi S. V., Poornima M. Viral Metagenomics: A Tool for Virus Discovery and Diversity in Aquaculture. *Indian journal of virology: an official organ of Indian Virological Society*. 2012;23(2):88-98. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13337-012-0075-2>
47. Круглов Н. Д. Моллюски семейства прудовиков (*Lumnae idea Gastropoda Pulmonata*) Европы и Северной Азии. Смоленск: Изд-во СГПУ, 2005. 507 с.  
Kruglov N. D. *Mollyuski semeystva prudovikov (Lumnaeidae Gastropoda Pulmonata) Evropy i Severnoy Azii*. [Mollusks of the family Prudovik (*Lumnaeidae Gastropoda Pulmonata*) of Europe and North Asia]. Smolensk: *Izd-vo SGPU*, 2005. 507 p.
48. Carlos J. A. Campos, David N. Lees. Environmental Transmission of Human Noroviruses in Shellfish Waters. *Appl Environ Microbiol*. 2014. Jun; 80 (12): 3552-3561. URL: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4054135/Vsemirnaya\\_organizatsiya\\_zdravookhraneniya\\_ofitsial'nyy\\_sayt\\_Publikatsii](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4054135/Vsemirnaya_organizatsiya_zdravookhraneniya_ofitsial'nyy_sayt_Publikatsii). [World Health Organization. Official site. Publications]. Available at: <http://www.euro.who.int/ru/publications> (accessed: 7.05.2019).
49. Françoise S. Le Guyader, Sylvain Parnaudeau, Robert L. Detection and Quantification of Noroviruses in Shellfish. *Appl Environ Microbiol*. 2009. Feb; 75(3):618-624. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2632116/>
50. Bigoraj E., Chrobocinska M., Kwit E. Norovirus contamination of bivalve molluscs as a cause of gastroenteritis. *Med. Weter*. 2012;68(4):210-213. URL: <https://www.researchgate.net/publication/287914886>
51. Michalski M., Osek J. Contamination of raw bivalve molluscs available in Poland between 2009 and 2013 with marine biotoxins. *J Vet Res*, 2016; 60: 447-451. DOI: <https://doi.org/10.1515/jvetres-2016-0067>
52. Mohan V., Rawat Sh., Lokesh K. M., Mohan H. V., Avinash Reddy D., Kumar A., Bhilegaonkar K. N. Comparison of three methods for concentration of rotavirus from artificially spiked shell fish samples. *Veterinary World*. 2014;7(7):463-466. DOI: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2014.463-466>
53. Mohan V., Rawat S., Lokesh K. M., Mohan H. V., Reddy A., Kumar A., Bhilegaonkar K. N. Prevalence of Rotavirus in shellfish from Southern Kerala. *Veterinary World*. 2014;7(10):821-824. DOI: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2014.821-824>
54. Munang'andu H. M., Mugimba K. K., Byarugaba D. K., Mutoloki S., Evensen O. Current Advances on Virus Discovery and Diagnostic Role of Viral Metagenomics in Aquatic Organisms. *Frontiers in Microbiology*. 2017;8:406. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00406>
55. Mills A. M., Ward M. E., Heyl T. P., Van Dover C. L. Parasitism as a potential contributor to massive clam mortality at the Blake Ridge Diapir methane-hydrate seep. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 2005;85 (6):1489-1497. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0025315405012683>
56. Rodrigues Clara F., Webster Gordon, Cunha Marina R., Duperron Sébastien, Weightman Andrew J. Chemosynthetic bacteria found in bivalve species from mud volcanoes of the Gulf of Cadiz. *Fems Microbiology Ecology*. 2010;73 (3):486-499. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2010.00913.x>
57. Obbard D. J., Dudas G. The genetics of host-virus coevolution in invertebrates. *Current Opinion in Virology*. 2014; 8:73-78. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2014.07.002>
58. Bullock G. L., Conroy D. A., Snieszko S. F. Bacterial diseases of fishes. T. F. H. Publications. Neptune City. New Jersey. 1971. 285 p.
59. Microbiologists meet do defeat waterborne parasite. *New Sci*. 1989;122:1658. 22 p.
60. Graham Alastair. *Gastropoda. Origin Major Invertebrate Groups*. Proc. Symp. 1978, Londone. 1979. pp. 359-365.
61. Watkins J., Marcola Barbara H. Bacterial recovery from water, sewage and sewage effluents. Recovery of pathogens from sewage and wastewater. *Revival Injures Microbes*, Londone. 1984. 377 p.
62. Gomez-Leon J., Villamil L., Lemos M. L., Novoa B., Figueras A. Isolation of *Vibrio alginolyticus* and *Vibrio splendidus* from aquacultured carpet shell clam (*Ruditapes decussatus*) larvae associated with mass mortalities. *Appl. Environ. Microbiol*. 2005;71:98-104. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15640176>
63. Nishiguchi M. K. Temperature Affects Species Distribution in Symbiotic Populations of *Vibrio* spp. *Applied and Environmental Microbiology*. 2000;66(8):3550-3555. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10919820>
64. Dubert J, Barja J. L., Romalde J. L. New Insights into Pathogenic Vibrios Affecting Bivalves in Hatcheries: Present and Future Prospects. *Frontiers in Microbiology*. 2017;8:762. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00762>
65. Dawkins G., Luxton M., Bishop C. Transmission of liquorice rot of carrots by slugs. *J. Mollusc, Stud*. 1985;51 (1):83-85.
66. Лаженцева Л. Ю. Продукты из гидробионтов в питании населения. Актуальные проблемы технологии живых систем: сб. материалов I Междунар. научн.-техн. конф. молодых ученых 21-23 декабря 2005 года. Под общ. ред. Ю. Д. Шмидта. Владивосток: Тихоокеан. гос. экон. ун-т, 2005. С. 121-125.  
Lazhentseva L. Yu. *Produkty iz gidrobiontov v pitanii naseleniya*. [Products from hydrobionts in the diet of the population]. *Aktual'nye problemy tekhnologii zhivyykh sistem: sb. materialov I Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf. molodykh uchennykh 21-23 dekabrya 2005 goda*. [Actual problems of technology of living systems: Proceedings of the 1<sup>st</sup> Intern. scientific and technical Conf. of young scientists, 21-23 December, 2005]. *Pod obshch. red. Yu. D. Shmidta*. Vladivostok: *Tikhookean. gos. ekon. un-t*, 2005. pp. 121-125.

### *Сведения об авторах:*

**Блохин Андрей Александрович**, кандидат вет. наук, ведущий научный сотрудник отдела эпизоотологии и оценки риска, связанного со здоровьем животных, Нижегородский научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии», ул. Ветеринарная, д. 3, г. Нижний Новгород, Российская Федерация, 603098, e-mail: nnovgorog@vniivvim.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5161-1184>**, e-mail: and.bloxin2010@yandex.ru,

**Торопова Надежда Николаевна**, младший научный сотрудник отдела эпизоотологии и оценки риска, связанного со здоровьем животных, Нижегородский научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии», ул. Ветеринарная, д. 3, г. Нижний Новгород, Российская Федерация, 603098, e-mail: nnovgorog@vniivvim.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4786-6886>**,

**Захарова Ольга Игоревна**, научный сотрудник отдела эпизоотологии и оценки риска, связанного со здоровьем животных, Нижегородский научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии», ул. Ветеринарная, д. 3, г. Нижний Новгород, Российская Федерация, 603098, e-mail: nnovgorog@vniivvim.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1408-2989>**,

✉ **Бурова Ольга Александровна**, научный сотрудник отдела эпизоотологии и оценки риска, связанного со здоровьем животных, Нижегородский научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии», ул. Ветеринарная, д. 3, г. Нижний Новгород, Российская Федерация, 603098, e-mail: nnovgorog@vniivvim.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9436-2085>**, e-mail: burovaolga@list.ru.

### *Information about the authors:*

**Andrey A. Blokhin**, PhD in Veterinary Science, leading researcher, Head of the Laboratory of the Department of epizootology and risk assessment associated with animal health, Nizhny Novgorod Research Veterinary Institute - Branch of Federal Research Center for Virology and Microbiology, 3, Veterinarnaya Street, Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod Region, Russian Federation, 606034, e-mail: nnovgorog@vniivvim.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5161-1184>**, e-mail: and.bloxin2010@yandex.ru,

**Nadezhda N. Toropova**, junior researcher, the Department of epizootology and risk assessment associated with animal health, Nizhny Novgorod Research Veterinary Institute - Branch of Federal Research Center for Virology and Microbiology, 3, Veterinarnaya Street, Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod Region, Russian Federation, 606034, e-mail: nnovgorog@vniivvim.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4786-6886>**,

**Olga I. Zakharova**, researcher, the Department of epizootology and risk assessment associated with animal health, Nizhny Novgorod Research Veterinary Institute - Branch of Federal Research Center for Virology and Microbiology, 3, Veterinarnaya Street, Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod Region, Russian Federation, 606034, e-mail: nnovgorog@vniivvim.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1408-2989>**,

✉ **Olga A. Burova**, researcher, the Department of epizootology and risk assessment associated with animal health, Nizhny Novgorod Research Veterinary Institute - Branch of Federal Research Center for Virology and Microbiology, 3, Veterinarnaya Street, Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod Region, Russian Federation, 606034, e-mail: nnovgorog@vniivvim.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9436-2085>**, e-mail: burovaolga@list.ru.

✉ - Для контактов / Corresponding author