

DOI: 10.21055/0370-1069-2021-1-116-121

УДК 616.98:579.834.114(571.63)

А.Я. Никитин<sup>1</sup>, Ю.В. Сабитова<sup>2</sup>, В.А. Рар<sup>2</sup>, **И.М. Морозов<sup>1</sup>**, Н.С. Гордейко<sup>3</sup>, А.В. Алленов<sup>3</sup>,  
Г.Б. Каверина<sup>2</sup>, И.В. Бабкин<sup>2</sup>, Н.В. Тикунова<sup>2</sup>, Е.И. Андаев<sup>1</sup>

## РОЛЬ *IXODES PAVLOVSKYI* (ACARI, IXODIDAE) В БОРРЕЛИОЗНОМ ЭПИЗОТИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ НА ОСТРОВЕ РУССКОМ

<sup>1</sup>ФКУЗ «Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока», Иркутск, Российская Федерация; <sup>2</sup>Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН, Новосибирск, Российская Федерация; <sup>3</sup>ФКУЗ «Приморская противочумная станция», Уссурийск, Российская Федерация

Заболеемость иксодовыми клещевыми боррелиозами (ИКБ) на о. Русском (Приморский край) выше, чем на материке. На острове сложилась бидоминантная структура населения клещей с массовой встречаемостью *Ixodes persulcatus* и *I. pavlovskyi*. В силу более высокой инфицированности и агрессивности *I. persulcatus* высказано предположение о его ключевом значении в формировании высокой активности очага ИКБ на острове. **Цель** исследования – на основе изучения структуры комплекса геновидов боррелий, изолируемых из клещей рода *Ixodes* на о. Русском, охарактеризовать роль *I. pavlovskyi* в боррелиозном эпизоотическом процессе. **Материалы и методы.** Сбор клещей проведен с растительности на трех участках. Видовая принадлежность иксодид определена морфологически и методом ПЦР по митохондриальному гену *cox1* и ядерному мультикопийному локусу ITS2. Проанализирована инфицированность 233 клещей с подтвержденной всеми методами видовой идентификацией. Геновиды боррелий определены методом мультиплексной двухраундовой ПЦР в присутствии праймеров, специфичных к фрагментам генов 5S и 23S рРНК комплекса *Borrelia burgdorferi sensu lato*. **Результаты и обсуждение.** Подтверждено сосуществование на острове *I. persulcatus* и *I. pavlovskyi* с различным их соотношением в пространстве и постепенным возрастанием доли последнего вида. Выявлена циркуляция трех этиологических агентов ИКБ: *Borrelia garinii* (преимущественно в *I. pavlovskyi*), *B. bavariensis* и *B. afzelii* (в *I. persulcatus*). Таким образом, на острове сформировался активный природный очаг ИКБ, вероятно, включающий две не изолированные цепочки циркуляции боррелий. Одна объединяет *I. persulcatus*, а также мелких и крупных млекопитающих в качестве прокормителей клещей. Вторая – *I. pavlovskyi*, который может прокармливаться на млекопитающих и птицах. Благодаря пространственной изменчивости структуры населения иксодид на различных участках острова может меняться соотношение циркулирующих видов боррелий, а в районах абсолютного доминирования *I. pavlovskyi* этот вид становится основным переносчиком патогенных возбудителей.

**Ключевые слова:** иксодовые клещевые боррелиозы, иксодовые клещи, геновиды боррелий, инфицированность клещей, остров Русский.

Корреспондирующий автор: Никитин Алексей Яковлевич, e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru.

Для цитирования: Никитин А.Я., Сабитова Ю.В., Рар В.А., Морозов И.М., Гордейко Н.С., Алленов А.В., Каверина Г.Б., Бабкин И.В., Тикунова Н.В., Андаев Е.И. Роль *Ixodes pavlovskyi* (Acari, Ixodidae) в боррелиозном эпизоотическом процессе на острове Русском. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2021; 1:116–121. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-1-116-121

Поступила 28.04.2020. Принята к публ. 29.05.2020.

A.Ya. Nikitin<sup>1</sup>, Yu.V. Sabitova<sup>2</sup>, V.A. Rar<sup>2</sup>, **I.M. Morozov<sup>1</sup>**, N.S. Gordeiko<sup>3</sup>, A.V. Allenov<sup>3</sup>,  
G.B. Kaverina<sup>2</sup>, I.V. Babkin<sup>2</sup>, N.V. Tikunova<sup>3</sup>, E.I. Andaev<sup>1</sup>

## Role of *Ixodes Pavlovskyi* (Acari, Ixodidae) in Borreliosis Epizootic Process at the Island Russky

<sup>1</sup>Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation;

<sup>2</sup>Institute of Chemical Biology and Fundamental Medicine of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation;

<sup>3</sup>Primorsk Plague Control Station, Ussuriisk, Russian Federation

**Abstract.** The incidence of *Ixodes* tick-borne borreliosis (ITBB) at the Island Russky (Primorsk Territory) is higher than at the mainland. There is a bidominant structure of the tick population with mass occurrence of *Ixodes persulcatus* and *I. pavlovskyi* at the island. Due to the higher infectivity and aggressiveness of *I. persulcatus*, it is suggested that it plays a key role in high activity of the ITBB focus at the island. **The aim** of the study: to characterize the role of *I. pavlovskyi* in the borreliosis epizootic process based on the study of the structure of the borrelia genotype complex isolated from *Ixodes* ticks at the Island Russky. **Materials and methods.** The ticks were collected from vegetation at three sites. Ixodide species were determined morphologically and using PCR for mitochondrial gene *cox1* and nuclear multicopy locus ITS2. Infection of 233 ticks was analyzed with the species identification confirmed by all methods. Borrelia genotypes were determined by multiplex two-round PCR with the primers specific to the gene fragments 5S and 23S rRNA of *Borrelia burgdorferi sensu lato* complex. **Results and discussion.** Coexistence of *I. persulcatus* and *I. pavlovskyi* at the island was confirmed, with different ratios in space and a gradual increase in the proportion of the latter species. The circulation of three etiological agents of ITBB: *Borrelia garinii* (predominantly in *I. pavlovskyi*), *B. bavariensis* and *B. afzelii* (in *I. persulcatus*) was identified. Thus, an active natural focus of ITBB has formed at the island, probably including two uninsulated chains of borrelia circulation. One chain combines *I. persulcatus* and small and large mammals as the tick feeders. The second – *I. pavlovskyi* that can feed on mammals and birds. Due to the spatial variability of the

ixodide population structure at different sections of the island, the ratio of the circulating borrelia species can change, and this species becomes the main vector of the pathogenic agents in areas of *I. pavlovskyi* absolute dominance.

**Key words:** ixodic tick-borne borrelioses, *Ixodes* tick, borrelia genospecies, tick infection, Island Russky.

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

**Corresponding author:** Aleksey Ya. Nikitin, e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru.

**Citation:** Nikitin A.Ya., Sabitova Yu.V., Rar V.A., Morozov I.M., Gordeiko N.S., Allenov A.V., Kaverina G.B., Babkin I.V., Tikunova N.V., Andaev E.I. Role of *Ixodes pavlovskyi* (Acari, Ixodidae) in Borreliosis Epizootic Process at the Island Russky. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2021; 1:116–121. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2021-1-116-121

Received 28.04.2020. Accepted 29.05.2020.

Nikitin A.Ya., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3918-7832>

Rar V.A., <https://orcid.org/0000-0002-5930-5306>

Gordeiko N.S., <https://orcid.org/0000-0003-2209-2762>

Babkin I.V., <https://orcid.org/0000-0001-7158-3774>

Tikunova N.V., <https://orcid.org/0000-0002-1687-8278>

Andaev E.I., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6612-479X>

Иксодовые клещевые боррелиозы (ИКБ) – природно-очаговые трансмиссивные заболевания, вызываемые боррелиями комплекса *Borrelia burgdorferi sensu lato* (*s. l.*). В России основная роль в патогенезе принадлежит широко распространенным видам *B. afzelii*, *B. bavariensis* и *B. garinii* [1–5]. При этом вид *B. bavariensis* ранее рассматривался как геновариант (NT29) *B. garinii* и только в 2009 г. на основании данных мультилокусного сиквенс-анализа приобрел статус отдельного вида [6].

Установлено, что уровень заболеваемости населения иксодовыми клещевыми боррелиозами на о. Русском выше, чем на юге материка Приморского края [7, 8]. Этот характер различий прослеживается уже на протяжении нескольких лет и предполагает необходимость более детального изучения факторов эпизоотического и эпидемического процессов по инфекциям, передающимся иксодовыми клещами.

В настоящее время на о. Русском массово встречаются четыре вида иксодовых клещей: *Ixodes persulcatus* Schulze, 1930, *I. pavlovskyi* Pomerantzev, 1946, *Haemaphysalis concinna* Koch, 1844, *H. japonica douglasi* Nuttall et Warburton, 1915 [7–10]. Доминируют *I. persulcatus* (таежный клещ) и *I. pavlovskyi* – основные переносчики вируса клещевого энцефалита и боррелий на территории России [1, 2].

Эпизоотологический мониторинг природного очага ИКБ на о. Русском (2010–2019 гг.) позволил выделить ряд его особенностей по отношению к эндемичным территориям материка: среднесезонный показатель обилия иксодид при значительных сезонных и межгодовых колебаниях ниже, чем на материке (21,6 и 41,1 имаго на флаго-час соответственно); сообщество иксодовых клещей имеет бидоминантную структуру с высокой встречаемостью двух основных переносчиков боррелий, в то время как на материке юга Приморья обычны монодоминантные комплексы, а доля *I. pavlovskyi* в сборах не выше 3%; установлена более высокая инфицированность боррелиями имаго клещей рода *Ixodes* и более высокая частота их контакта с людьми на острове по сравнению с материком [8, 10].

Анализ инфицированности боррелиями голых особей двух видов рода *Ixodes* методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) выявил, что на о. Русском у *I. persulcatus* она значимо выше, чем *I. pavlovskyi* (46,4 и 25,1% соответственно) [8].

Агрессивность имаго *I. pavlovskyi* по отношению к человеку, вероятно, в силу их орнитофильности и некоторых особенностей экологии, ниже, чем у имаго таежного клеща [11–14]. Совокупность полученных данных позволила высказать предположение о ключевом значении *I. persulcatus* для формирования высокой заболеваемости ИКБ на о. Русском.

Вместе с тем роль *I. pavlovskyi* в эпизоотическом и эпидемическом процессах ИКБ не сводится лишь к вспомогательной, что стало понятно после углубленного изучения спектра геновидов боррелий, циркулирующих на острове.

**Цель** исследования – на основе изучения структуры комплекса геновидов боррелий, изолируемых из клещей рода *Ixodes* на о. Русском, охарактеризовать роль *I. pavlovskyi* в боррелиозном эпизоотическом процессе.

## Материалы и методы

Остров Русский имеет площадь 98 км<sup>2</sup>, расположен в заливе Петра Великого Японского моря на удалении 800 м от материка. С 2012 г. он соединен с континентом автодорожным мостом.

Сбор имаго клещей на о. Русском проведен на флаге с растительности и учетчика в луго-полевых и лесных стациях в период высокой сезонной активности иксодид – 13–17 мая 2019 г.

Обследованные биотопы по характеру растительных комплексов и влиянию на них человека можно разделить на две группы. Первая – луго-полевая зона, находится на побережье, а также в непосредственной близости к населенным пунктам, базам отдыха, то есть включает территории наиболее освоенных земель. Для нее характерен обедненный травяно-кустарниковый состав растительности (доминируют злаковые, осоки, несколько видов полыни). К этой группе территорий может быть отнесен участок, обозначенный как Каменоломня (рис. 1).

В эту же группу до 2012 г. входила территория полуострова Саперного. Однако после открытия на нем Дальневосточного федерального университета, океанариума и множества других культурно-развлекательных и туристических объектов на полуострове произошло кратное возрастание плотности населения и уровня антропогенного влияния на природные стации (рис. 1).



Рис. 1. Участки сбора иксодовых клещей (кружки):

1 – на п-ове Саперном (ул. Лесная); 2 – вдоль реки Воевода в районе Каменоломни; 3 – Форт № 9

Fig. 1. Sites of *Ixodes* tick collection (circles):

1 – Saperny Peninsula (Lesnaya str.); 2 – along the Voevoda River in the area of Kamenolomnya; 3 – Fort No. 9

Вторая группа обследованных участков представлена лесами: мелколиственными (тополь, ольха) и широколиственными (липа, ясень, береза маньчжурская и плосколистная, клены, граб), а также в меньшей степени вторичными дубняками (дуб монгольский). К этой группе участков относится территория, прилегающая к Форту № 9. Следует учитывать, что ни одна из групп островных биотопов не является независимой от влияния человеческого фактора, но зона лесов в меньшей степени антропогенно трансформирована.

В статье приведены данные только по основным переносчикам боррелий, а именно *I. persulcatus* и *I. pavlovskyi*. Дифференциация видов иксодовых клещей проведена путем анализа морфологических диагностических признаков по определительным таблицам [11, 13, 15]. Кроме того, видовой статус особей переносчика подтверждали методом генотипирования на основе ПЦР с видоспецифичными праймерами из области митохондриального гена *cox1*, а также методом ПЦР с праймерами из области ядерного мультикопийного локуса ITS2 с последующим секвенированием.

Клещи, у которых результаты определения видовой принадлежности с использованием морфологического и генетических методов не совпали (1 особь – 0,4 % от исследованных), а также с неоднозначной идентификацией генотипа (8,0 %) и впервые выявленные на о. Русском гибриды (F1 и F2) между двумя видами рода *Ixodes* (6,3 %), установленные ПЦР-методом, исключены из дальнейшего рассмотрения. Таким образом, из собранных на о. Русском в 2019 г. 337 иксодовых клещей пяти видов (кроме массовых зарегистрировано 4 особи *Dermacentor silvarum* Olenov, 1932) анализ инфицированности бор-

релиями с учетом геновида возбудителя представлен для 233 иксодид, определенных (морфологически и генетически) как *I. persulcatus* и *I. pavlovskyi*.

ДНК боррелий выявляли методом мультиплексной двухраундовой ПЦР в присутствии праймеров, специфичных к фрагментам генов 5S и 23S рРНК, фланкирующих межгенный спейсер боррелий комплекса *Borrelia burgdorferi sensu lato*, и к *glpQ* гена *B. miyamotoi*. Видовую принадлежность боррелий комплекса *B. burgdorferi s. l.* устанавливали на основании секвенирования фрагментов гена *p83/100*, как описано ранее [3].

Статистическая обработка материалов проведена стандартными методами биометрии [16].

### Результаты и обсуждение

При индивидуальном исследовании инфицированности боррелиями иксодовых клещей с трех участков территории о. Русского (рис. 1) выявлены (в порядке уменьшения частоты встречаемости): *B. garinii*, *B. bavariensis*, *B. afzelii* – этиологические агенты ИКБ [2, 4, 5, 17, 18]. Кроме того, установлена циркуляция на о. Русском *B. miyamotoi* (инфицированность *I. persulcatus* составила 4,0 %; *I. pavlovskyi* – 1,4 %).

На рис. 2 приведены частоты встречаемости отдельных геновидов боррелий в клещах *I. persulcatus* и *I. pavlovskyi*. Как и в других природных очагах ИКБ на территории страны, где основным переносчиком является таежный клещ, из особей этого вида чаще изолировали *B. bavariensis* (инфицировано 26,3 % особей) и *B. afzelii* (10,0 %), которые заражают личинок и нимф клещей при их питании на мелких млекопитающих [2–4, 19]. *B. garinii* выявлены только у

1,0 % *I. persulcatus*. Преимущественным резервуаром для этого вида боррелий на о. Русском является *I. pavlovskiy* (20,9 %).

Известно, что *B. garinii* в пределах ограниченной территории одного природного очага может обладать высоким генетическим полиморфизмом, который, как полагают, обусловлен видовым разнообразием резервуарных хозяев [2]. В частности, показана изоляция подвидов *B. garinii*, как от мелких млекопитающих, так и птиц [1, 2, 17, 18]. Учитывая орнитофильность имаго *I. pavlovskiy* [11, 12] и представленные данные о частоте выделения отдельных геновидов боррелий от особей разных видов клещей (рис. 2), логично допустить, что на о. Русском сформировался природный очаг ИКБ, включающий две самостоятельные, но не изолированные цепочки циркуляции боррелий: одна формируется мелкими млекопитающими, которые представлены на о. Русском 8–12 видами [20], *I. persulcatus* в качестве переносчика возбудителей и завершающим звеном из видов более крупных млекопитающих – прокормителей имаго клещей; другая включает мелких млекопитающих, *I. pavlovskiy* и птиц (которых

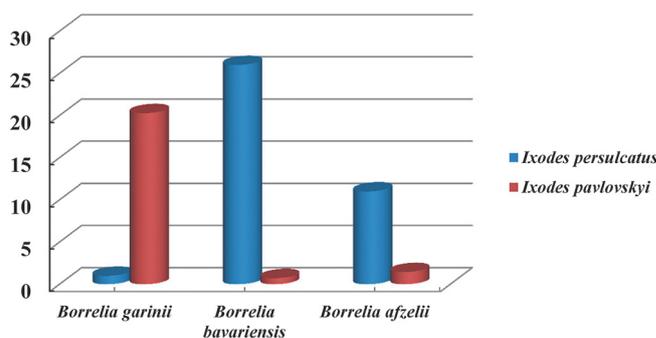


Рис. 2. Инфицированность *Ixodes persulcatus* и *I. pavlovskiy* на о. Русском (2019 г.) тремя геновидами боррелий

Fig. 2. Infection of *Ixodes persulcatus* and *I. pavlovskiy* by three borrelia genospecies at the Island Russky (2019)

в приземном ярусе на острове можно наблюдать достаточно часто), хотя взрослые особи этого вида переносчика нередко паразитируют также на средних по размеру грызунах и насекомоядных [12–14].

На рис. 3 отражен характер распределения по трем участкам о. Русского двух видов рода *Ixodes*,

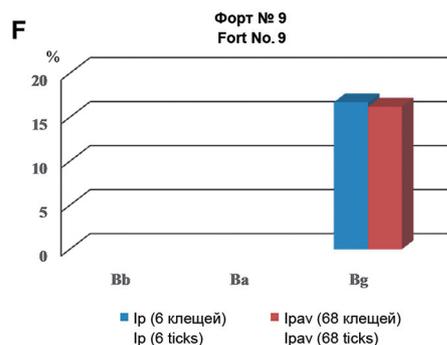
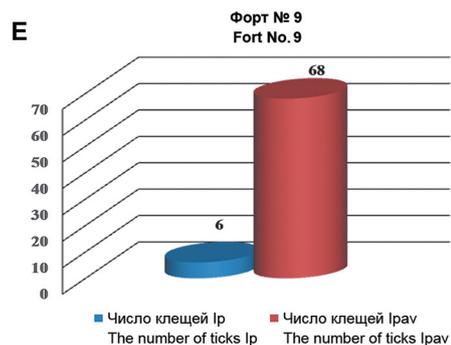
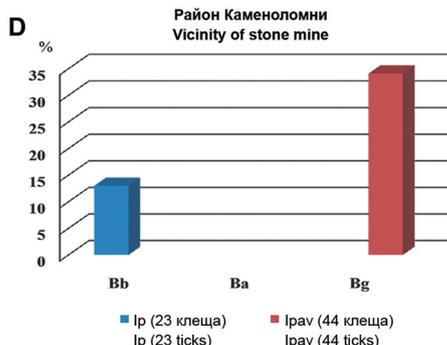
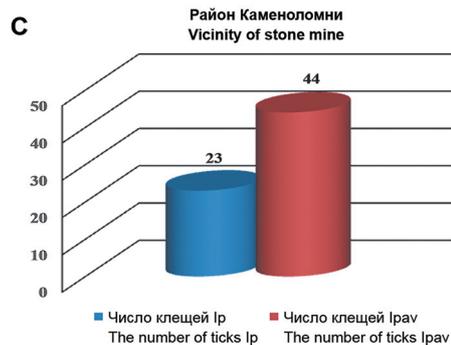


Рис. 3. Число особей *Ixodes persulcatus* и *I. pavlovskiy*, собранных на трех участках о. Русского в 2019 г. (A, C, E), и уровень инфицированности клещей (%) на этих участках геновидами боррелий (B, D, F):

*Ip* – *I. persulcatus*; *I pav* – *I. pavlovskiy*; *Bb* – *Borrelia bavariensis*; *Bg* – *B. garinii*; *Ba* – *B. afzelii*

Fig. 3. The number of *Ixodes persulcatus* and *I. pavlovskiy* individuals collected at three sites of the Island Russky in 2019 (A, C, E), and the level of tick infection (%) at these sites by borrelia genospecies (B, D, F):

*Ip* – *I. persulcatus*; *I pav* – *I. pavlovskiy*; *Bb* – *Borrelia bavariensis*; *Bg* – *B. garinii*; *Ba* – *B. afzelii*

собранных в 2019 г., и спектра изолируемых из них геновидов боррелий.

Представленные на рис. 3 данные подтверждают ранее установленный факт [8–10] сосуществования в различных биотопах о. Русского *I. persulcatus* и *I. pavlovskyi*. Также видно, что структура геновидов боррелий, циркулирующих на разных участках, не одинакова и определяется соотношением в комплексе видов иксодид двух основных переносчиков боррелий. Так, на полуострове Саперном, где наиболее высока плотность людей, доля *I. persulcatus* выше, чем *I. pavlovskyi*, а в спектре боррелий наблюдаются все три этиологических агента ИКБ. На участке Форты № 9, где достаточно давно доминирует *I. pavlovskyi* (рис. 4, В), из клещей изолированы только *B. garinii*, включая таежного клеща, хотя в связи с низким обилием переносчиков в 2019 г. в районе Форты собрано всего 6 особей этого вида.

И, наконец, в районе Каменоломни при численном преобладании в выборке *I. pavlovskyi* в них зарегистрированы *B. garinii*, а в *I. persulcatus* – *B. variensis*.

Отметим, что в 80-х годах XX века, судя по имеющимся данным [21], *I. pavlovskyi* на о. Русском отсутствовал или был крайне редок. За время эпи-

зоотологического обследования острова, начатого авторами осенью 2010 г., наблюдается увеличение встречаемости этого вида, в том числе на участках, представленных в исследовании (рис. 4).

За время наблюдений не выявлено постоянного увеличения обилия *I. persulcatus*, или *I. pavlovskyi*, или суммы двух видов клещей. Динамика проявлялась в виде неправильных циклов. Тем не менее отчетливо видно (рис. 4), что на всех участках происходит рост доли *I. pavlovskyi*. Причем возле Форты и Каменоломни, где наблюдения велись больше лет, тенденция увеличения встречаемости последнего вида происходит на статистически достоверном уровне ( $P < 0,05$  и  $P < 0,001$  соответственно). Фактически на участке возле Форты *I. pavlovskyi* почти полностью вытеснил из биотопа таежного клеща (рис. 4, В).

Таким образом, в боррелиозном эпизоотическом процессе в пределах о. Русского *I. pavlovskyi* играет не просто роль второстепенного переносчика этих спирохет, но и благодаря изменчивости структуры населения иксодид на отдельных участках острова обеспечивает различное соотношение циркулирующих на нем геновидов боррелий (пространственную структуру природного очага ИКБ) и, более того, в местах, где *I. persulcatus* оказался редким видом (например, Форт № 9), становится основным переносчиком патогенных возбудителей.

В свою очередь, в зависимости от структуры геновидов возбудителей будут меняться не только эпизоотологические, но и эпидемиологические риски, связанные с пребыванием на этих территориях людей в период активности иксодовых клещей. В связи с этим учет в анамнезе у пострадавших от присасывания клещей на о. Русском вида переносчика и участка, где произошел с ним контакт, может помочь врачам-клиницистам в постановке более точного диагноза у больных ИКБ.

Работа частично поддержана проектом Государственного задания ИХБФМ СО РАН № АААА-А17-117020210027-9.

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

**Список литературы**

1. Коренберг Э.И., Помелова В.Г., Осин Н.С. Природно-очаговые инфекции, передающиеся иксодовыми клещами. М.: Комментарий; 2013. 463 с.
2. Нефедова В.В., Коренберг Э.И., Горелова Н.Б. Мультилокусный сиквенс-анализ «нетипичных» *Borrelia burgdorferi sensu lato*, изолированных в России. *Молекулярная генетика, микробиология и вирусология*. 2017; 35(4):145–50. DOI: 10.18821/0208-0613-2017-35-4-145-150.
3. Rar V., Livanova N., Tkachev S., Kaverina G., Tikunov A., Sabitova Y., Igolkina Y., Panov V., Livanov S., Fomenko N., Babkin I., Tikunova N. Detection and genetic characterization of a wide range of infectious agents in *Ixodes pavlovskyi* ticks in Western Siberia, Russia. *Parasites & Vectors*. 2017; 10(1):258. DOI: 10.1186/s13071-017-2186-5.
4. Злобин В.И., Рудаков Н.В., Малов И.В. Клещевые трансмиссивные инфекции. Новосибирск: Наука; 2015. 224 с.
5. Рудакова С.А., Пеньевская Н.А., Рудаков Н.В., Пакскина Н.Д., Савельев Д.А., Блох А.И. Интенсивность и тенденции развития эпидемического процесса иксодовых клещевых боррелиозов в Российской Федерации в 2002–2018 гг. и прогноз на

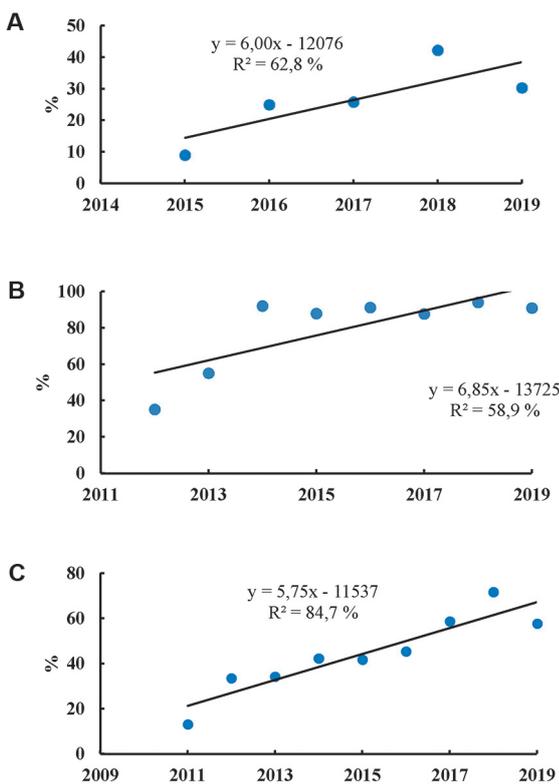


Рис. 4. Изменение встречаемости *Ixodes pavlovskyi* (от суммы видов рода *Ixodes*) в сборах клещей с трех участков о. Русского в 2011–2019 гг.:

**A** – на участке территории п-ова Саперного; **B** – на участке возле Форты № 9; **C** – вдоль реки Воеводиха в районе Каменоломни

Fig. 4. Change of *Ixodes pavlovskyi* (among *Ixodes* species) occurrence in the tick collection from three sites of the Island Russky in 2011–2019:

**A** – at the site of the Saperny peninsula; **B** – at the site near Fort No. 9; **C** – along the Voevodikha River in the vicinity of stone mine

2019 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2019; 2:22–9. DOI: 10.21055/0370-1069-2019-2-22-29.

6. Margos G., Vollmer S.A., Cornet M., Garnier M., Fingerle V., Wilske B., Bormane A., Vitorino L., Collares-Pereira M., Drancourt M., Kurtenbach K. A new *Borrelia* species defined by multilocus sequence analysis of housekeeping genes. *Appl. Environ. Microbiol.* 2009; 75(16):5410–16. DOI: 10.1128/AEM.00116-09.

7. Бурухина Е.Г., Жебровская Е.В., Петрова Н.К., Просьянникова М.Н., Захарова Г.А., Симонов С.Б. Иксодовые клещи и их эпизоотологическое значение на острове Русский. *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2012; 3-4:187–90.

8. Никитин А.Я., Ананьев В.Ю., Андаев Е.И., Алленов А.В., Сидорова Е.А., Хомичук Т.Ф., Бурухина Е.Г., Просьянникова М.Н., Петрова Н.К., Гордейко Н.С., Морозов И.М., Балахонов С.В. Основные факторы, обуславливающие высокую заболеваемость населения иксодовыми клещевыми боррелиозами на острове Русский. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*. 2017; 4:38–41.

9. Леонова Г.Н., Бондаренко Е.И., Хворостянко А.А., Курловская А.В. Изучение распространенности на юге Дальнего Востока возбудителей инфекций, передаваемых иксодовыми клещами. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2015; 14(1):31–35. DOI: doi.org/10.31631/2073-3046-2015-14-1-31-35.

10. Никитин А.Я., Андаев Е.И., Сидорова Е.А., Алленов А.В., Гордейко Н.С., Зверева Т.В., Морозов И.М., Балахонов С.В. Эпизоотологический мониторинг и прогноз риска проявления инфекций, передающихся иксодовыми клещами, на о. Русском в 2016 г. (Приморский край). *Проблемы особо опасных инфекций*. 2016; 3:95–97. DOI: 10.21055/0370-1069-2016-3-95-97.

11. Филиппова Н.А. Фауна России и сопредельных стран. Паукообразные. Т. 4. Вып. 5. Иксодовые клещи подсем. Amblyomminae. СПб.: Наука; 1997. 436 с.

12. Болотин Е.И., Колонин Г.В., Киселев А.Н., Матюшин О.А. Распространение и экология *Ixodes pavlovskiyi* (Ixodidae) в Сихотэ-Алине. *Паразитология*. 1977; 11(3):225–9.

13. Якименко В.В., Малькова М.Г., Шпынов С.Н. Иксодовые клещи Западной Сибири: фауна, экология, основные методы исследования. Омск: ООО ИЦ «Омский научный вестник»; 2013. 240 с.

14. Романенко В.Н., Кондратьева Л.М. Зараженность иксодовых клещей, снятых с людей, вирусом клещевого энцефалита на территории города Томска и его окрестностей. *Паразитология*. 2011; 45(1):3–10.

15. Померанцев Б.И. Фауна СССР. Паукообразные. Т. 4. Вып. 2. Иксодовые клещи (Ixodidae). М.-Л.: Наука; 1950. 224 с.

16. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Элементарная биометрия. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ; 2013. 110 с.

17. Дубинина Е.В. Глобальное потепление климата, изменение ареалов переносчиков, появление видов-вселенцев и переносимых ими возбудителей болезней. *Пест-менеджмент*. 2017; 1:14–24.

18. Jaenson T.G.T., Jensen J.-K. Records of ticks (Acari, Ixodidae) from the Faroe Islands. *Norw. J. Entomol.* 2007; 54:11–5.

19. Mukhacheva T.A., Kovalev S.Y. Multilocus sequence analysis of *Borrelia burgdorferi* s.l. in Russia. *Ticks Tick Borne Dis.* 2013; 4(4):275–279. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2013.02.004.

20. Симонов С.Б., Симонов П.С., Симонова Т.Л., Борисова Д.С. Мышевидные грызуны острова Русский (Южное Приморье). *Зоологический журнал*. 2010; 89(11):1366–73.

21. Колонин Г.В. Материалы по фауне иксодовых клещей юга Приморского края. *Паразитология*. 1986; 20(1):15–8.

Wilske B., Bormane A., Vitorino L., Collares-Pereira M., Drancourt M., Kurtenbach K. A new *Borrelia* species defined by multilocus sequence analysis of housekeeping genes. *Appl. Environ. Microbiol.* 2009; 75(16):5410–16. DOI: 10.1128/AEM.00116-09.

7. Burukhina E.G., Zhebrovskaya E.V., Petrova N.K., Prosyannikova M.N., Zakharova G.A., Simonov S.B. Ixodes ticks and their epizootiological significance on the Island Russky. *Zdorovie. Meditsinskaya Ekologiya. Nauka [Health. Medical Ecology. Science]*. 2012; 3-4:187–90.

8. Nikitin A.Ya., Ananiev V.Yu., Andaev E.I., Allenov A.V., Sidorova E.A., Khomichuk T.F., Burukhina E.G., Prosyannikova M.N., Petrova N.K., Gordeiko N.S., Morozov I.M., Balakhonov S.V. Main factors contributing to high human incidence of tick-borne borrelioses on the Island Russky. *Meditsinskaya Parazitologiya i Parazitarnye Bolezni [Medical Parasitology and Parasitic Diseases]*. 2017; 4:38–41.

9. Leonova G.N., Bondarenko E.I., Khvorostyanko A.A., Kurlovskaya A.V. The study of transmitted by ticks pathogens prevalence in the south of the Far East. *Epidemiologiya i Vакцинопрофилактика [Epidemiology and Vaccinal Prevention]*. 2015; 14(1):31–5. DOI: 10.31631/2073-3046-2015-14-1-31-35.

10. Nikitin A.Ya., Andaev E.I., Sidorova E.A., Allenov A.V., Gordeiko N.S., Zvereva T.V., Morozov I.M., Balakhonov S.V. Epizootiological Monitoring and Forecast of the Risks Associated with Infections, Transmitted by Ixodidae Ticks, on the Island Russky in 2016 (Primorsk Territory). *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2016; (3):95–7. DOI: 10.21055/0370-1069-2016-3-95-97.

11. Filippova N.A. Fauna of Russia and bordering countries. Arachnida. Vol. 4. Iss. 5. Ixodidae ticks from Amblyomminae subfamily. St. Petersburg: “Nauka”; 1997. 436 p.

12. Bolotin E.I., Colonin G.V., Kiselev A.N., Matushin O.A. Distribution and ecology of *Ixodes pavlovskiyi* (Ixodidae) in Sikhotealin. *Parazitologiya [Parasitology]*. 1977; 11(3):225–9.

13. Yakimenko V.V., Mal'kova M.G., Shpynov S.N. Ixodidae ticks of Western Siberia: fauna, ecology, main research methods. Omsk: “Omsk Scientific Bulletin”; 2013. 240 p.

14. Romanenko V.N., Condratieva L.M. Infestation of Ixodes ticks, removed from humans, by tick-borne encephalitis virus in the territory of Tomsk city and its surroundings. *Parazitologiya [Parasitology]*. 2011; 45(1):3–10.

15. Pomerancev B.I. Fauna of the USSR. Arachnida. Vol. 4. Iss. 2. Ixodes ticks (Ixodidae). Moscow-Leningrad: “Nauka”; 1950. 224 p.

16. Ivanter E.V., Korosov A.V. Elementary Biometrics. Petrozavodsk: Publishing House of Petrozavodsk State University; 2013. 110 p.

17. Dubinina E.V. Global warming of climate, change of vector areals, appearance of invasive species and the transmitted agents of the desiasies. *Pest-Management [Pest-Management]*. 2017; 1:14–24.

18. Jaenson T.G.T., Jensen J.-K. Records of ticks (Acari, Ixodidae) from the Faroe Islands. *Norw. J. Entomol.* 2007; 54:11–5.

19. Mukhacheva T.A., Kovalev S.Y. Multilocus sequence analysis of *Borrelia burgdorferi* s.l. in Russia. *Ticks Tick Borne Dis.* 2013; 4(4):275–279. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2013.02.004.

20. Simonov S.B., Simonov P.S., Simonova T.L., Borisova D.S. Mouse-like rodents on the Russian Island (South Primorie). *Zoologicheskii Zhurnal [Zoological Journal]*. 2010; 11(89):1366–73.

21. Colonin G.V. Findings on the ixodid ticks fauna in the south of Primorsky Krai. *Parazitologiya [Parasitology]*. 1986; 20(1):15–8.

## References

1. Korenberg E.I., Pomelova V.G., Osin N.S. Infections with Natural Focality Transmitted by Ixodidae ticks. Moscow: “Kommentarij”; 2013. 463 p.

2. Nefedova V.V., Korenberg E.I., Gorelova N.B. Multilocus sequence-analysis of “atypical” *Borrelia burgdorferi* sensu lato isolated in Russia. *Molekulyarnaya genetika, mikrobiologiya and virologiya [Molecular Genetics, Microbiology and Virology]*. 2017; 35(4):145–50. DOI: 10.18821/0208-0613-2017-35-4-145-150.

3. Rar V., Livanova N., Tkachev S., Kaverina G., Tikunov A., Sabitova Y., Igolkina Y., Panov V., Livanov S., Fomenko N., Babkin I., Tikunova N. Detection and genetic characterization of a wide range of infectious agents in *Ixodes pavlovskiyi* ticks in Western Siberia, Russia. *Parasites & Vectors*. 2017; 10(1):258. DOI: 10.1186/s13071-017-2186-5.

4. Zlobin V.I., Rudakov N.V., Malov I.V. Tick-Borne Vector Infections. Novosibirsk: “Nauka”; 2015. 224 p.

5. Rudakova S.A., Pen'evskaya N.A., Rudakov N.V., Pakschina N.D., Savelev D.A., Blokh A.I. Intensity and trends of epidemic process development of Ixodes tick-borne borrelioses in the Russian Federation in 2002–2018 and forecast for 2019. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2019; 2:22–9. DOI: 10.21055/0370-1069-2019-2-22-29.

6. Margos G., Vollmer S.A., Cornet M., Garnier M., Fingerle V.,

## Authors:

Nikitin A.Ya., Morozov I.M., Andaev E.I. Irkutsk Research Anti-Plague Institute of Siberia and Far East. 78, Trilissera St., Irkutsk, 664047, Russian Federation. E-mail: adm@chumin.irkutsk.ru.

Sabitova Yu.V., Rar V.A., Kaverina G.B., Babkin I.V., Tikunova N.V. Institute of Chemical Biology and Fundamental Medicine of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences. 8, Academician Lavrentiev Avenue, Novosibirsk, 630090, Russian Federation. E-mail: nibocho@nibocho.nsc.ru.

Gordeiko N.S., Allenov A.V. Primorsk Plague Control Station. 46, Dzerzhinskogo St., Ussuriysk, 692512, Russian Federation. E-mail: ppchsadm@mail.ru.

## Об авторах:

Никитин А.Я., Морозов И.М., Андаев Е.И. Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока. Российская Федерация, 664047, Иркутск, ул. Трилиссера, 78. E-mail: adm@chumin.irkutsk.ru.

Сабитова Ю.В., Рар В.А., Каверина Г.Б., Бабкин И.В., Тикунова Н.В. Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН. Российская Федерация, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 8. E-mail: nibocho@nibocho.nsc.ru.

Гордейко Н.С., Алленов А.В. Приморская противочумная станция. Российская Федерация, 692512, Уссурийск, ул. Дзержинского, 46. E-mail: ppchsadm@mail.ru.