

## ХАРАКТЕРИСТИКА КЛЕЩЕВЫХ ИНФЕКЦИЙ В МАЛОИЗУЧЕННЫХ РАЙОНАХ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

Лагунова Е.К.,  
Хаснатинов М.А.,  
Данчинова Г.А.

ФГБНУ «Научный центр проблем  
здоровья семьи и репродукции  
человека» (664003, г. Иркутск,  
ул. Тимирязева, 16, Россия)

Автор, ответственный за переписку:  
Хаснатинов Максим Анатольевич,  
e-mail: khasnatinov@gmail.com

### РЕЗЮМЕ

**Обоснование.** Инфекции, передающиеся человеку при укусах иксодовых клещей, остаются актуальной проблемой здравоохранения. Однако во многих частях нозоареала разнообразие и распространённость клещевых инфекций остаются недостаточно исследованными.

**Цель исследования.** Охарактеризовать современное разнообразие и распространённость возбудителей клещевых инфекций в долине р. Чикой (Забайкальский край, Россия), входящей в буферную зону Байкальской природной территории.

**Материалы и методы.** С помощью полимеразной цепной реакции в реальном времени на заражённость семью возбудителями клещевых инфекций исследованы 48 имаго клещей *Ixodes persulcatus*, 1 особь *Haemaphysalis concinna* и 38 особей мелких млекопитающих.

**Результаты.** Клещ *H. concinna* не был заражён ни одним из исследуемых патогенов. Заражённость *I. persulcatus* *Borrelia burgdorferi* s. l. составила 39,5%, *Anaplasma phagocytophilum* – 16,7%, *B. miyamotoi* – 8,3% и *Ehrlichia* sp. – 2,1%. Вируса клещевого энцефалита (ВКЭ), *Rickettsia sibirica* и *R. heilongjiangensis* в таёжных клещах не обнаружено. Выявлены 4 вида позвоночных хозяев клещей и инфекций: *Myodes rufocanus* (44,7%) *Apodemus peninsulae* (39%), *Microtus oeconomus* (13,2%) и *M. rutilus* (2,6%). В популяциях мелких млекопитающих заражённость ВКЭ составила 5,3%, *B. burgdorferi* s. l. – 39,5%, *B. miyamotoi* – 28,9%, *Ehrlichia* sp. – 21,1%, *A. phagocytophilum* – 18,4%.

**Заключение.** Повсеместное распространение таёжных клещей, наличие многочисленных популяций компетентных позвоночных хозяев инфекций, а также высокие показатели заражённости позвоночных и беспозвоночных хозяев свидетельствуют о широком распространении в долине р. Чикой активных природных очагов клещевого энцефалита, болезни Лайма, клещевой возвратной лихорадки, вызываемой *B. miyamotoi*, гранулоцитарного анаплазмоза и моноцитарного эрлихиоза человека.

**Ключевые слова:** Забайкальский край, *Borrelia*, вирус клещевого энцефалита, *Anaplasma phagocytophilum*, *Rickettsia*, *Ixodes persulcatus*

Статья поступила: 06.09.2023  
Статья принята: 12.12.2023  
Статья опубликована: 29.12.2023

**Для цитирования:** Лагунова Е.К., Хаснатинов М.А., Данчинова Г.А. Характеристика клещевых инфекций в малоизученных районах Забайкальского края. *Acta biomedica scientifica*. 2023; 8(6): 130-140. doi: 10.29413/ABS.2023-8.6.12

## CHARACTERISTICS OF TICK-BORNE INFECTIONS IN THE UNDEREXPLORED AREAS OF THE TRANS-BAIKAL TERRITORY

Lagunova E.K.,  
Khasnatinov M.A.,  
Danchinova G.A.

Scientific Centre for Family Health  
and Human Reproduction Problems  
(Timiryazeva str. 16, Irkutsk 664003,  
Russian Federation)

Corresponding author:  
Maxim A. Khasnatinov,  
e-mail: khasnatinov@gmail.com

### ABSTRACT

**Background.** Infections transmitted to humans by the bites of ixodid ticks remain an urgent public health problem. In this work we explored the natural foci of tick-borne infections located in the valley of the Chikoy River, which is a part of the buffer zone of the Baikal natural territory.

**The aim.** To characterize the modern diversity and prevalence of tick-borne pathogens in the ecosystems of the valley of the Chikoy River (Trans-Baikal Territory, Russian Federation).

**Materials and methods.** Thirteen sampling sites were located in typical biotopes throughout the Chikoy valley. In total 48 adult *Ixodes persulcatus* ticks, 1 female *Haemaphysalis concinna* tick and 38 specimens of small mammals were studied. All samples were tested for infection with seven tick-borne pathogens using multiplex real-time PCR.

**Results.** No pathogens were detected in the *H. concinna* specimen. No *R. sibirica* and *R. heilongjiangensis* were detected both in ticks and in rodents. Among *I. persulcatus*, tick-borne encephalitis virus (TBEV), and the prevalence of *Borrelia burgdorferi* s. l. comprised 39.5 %, *A. phagocytophilum* – 16.7 %, *B. miyamotoi* – 8.3 % and *Ehrlichia* sp. – 2.1 %. Among infected ticks 6.2 % were co-infected with *B. burgdorferi* s. l. and *A. phagocytophilum*. Four rodent hosts of ticks and infections were identified: *Myodes rufocanus* (44.7 %), *Apodemus peninsulae* (39 %), *Microtus oeconomus* (13.2 %) and *M. rutilus* (2.6 %). Mean prevalence of *B. burgdorferi* s. l. in rodents comprised 39.5 %, *B. miyamotoi* – 28.9 %, *Ehrlichia* sp. – 21.1 % and *A. phagocytophilum* – 18.4 %. TBEV was detected in 5.3 % of rodents.

**Conclusion.** At least five tick-borne pathogens circulate in the Chikoi River valley, i. e. TBEV, *B. burgdorferi sensu lato*, *A. phagocytophilum*, *B. miyamotoi* and *Ehrlichia* sp. The wide spread of *I. persulcatus* and abundance of competent rodent hosts of infections and ticks indicates that natural foci of tick-borne diseases are widely distributed in the Chikoi River valley.

**Key words:** the Trans-Baikal Territory, *Borrelia*, tick-borne encephalitis virus, *Anaplasma phagocytophilum*, *Rickettsia*, *Ixodes persulcatus*

Received: 06.09.2023  
Accepted: 12.12.2023  
Published: 29.12.2023

**For citation:** Lagunova E.K., Khasnatinov M.A., Danchinova G.A. Characteristics of tick-borne infections in the underexplored areas of the Trans-Baikal Territory. *Acta biomedica scientifica*. 2023; 8(6): 130-140. doi: 10.29413/ABS.2023-8.6.12

## ОБОСНОВАНИЕ

Природно-очаговые инфекции продолжают оставаться одной из актуальных проблем патологии населения России. Особенно это относится к инфекциям, передаваемым иксодовыми клещами, как по обширности очаговых территорий, так и по тяжести и последствиям заболеваний. На территории Азиатской части Российской Федерации основным переносчиком многих клещевых инфекций являются клещи *Ixodes persulcatus* (Schulze, 1930) [1].

Наиболее эпидемически значимыми возбудителями трансмиссивных инфекций являются вирус клещевого энцефалита (ВКЭ), возбудители болезни Лайма *Borrelia burgdorferi sensu lato*, возбудители клещевой возвратной лихорадки вызываемой *B. miyamotoi* риккетсии, анаплазмы, эрлихии и другие патогены [2]. Иксодовые клещи могут быть инфицированы как одним патогенным для человека микроорганизмом (моноинфекция), так и одновременно двумя или более видами патогенов (коинфекция). Моно- и коинфекции отличаются клиническим своеобразием в зависимости от сочетания патогенов. Это требует разработки новых подходов к диагностике, профилактике и лечению известных клещевых инфекций, включая коинфекции [3, 4].

Основным источником информации для оценки эпидемиологической ситуации является активный мониторинг природных очагов клещевых инфекций, основанный на прямой оценке численности клещей-переносчиков и млекопитающих – резервуарных хозяев инфекций и прокормителей клещей в экосистеме, а также определение их заражённости изучаемыми патогенами. Проведение активного мониторинга требует привлечения высококвалифицированного персонала и является трудоёмким и времязатратным мероприятием. Поэтому во многих частях нозоареала заболеваний, передающихся при укусах клещей, отмечается нехватка информации о распространённости и разнообразии клещевых инфекций, а также о структуре и напряжённости их природных очагов. Несмотря на очевидные достоинства этого подхода, он обладает рядом существенных недостатков. Например, данный метод не учитывает целый ряд важнейших аспектов инфекционного процесса, таких как мультиплексирование нескольких патогенов в одной паразитарной системе, интенсивность контакта людей с клещами-переносчиками инфекций, социально-демографическое состояние населения, миграционные процессы в популяциях людей и диких животных [5]. Кроме того, чтобы получить достоверные данные в ходе активного мониторинга, необходимо исследование больших количеств переносчиков и прокормителей (клещей и позвоночных животных) в одни и те же сроки на ключевых участках, расположенных в различных ландшафтах с использованием унифицированных методик учётов животных и дальнейших лабораторных исследований всего массива, собранных в полевых экспедициях материалов, с выявлением и идентификацией патогенов [6, 7]. Поэтому во многих районах нозоареала клещевых инфекций особенности распространения и циркуляции патогенов в природе остаются слабоизученными.

Одним из таких районов является Красночикийский район Забайкальского края, в котором отмечаются наиболее высокие показатели заболеваемости клещевым энцефалитом и болезнью Лайма [8]. Несмотря на это, исследования клещевых инфекций в этих местах ранее проводились спорадически и главным образом касались вируса клещевого энцефалита и возбудителей болезни Лайма, а информация о циркуляции других патогенов, передающихся при укусах иксодовых клещей, отсутствует. Чикой является одной из крупнейших рек водосбора оз. Байкал, а долина Чикоя и прилегающие хребты Хэнтей-Чикойского нагорья входят в Байкальскую природную территорию. Большие пространства коренных участков кедрового леса, не затронутые деятельностью человека, своеобразная флора и фауна, наличие уникальных природных объектов, а также залежи природных ископаемых (урановых руд) формируют потенциал для дальнейшего рекреационного, хозяйственного и промышленного освоения долины Чикоя [9]. В связи с этим характеристика современного состояния природных очагов клещевых инфекций представляется актуальной задачей не только с научной, но и с практической точки зрения.

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Охарактеризовать современное разнообразие и распространённость возбудителей клещевых инфекций в долине р. Чикой (Красночикийский район, Забайкальский край, Российская Федерация).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Материалы

Для исследования использовали иксодовых клещей, отловленных с растительности в наиболее распространённых биотопах района исследования, а также мелких млекопитающих – прокормителей клещей и резервуарных хозяев клещевых инфекций.

Учёт численности иксодовых клещей проводили по стандартной методике на флаг, численность клещей оценивали как количество особей на флаго-километр маршрута [10]. Отловленных клещей доставляли в лабораторию в живом виде. Информация о каждом клеще регистрировалась в информационно-аналитической системе «Полевые клещи» [11].

Учёт численности мышевидных грызунов – прокормителей клещей и резервуарных хозяев клещевых инфекций – проводился методом отлова ловушками (живоловки Шермана) на учётных линиях. Численность выражалась в количестве особей на ловушко-сутки. Животных умерщвляли с соблюдением «Этических принципов проведения научных медицинских исследований с участием человека» [12]. Для каждого отловленного животного индивидуально определяли вид, пол, возрастную группу (молодые или взрослые), очёсывали иксодовых клещей. После этого производили забор образцов тка-

ней головного мозга, селезёнки, почек и лёгких. Образцы тканей хранили в жидком азоте до доставки в лабораторию и далее при  $-80^{\circ}\text{C}$  до проведения исследований.

### Подготовка суспензий клещей и органов млекопитающих

Каждого клеща индивидуально промывали в 70%-м этаноле и обсушивали на фильтровальной бумаге, затем производили определение вида, пола и состояния клеща. Вид клеща определяли по морфологическим признакам в соответствии с определителями фауны иксодовых клещей СССР [13]. Подготовленных клещей гомогенизировали с использованием автоматического гомогенизатора TissueLyzer II и стерильных стальных шариков диаметром 3 мм. Гомогенаты ресуспендировали в 300 мкл стерильного фосфатно-солевого буфера (рН = 7,4) и исследовали непосредственно после приготовления.

Видовую принадлежность мелких млекопитающих определяли по морфологическим признакам в соответствии с определителями фауны грызунов СССР [14]. Оценку поражённости мелких млекопитающих иксодовыми клещами производили на основе индекса обилия (ИО; среднее количество клещей на одну особь) и индекса встречаемости (ИВ; доля особей млекопитающих в выборке, на которых обнаружены иксодовые клещи).

Образцы тканей животных (30–50 мг) гомогенизировали с использованием автоматического гомогенизатора TissueLyzer II и охлаждённых стерильных шариков из карбида вольфрама диаметром 5 мм. Гомогенаты ресуспендировали в 300 мкл охлаждённого стерильного фосфатно-солевого буфера (рН = 7,4) и исследовали непосредственно после приготовления.

### Выделение нуклеиновых кислот

Из 100 мкл каждого образца индивидуально выделяли суммарную РНК/ДНК с помощью наборов «РеалБест экстракция 100» либо с помощью наборов РеалБест Уни-маг (Вектор-Бест, Новосибирск) и процессора магнитных частиц для очистки нуклеиновых кислот, клеток и белков KingFisher Flex (Thermo Fisher Scientific, Финляндия) в соответствии с инструкциями производителя. Полученный препарат нуклеиновых кислот ресуспендировали в 300 мкл элюирующего раствора.

### ПЦР в режиме реального времени

Для выявления возбудителей клещевых инфекций использовали метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) с гибридизационно-флуоресцентной детекцией в режиме реального времени. Для детекции нуклеиновых кислот использовали наборы реагентов «РеалБест ДНК *Borrelia burgdorferi* s. l./РНК ВКЭ», «РеалБест ДНК *Anaplasma phagocytophilum/Ehrlichia muris, Ehrlichia chaffeensis*», «РеалБест ДНК *Borrelia miyamotoi*» и «РеалБест ДНК *Rickettsia sibirica/Rickettsia heilongjiangensis*» (ВекторБест, Новосибирск). Поскольку *E. muris* и *E. chaffeensis* определялись в одной ПЦР-реакции без идентификации вида, выявленные эрлихии далее обозначали как *Ehrlichia* sp.

В качестве матрицы при ПЦР с обратной транскрипцией использовали 50 мкл препарата ДНК/РНК. Реакцию

и учёт результатов в режиме реального времени проводили с помощью амплификатора CFX C1000 Touch (BioRad, США) в соответствии с инструкцией производителя наборов. Для обработки, учёта и интерпретации результатов использовали программное обеспечение BioRad CFX Manager 3.1 (BioRad, США).

### Количественная ПЦР

Количественное определение *Borrelia* sp. было выполнено с использованием мультиплексной количественной ПЦР, нацеленной на ген *16S* рРНК [15]. Для этого фрагменты гена *16S rRNA B. burgdorferi sensu lato* (штамм В31) и *B. miyamotoi* (штамм НТ31) амплифицировали с помощью ПЦР [5'-GCTGTAACGATGCACACTTGGT-3'] и BspR-16s [5'-GGCGGCACACTTAACACGTTAG-3']. Полученные ампликоны (длиной 70 нуклеотидных оснований) независимо клонировали в плазмидном векторе pCR4-TOPO (Thermo Fisher Scientific, США) и наращивали в компетентных клетках *Escherichia coli*, штамм DH5 $\alpha$  (Nippon Gene, Япония) – как описано ранее [15]. Количество спирохет в образцах оценивали с помощью серийных десятикратных разведений стандартных образцов ДНК соответствующих *Borrelia* spp. и выражали как  $\log_{10}$  копий генома на клеща. ПЦР проводили в реакционном объёме 25 мкл. Реакционная смесь содержала 1U Taq-полимеразы HSTaq (Eurogen), 2,5 мкл матрицы ДНК, праймеры BspF-16s и BspR-16s в концентрации 900 нМ каждый и зонды FAM-LD [5'-FAM-TTCGGTACTAACCTTTAGTTAA-BHQ1-3'] и VIC-RF [5'-R6G-CGGTACTAACCTTTCGATTA-BHQ1-3'] в концентрации 200 нМ каждый. Условия ПЦР представляли собой начальный цикл при  $50^{\circ}\text{C}$  в течение 2 мин, затем цикл при  $95^{\circ}\text{C}$  в течение 2 мин, затем 45 циклов при  $95^{\circ}\text{C}$  в течение 15 с и  $63^{\circ}\text{C}$  в течение 60 с. Результаты учитывали на стадии  $63^{\circ}\text{C}$  в соответствии с показаниями калибровочной кривой, при этом по каналу FAM определяли наличие и концентрацию ДНК *B. burgdorferi* s. l., а по каналу VIC – ДНК *B. miyamotoi*.

### Статистические методы обработки данных

Соотношение полов и распространённость инфекций оценивали как долю инфицированных особей, выражали в процентах и рассчитывали 95%-й доверительный интервал (95% ДИ).

Для оценки ассоциаций между инфекциями ВКЭ *B. burgdorferi* s. l., *B. miyamotoi*, *A. phagocytophilum* и *Ehrlichia* sp. у клещей были построены таблицы сопряжённости  $2 \times 2$  для каждой пары микроорганизмов [16]. При этом в качестве бинарных определяющих условий были взяты инфицированное и неинфицированное состояние клещей. Для оценки статистической значимости различий между групповыми средними использовали дисперсионный анализ на основе *F*-критерия Фишера [17].

Статистический анализ проводился с использованием программного обеспечения MS Excel (Microsoft Corp., США), MaxStat Light и R версии 4.0.2 (R Foundation, Австрия). Статистическая значимость была установлена на уровне 0,95. Все тесты статистической значимости были двусторонними. Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

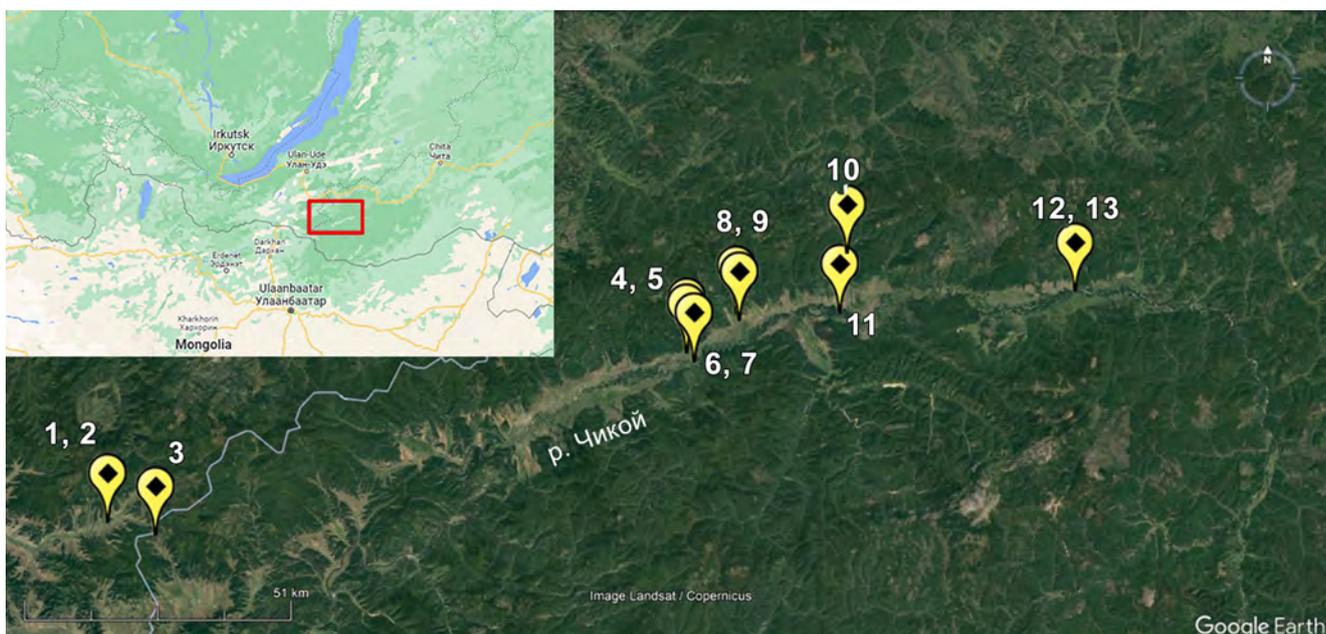
В данной работе были использованы материалы, собранные с 3 по 10 июля 2021 года в ходе исследования долины р. Чикой в Республике Бурятия и Красночикийском районе Забайкальского края (рис. 1). Было обследовано 13 учётных точек, проведено 15,7 флагов/км учётов иксодовых клещей и 455 ловушко-ночей учётов мелких млекопитающих. В ходе работы было исследовано 38 особей мышевидных грызунов и 49 иксодовых клещей, собранных с растительности. На мелких млекопитающих обнаружено 116 личинок и нимф таёжных клещей (не были включены в лабораторные исследования).

Обилие иксодовых клещей варьировало от низких до средних значений и находилось в диапазоне от 0,4 до 13 особей на флагов/км. С учётом субоптимального сезона исследований (начало июля) такие показатели численности клещей позволяют предположить, что в обследуемом районе имеются природные очаги клещевых инфекций со средним и высоким лоймопотенциалом. Наибольшие показатели численности клещей были ассоциированы с разнотравно-злаковыми сосново-берёзовыми лесами с таволгой и шиповником в подлеске. Один клещ, отловленный на учётной точке № 7 (рис. 1), был определён как самка *Haemaphysalis concinna* (Koch,

1844). Остальные 48 клещей были идентифицированы как *Ixodes persulcatus* (Shulze, 1930), все особи были половозрелыми, соотношение полов составило 0,6 самца на одну самку.

Относительная численность мелких млекопитающих варьировала от 10 до 21,5 экз./100 ловушко-суток, при этом в трёх точках не было отловлено ни одного животного. Видовое разнообразие представлено четырьмя фоновыми видами: восточноазиатская лесная мышь *Apodemus peninsulae* (Thomas, 1907), красно-серая полёвка *Myodes rufocanus* (Sundevall, 1846), полёвка-экономка *Microtus oeconomus* (Pallas, 1776) и красная полёвка *Myodes rutilus* (Pallas, 1779). Наиболее часто в отловах встречались красно-серые полёвки (44,7 %) и восточноазиатские лесные мыши (39,5 %), тогда как полёвки-экономки и красные полёвки были малочисленными (13,2 % и 2,6 % выборки соответственно).

Личинки *I. persulcatus* были обнаружены только на грызунах двух видов – *A. peninsulae* и *M. rufocanus*, при этом *A. peninsulae* играли несколько более существенную роль в прокормлении личинок таёжного клеща (ИО = 5,3; ИВ = 60 %) по сравнению с *M. rufocanus* (ИО = 2,1; ИВ = 35,3 %), несмотря на большую численность последних. В качестве прокормителей нимф таёжного клеща выступали только красно-серые полёвки



**РИС. 1.** Обследуемый район и локализация учётных точек. Картирование мест отлова клещей и мышевидных грызунов и создание изображений были выполнены с использованием программного обеспечения GoogleEarthPro 7.3. Учётные точки: **1, 2** – Республика Бурятия, Кяхтинский район, окрестности с. Уладыи; **3** – граница Бурятии и Забайкальского края; **4–7** – Забайкальский край, Красночикийский район, с. Фомичево; **8** – Забайкальский край, Красночикийский район, с. Захарово; **9–11** – Забайкальский край, Красночикийский район, д. Шимбиллик; **12, 13** – Забайкальский край, Красночикийский район, д. Стеклозавод

**FIG. 1.** Survey area and localization of sampling sites. Tick and rodent capture site mapping and imaging were performed using GoogleEarthPro 7.3 software. Sampling sites: **1, 2** – Republic of Buryatia, Kyakhtinsky district, Uladyi settlement; **3** – the border of the Republic of Buryatia and the Transbaikalian krai; **4–7** – Transbaikalian krai, Krasnochikoysky district, Fomichevo village; **8** – Transbaikalian krai, Krasnochikoysky district, Zakharovo village; **9–11** – Transbaikalian krai, Krasnochikoysky district, Shimbilik village; **12, 13** – Transbaikalian krai, Krasnochikoysky district, Steklozavod village

с ИО = 0,12 клеща на особь и ИВ = 11,8 %. Иксодовые клещи других видов на млекопитающих выявлены не были.

**Разнообразие и распространённость клещевых инфекций среди иксодовых клещей  
Заражённость иксодовых клещей возбудителями клещевых инфекций**

Единственная самка *H. concinna* не была заражена ни одним из исследуемых патогенов. Возбудители клещевого риккетсиоза северной Азии *R. sibirica* и дальневосточного клещевого риккетсиоза *R. heilongjiangensis* не были обнаружены ни в клещах, ни в образцах тканей мышевидных грызунов, поэтому эти патогены далее не рассматриваются.

В таёжных клещах, отловленных на флаг с растительности, самым распространённым возбудителем оказалась *B. burgdorferi* s. l., которая была обнаружена в 39,6 % образцов. Далее следовала *A. phagocytophilum* (16,6 %), затем *B. miyamotoi* (8,3 %), доля *Ehrlichia* sp. составила 2 %. Вируса клещевого энцефалита обнаружено не было (табл. 1).

Оценить количественную нагрузку боррелий удалось для восьми особей *I. persulcatus*, заражённых *B. burgdorferi* s. l., и для двух особей, заражённых

*B. miyamotoi*. Средняя концентрация *B. miyamotoi* составляла  $2,5 \pm 5,1$  lg копий генома на клеща с максимальным показателем  $2,9 \log_{10}$  копий генома на клеща. Концентрация *B. burgdorferi* s. l. варьировала от 1,1 до 3,8 lg копий на клеща и в среднем составила  $2,7 \pm 0,7$  lg копий на клеща. Можно предположить, что нагрузка спирохет *B. burgdorferi* s. l. на клеща несколько выше, чем *B. miyamotoi*, хотя выявленные различия не имеют статистической значимости.

**Коинфицирование таёжных клещей двумя и более патогенами**

Более чем в 90 % случаев клещи были заражены только одним из исследуемых микроорганизмов, но 3 (6,2 %) клеща были одновременно инфицированы *B. burgdorferi* s. l. и *A. phagocytophilum*. Статистически значимой сопряжённости этих инфекций выявлено не было. Других сочетаний патогенов в исследованной выборке таёжных клещей не выявлено.

**Разнообразие и распространённость клещевых инфекций среди мелких млекопитающих – прокормителей иксодовых клещей**

У мелких млекопитающих выявлены все возбудители трансмиссивных инфекций, которые были обнару-

**ТАБЛИЦА 1  
ЗАРАЖЁННОСТЬ ТАЁЖНЫХ КЛЕЩЕЙ ВОЗБУДИТЕЛЯМИ КЛЕЩЕВЫХ ИНФЕКЦИЙ В ЭКОСИСТЕМАХ ДОЛИНЫ р. ЧИКОЙ**

	Особей исследовано	ВКЭ	Из них заражено, n, % (95% ДИ)				Не заражено, % (95% ДИ)
			B. b. s. l.	B. m.	A. ph.	E. sp.	
<i>I. persulcatus</i> , самки	30	0	12 40 (22; 58)	2 7 (0; 16)	4 13 (1; 25)	1 3 (0; 10)	12 40 (22; 58)
<i>I. persulcatus</i> , самцы	18	0	7 39 (16; 61)	2 11 (0; 26)	4 22 (3; 41)	0	7 39 (16; 61)
Всего	48	0	19 40 (26; 53)	4 8 (1; 16)	8 17 (6; 27)	1 2 (0; 6)	19 40 (26; 53)

**Примечание.** ВКЭ – вирус клещевого энцефалита; B. b. s. l. – *B. burgdorferi* sensu lato; B. m. – *B. miyamotoi*; A. ph. – *Anaplasma phagocytophilum*; E. sp. – *Ehrlichia* sp.

**TABLE 1  
THE PREVALENCE OF TICK-BORNE PATHOGENS AMONG *I. PERSULCATUS* TICKS IN THE ECOSYSTEMS OF THE CHIKOY RIVER VALLEY**

**ТАБЛИЦА 2  
ЗАРАЖЁННОСТЬ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ЭКОСИСТЕМАХ ДОЛИНЫ р. ЧИКОЙ ВОЗБУДИТЕЛЯМИ КЛЕЩЕВЫХ ИНФЕКЦИЙ**

Вид	Особей исследовано	ВКЭ	Из них инфицировано, n, % (95% ДИ)				Не инфицировано, % (95% ДИ)
			B. b. s. l.	B. m.	A. ph.	E. sp.	
<i>Apodemus peninsulae</i>	15	1 7 (0; 19)	6 40 (15; 65)	4 27 (4; 49)	1 7 (0; 19)	5 33 (9; 57)	7 47 (21; 72)
<i>Microtus oeconomus</i>	5	0	2 40 (0; 83)	0	1 20 (0; 55)	1 20 (0; 55)	3 60 (17; 103)
<i>Myodes rufocanus</i>	17	1 6 (0; 17)	6 35 (13; 58)	2 12 (0; 27)	3 18 (0; 36)	1 6 (0; 17)	9 53 (29; 77)
<i>Myodes rutilus</i>	1	0	1	0	1	0	0
Всего	38	2 5 (0; 12)	15 39 (24; 55)	6 16 (4; 27)	6 16 (4; 27)	7 18 (6; 31)	19 50 (34; 66)

**Примечание.** ВКЭ – вирус клещевого энцефалита; B. b. s. l. – *B. burgdorferi* sensu lato; B. m. – *B. miyamotoi*; A. ph. – *Anaplasma phagocytophilum*; E. sp. – *Ehrlichia* sp.

жены в таёжных клещах, а также обнаружено две особи грызунов, заражённых ВКЭ – взрослая самка красносерой полёвки и молодой самец восточноазиатской лесной мыши. Наиболее инфицированными оказались *A. peninsulae* – порядка 53 % зверьков были заражены по меньшей мере одним из исследуемых микроорганизмов. Среди пяти особей *M. oeconomus* две были заражены возбудителями клещевых инфекций. Заражённость грызунов разных видов приведена в таблице 2.

**Заражённость млекопитающих вирусом клещевого энцефалита**

В отличие от таёжных клещей, ВКЭ был обнаружен в тканях 5 % позвоночных хозяев. У одной особи *A. peninsulae* вирусная РНК была выявлена в тканях головного мозга, а у одной особи *M. rufocanus* наблюдалась системная инфекция с наличием вируса в головном мозге, селезёнке, почках и лёгких. Заражённость обоих видов была сопоставимой и составила 7 % и 6 % соответственно.

**Заражённость и особенности инфицирования млекопитающих *B. burgdorferi* s. l.**

Возбудители болезни Лайма оказались наиболее распространённым среди позвоночных хозяев патогеном и в среднем встречались у 39 % животных, что практически идентично заражённости среди таёжных клещей. ДНК *B. burgdorferi* s. l. была выявлена у всех исследованных видов млекопитающих с практически одинаковой частотой – 39–40 %, за исключением *M. rufocanus*, среди которых заражённость составила 35 %, хотя эти различия не были статистически значимы.

В организме мелких млекопитающих ДНК *B. burgdorferi* s. l. была обнаружена во всех исследованных органах (табл. 3) хотя и с разной частотой. Реже все-

го были инфицированы ткани почек, в которых боррелии были обнаружены только у многочисленных видов *A. peninsulae* и *M. rufocanus*. Наиболее часто (практически у всех заражённых животных) инфекция выявлялась в тканях лёгких. Среди малочисленных видов *M. oeconomus* и *M. rutilus* все заражённые животные имели признаки системной инфекции *B. burgdorferi* s. l. с вовлечением по меньшей мере трёх органов: головного мозга, селезёнки и лёгких. Среди *A. peninsulae* в трёх случаях выявлены признаки системной инфекции с вовлечением двух и более органов, а в трёх случаях ДНК боррелий была выявлена только в тканях лёгких. У *M. rufocanus* наблюдалась сходная картина: в трёх случаях имелись признаки системной инфекции с вовлечением 3 или 4 органов, а в трёх случаях боррелии были выявлены только в тканях лёгких (две особи) или головного мозга (одна особь).

Количественную нагрузку *B. burgdorferi* s. l. удалось определить для трёх особей *M. rufocanus* и по одной особи *A. peninsulae*, *M. oeconomus* и *M. rutilus* (табл. 4). В тканях мозга оценить концентрацию спирохет не удалось ни у одного из видов млекопитающих.

В почках следовые количества ДНК *B. burgdorferi* s. l. были обнаружены только у одной из красно-серых полёвок. В тканях селезёнки и лёгких концентрация ДНК боррелий была сопоставима для большинства образцов и составляла порядка 10 геномных копий на 10 мг ткани. В тканях единственной особи полёвки-экономки концентрация ДНК *B. burgdorferi* s. l. концентрация ДНК боррелий составил 3,5 lg геномных копий, что примерно в 1000 раз выше аналогичных показателей восточноазиатской лесной мыши и красно-серых полёвок (табл. 4).

**ТАБЛИЦА 3  
ВСТРЕЧАЕМОСТЬ *B. BURGDORFERI* S. L.  
В ОРГАНАХ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

Виды млекопитающих	Заражено <i>B. burgdorferi</i> s. l., особей	Органы, в которых обнаружена ДНК <i>B. burgdorferi</i> s. l., n (%)			
		мозг	селезёнка	почки	лёгкие
<i>A. peninsulae</i>	6	1 (16,7)	2 (33,3)	1 (16,7)	6 (100)
<i>M. oeconomus</i>	2	2 (100)	2 (100)	0 (0)	2 (100)
<i>M. rufocanus</i>	6	3 (50)	3 (50)	2 (33,3)	5 (83,3)
<i>M. rutilus</i>	1	1 (100)	1 (100)	0 (0)	1 (100)

**TABLE 3  
OCCURRENCE OF *B. BURGDORFERI* S. L.  
IN THE ORGANS OF SMALL MAMMALS**

**ТАБЛИЦА 4  
СРЕДНЯЯ БАКТЕРИАЛЬНАЯ НАГРУЗКА  
*B. BURGDORFERI* S. L. В ОРГАНАХ МЕЛКИХ  
МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

Виды млекопитающих	Концентрация <i>B. burgdorferi</i> s. l. в тканях (lg копий генома/10 мг)		
	селезёнка	почки	лёгкие
<i>A. peninsulae</i>	1	0	0,8
<i>M. oeconomus</i>	3,5	0	3,3
<i>M. rufocanus</i>	0	0,1	0,9
<i>M. rutilus</i>	0,6	0	1,4

**TABLE 4  
MEAN SPIROCHETE LOADS OF *B. BURGDORFERI* S. L.  
IN THE ORGANS OF SMALL MAMMALS**

**Заражённость и особенности инфицирования млекопитающих *B. miyamotoi***

Возбудитель клещевой возвратной лихорадки *B. miyamotoi* был обнаружен только среди многочисленных видов грызунов. При этом заражённость *A. peninsulae* более чем вдвое превышала заражённость *M. rufocanus* (27 % и 12 % соответственно). В организме млекопитающих *B. miyamotoi* были распределены более равномерно, чем *B. burgdorferi* s. l. (табл. 5) и во всех случаях поражали 2 и более органа, за исключением одной особи *A. peninsulae*, у которой эти спирохеты были обнаружены только в тканях селезёнки.

Количественную нагрузку *B. miyamotoi* удалось определить для трёх заражённых особей *A. peninsulae* и двух *M. rufocanus* (табл. 6). В целом концентрация *B. miyamotoi* в тканях млекопитающих была примерно в 10 раз выше, чем концентрация *B. burgdorferi* s. l. и варьировала от 50 до порядка 10 000 копий генома на 10 мг ткани. У *A. peninsulae* количественная нагрузка спирохет в разных органах была примерно равной, тогда как у *M. rufocanus* выделялись ткани селезёнки, в которых концентрация ДНК *B. miyamotoi* была на 2 порядка выше, чем в других органах (табл. 6).

**Заражённость и особенности инфицирования млекопитающих *A. phagocytophilum***

В среднем возбудитель гранулоцитарного анаплазмоза человека (ГАЧ) *A. phagocytophilum* встречался у 16 % млекопитающих, однако у разных видов заражённость этим патогеном варьировала. Так, для *M. rufocanus* и *M. oeconotus* были характерны показатели заражённости, близкие к среднему значению, однако среди *A. peninsulae* заражённость была в три раза ниже (18–20 % против 7 % соответственно; табл. 2).

В большинстве случаев заражение *A. phagocytophilum* протекало как системная инфекция с поражением всех исследованных органов, кроме почек (табл. 7). Исключение составила единственная инфицированная особь *A. peninsulae*, у которой ДНК возбудителя ГАЧ была обнаружена только в селезёнке (табл. 7).

**Заражённость и особенности инфицирования млекопитающих *Ehrlichia* sp.**

Заражённость эрлихиями была наиболее характерна для *A. peninsulae*, у которых эти микроорганизмы встречались в 33 % случаев. Среди других видов млекопитающих эти бактерии были обнаружены у единичных особей (табл. 2).

**ТАБЛИЦА 5  
ВСТРЕЧАЕМОСТЬ *B. MIYAMOTOI*  
В ОРГАНАХ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

Виды млекопитающих	Заражено <i>B. miyamotoi</i> , особей	Органы, в которых обнаружена ДНК <i>B. miyamotoi</i> , n (%)			
		мозг	селезёнка	почки	лёгкие
<i>A. peninsulae</i>	4	2 (50)	4 (100)	0 (0)	3 (75)
<i>M. rufocanus</i>	2	0 (0)	1 (50)	1 (50)	2 (100)

**TABLE 5  
OCCURRENCE OF *B. MIYAMOTOI*  
IN THE ORGANS OF SMALL MAMMALS**

**ТАБЛИЦА 6  
СРЕДНЯЯ БАКТЕРИАЛЬНАЯ НАГРУЗКА *B. MIYAMOTOI*  
В ОРГАНАХ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

Виды млекопитающих	Концентрация <i>B. miyamotoi</i> в тканях, lg копий генома/10 мг			
	мозг	селезёнка	почки	лёгкие
<i>A. peninsulae</i>	2	2,7	0	2,3
<i>M. rufocanus</i>	0	4,1	1,4	2,2

**TABLE 6  
MEAN SPIROCHETE LOADS OF *B. MIYAMOTOI*  
IN THE ORGANS OF SMALL MAMMALS**

**ТАБЛИЦА 7  
ВСТРЕЧАЕМОСТЬ *A. PHAGOCYTOPHILUM*  
В ОРГАНАХ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

Виды млекопитающих	Заражено <i>A. phagocytophilum</i> , особей	Органы, в которых обнаружена ДНК <i>A. phagocytophilum</i> , n (%)		
		мозг	селезёнка	лёгкие
<i>A. peninsulae</i>	1	0	1 (100)	0
<i>M. oeconotus</i>	1	1 (100)	1 (100)	1 (100)
<i>M. rufocanus</i>	3	2 (66,7)	3 (100)	3 (100)
<i>M. rutilus</i>	1	1 (100)	1 (100)	1 (100)

**TABLE 7  
OCCURRENCE OF *A. PHAGOCYTOPHILUM*  
IN THE ORGANS OF SMALL MAMMALS**

В отличие от всех остальных изученных патогенов, инфекция *Ehrlichia* sp. всегда имела системный характер, а у *A. peninsulae* ДНК эрлихий была обнаружена во всех обследованных органах (табл. 8).

**Коинфицирование мелких млекопитающих двумя и более патогенами**

Коинфицирование двумя и более патогенами оказалось широко распространено среди позвоночных хозяев клещевых инфекций. Единственная исследованная особь *M. rufocanus* была одновременно инфицирована двумя патогенами, *B. burgdorferi* s.l. и *A. phagocytophilum*. Из двух заражённых полёвок-экономок одна была заражена тремя бактериями – *B. burgdorferi* s.l., *A. phagocytophilum* и *Ehrlichia* sp. Структура инфицирования клещевыми патогенами среди многочисленных видов млекопитающих представлена в таблице 9.

Для восточноазиатских лесных мышей более характерны ко-инфекции – порядка 40 % животных были одновременно инфицированы двумя и более патогенами. При этом моноинфекции были зарегистрированы только для *B. miyamotoi* и *Ehrlichia* sp. Единственный для этого вида грызунов случай заражения ВКЭ отмечен только в ко-инфекции с *B. burgdorferi* s.l., *B. miyamotoi* и *Ehrlichia* sp. Из бактерий *B. burgdorferi* s.l. примерно с одинаковой частотой встречались во всех вариантах ко-инфицирования; *B. miyamotoi* отмечена либо во множественных ко-инфекциях, либо в сочетании с *B. burgdorferi* s.l., единственный случай заражения *A. peninsulae* анаплазмами был в сочетании с *B. burgdorferi* s.l., а более распространённые эрлихии встречались примерно в равной степени как в виде мо-

**ТАБЛИЦА 8  
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ *EHRlichia* SP.  
В РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНАХ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

Виды млекопитающих	Заражено <i>Ehrlichia</i> sp.	Органы, в которых обнаружена ДНК <i>Ehrlichia</i> sp., n (%)			
		мозг	селезёнка	почки	лёгкие
<i>A. peninsulae</i>	5	4 (80)	5 (100)	1 (20)	5 (100)
<i>M. oeconomus</i>	1	1 (100)	1 (100)	0	1 (100)
<i>M. rufocanus</i>	1	1 (100)	1 (100)	0	1 (100)

**TABLE 8  
THE DISTRIBUTION OF *EHRlichia* SP.  
IN DIFFERENT ORGANS OF SMALL MAMMALS**

**ТАБЛИЦА 9  
СТРУКТУРА КО-ИНФЕКЦИЙ КЛЕЩЕВЫХ ПАТОГЕНОВ  
У МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

Патогены	Моноинфекция, n (%)	Ко-инфекция, n (%)	Ко-инфекция с (%)				
			<i>B. b. s. l.*</i>	<i>B. m.</i>	<i>A. ph.</i>	<i>E. sp.</i>	более 2 патогенов
<i>A. peninsulae</i> (n = 15)							
ВКЭ*	0	1 (6,7)	0	0	0	0	1 (6,7)
<i>B. b. s. l.</i>	0	6 (40)	–	1 (6,7)	1 (6,7)	2 (13,3)	2 (13,3)
<i>B. m.</i>	1 (6,7)	3 (20)	1 (6,7)	–	0	0	2 (13,3)
<i>A. ph.</i>	0	1 (6,7)	1 (6,7)	0	–	0	0
<i>E. sp.</i>	1 (6,7)	4 (26,7)	2 (13,3)	0	0	–	2 (13,3)
Всего	2 (13,3)	6 (40)	4 (26,7)	1 (6,7)	1 (6,7)	2 (13,3)	–
<i>M. rufocanus</i> (n = 17)							
ВКЭ	1 (5,9)	0	0	0	0	0	0
<i>B. b. s. l.</i>	2 (11,8)	4 (23,5)	–	1 (5,9)	2 (11,8)	0	1 (5,9)
<i>B. m.</i>	1 (5,9)	1 (5,9)	1 (5,9)	–	0	0	0
<i>A. ph.</i>	0	3 (17,6)	2 (11,8)	0	–	0	1 (5,9)
<i>E. sp.</i>	0	1 (5,9)	0	0	0	–	1 (5,9)
Всего	4 (23,5)	4 (23,5)	3 (17,6)	1 (5,9)	2 (11,8)	0	–

**Примечание.** ВКЭ – вирус клещевого энцефалита; *B. b. s. l.* – *B. burgdorferi* sensu lato; *B. m.* – *B. miyamotoi*; *A. ph.* – *Anaplasma phagocytophilum*; *E. sp.* – *Ehrlichia* sp.

ноинфекции, так и в различных комбинациях с другими микроорганизмами.

Среди красно-серых полёвок каждый четвёртый зверёк был заражён одним, и столько же – двумя и более патогенами. Моноинфекции были отмечены для ВКЭ, *B. burgdorferi s. l.* и *B. miyamotoi*. Из ко-инфекций были наиболее примечательны *B. burgdorferi s. l.*, которые встречались во всех доступных комбинациях, кроме сочетания с ВКЭ. Для остальных бактерий ко-инфекции у этого вида грызунов не были характерны и ограничивались единичными случаями множественных инфекций либо ко-инфекциями с *B. burgdorferi s. l.*

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Красночикойском районе Забайкальского края в пределах долины р. Чикой впервые выявлена устойчивая циркуляция по меньшей мере пяти возбудителей клещевых инфекций: вируса клещевого энцефалита, *B. burgdorferi s. l.*, *B. miyamotoi*, *A. phagocytophilum* и *Ehrlichia sp.* Установлено, что эти патогены не только инфицируют клещей-переносчиков, но и распространены среди естественных позвоночных хозяев – мелких млекопитающих. Наиболее актуальным для обследованного района переносчиком клещевых инфекций является клещ *I. persulcatus*, а наиболее важными позвоночными хозяевами и прокормителями клещей – красносерая полёвка *M. rufocanus* и восточноазиатская лесная мышь *A. peninsulae*.

Случаев заражения таёжных клещей и мышевидных грызунов возбудителями клещевого риккетсиоза северной Азии *R. sibirica* и дальневосточного клещевого риккетсиоза *R. heilongjiangensis* не выявлено. Однако исключать наличие природных очагов этих заболеваний в экосистемах водосбора р. Чикой нельзя. С одной стороны, ограниченный объем выборки клещей и позвоночных хозяев не позволяет утверждать о полноте описания фауны иксодовых клещей долины р. Чикой, а также биоразнообразия инфицирующих их патогенов. С другой стороны, обнаружение клеща *H. concinna*, который является специфичным беспозвоночным хозяином *R. heilongjiangensis*, также свидетельствует в пользу того, что видовое разнообразие как переносчиков, так и клещевых патогенов в Красночикойском районе может быть ещё шире, чем установлено в настоящем исследовании.

Обобщая полученные результаты, можно отметить высокий риск заражения клещевым энцефалитом, болезнью Лайма, клещевой возвратной лихорадкой, вызываемой *B. miyamotoi*, гранулоцитарным анаплазмозом и моноцитарным эрлихиозом человека в Красночикойском районе Забайкальского края, входящем в Байкальскую природную территорию, включающую самые привлекательные местности для проживания и отдыха местного населения, российских и иностранных туристов. Об этом свидетельствуют повсеместное распространение эпидемически значимых переносчиков клещевых инфекций – клещей *I. persulcatus*, наличие многочисленных популяций компетентных позвоночных – хо-

зьев инфекций и прокормителей клещей, высокие показатели заражённости клещей и мелких млекопитающих, а также значительная доля животных, одновременно инфицированных двумя и более патогенами. Всё это диктует необходимость дальнейшего совершенствования мониторинга клещевых инфекций с привлечением всех возможностей современной науки как для краткосрочного, так и для средне- и долгосрочного прогнозирования эпидемиологической ситуации.

### Конфликт интересов

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

### Соответствие принципам биомедицинской этики

При работе соблюдены этические принципы, представляемые Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki, 1964, в редакции 2000). Работа проведена с одобрения Комитета по биомедицинской этике ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (протокол № 2 от 18.02.2020).

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Зайцева О.А., Котенев Е.С., Артюшина Ю.С., Кот Л.А., Шапошникова Л.И., Чишенок Т.И., и др. Современная эпидемиолого-эпизоотологическая ситуация по иксодовому клещевому боррелиозу на юге европейской части России. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2019; (3): 58-65. [Zaitseva OA, Kotenev ES, Artyushina YuS, Kot LA, Shaposhnikova LI, Chishenyuk TI, et al. Modern epidemiological and epizootiological situation on ixodic tick-borne borreliosis in the south of the European part of Russia. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2019; (3): 58-65. (In Russ.)]. doi: 10.21055/0370-1069-2019-3-58-65
2. Danchinova GA, Khasnatinov MA, Zlobin VI, Kozlova IV, Verkhozina MM, Sountsova OV, et al. Ixodid ticks in Southern part of Eastern Siberia and Mongolia and their spontaneous infectiveness by infectious agents. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2006; 5: 137-143. doi: 10.20538/1682-0363-2006-137-143
3. Усков А.Н., Лобзин Ю.В., Бургасова О.А. Клещевой энцефалит, эрлихиоз, бабезиоз и другие актуальные клещевые инфекции в России. *Инфекционные болезни*. 2010; 8(2): 83-88. [Uskov AN, Lobzin YuV, Burgasova OA. Tick-borne encephalitis, ehrlichiosis, babesiosis and other topical tick-borne infections in Russia. *Infectious Diseases*. 2010; 8(2): 83-88. (In Russ.)].
4. Lagunova EK, Liapunova NA, Tuul D, Otgonsuren G, Nomin D, Erdenebat N, et al. Co-infections with multiple pathogens in natural populations of *Ixodes persulcatus* ticks in Mongolia. *Parasit Vectors*. 2022; 15(1): 236. doi: 10.1186/s13071-022-05356-x
5. Копенберг Э.И. Пути совершенствования эпидемиологического надзора за природноочаговыми инфекциями. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2016; 15(6): 18-29. [Korenberg EI. Ways of improving epidemiological surveillance of natural focal infections. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2016; 15(6): 18-29. (In Russ.)]. doi: 10.31631/2073-3046-2016-15-6-18-29
6. Вержужский Д.Б. Современное состояние зоологической работы по обеспечению эпидемиологического благополучия

России. *Байкальский зоологический журнал*. 2013; 1(12): 109-112. [Verzhutsky DB. Contemporary state of zoological work to ensure epidemiological welfare of Russia. *Baykalskiy zoologicheskii zhurnal*. 2013; 1(12): 109-112. (In Russ.)].

7. Diuk-Wasser MA, Hoen AG, Cislo P, Brinkerhoff R, Hamer SA, Rowland M, et al. Human risk of infection with *Borrelia burgdorferi*, the Lyme disease agent, in eastern United States. *Am J Trop Med Hyg*. 2012; 86(2): 320-327. doi: 10.4269/ajtmh.2012.11-0395

8. Носков А.К., Трушина Ю.Н., Туранов А.О., Адельшин Р.В., Хаснатинов М.А., Трухина А.Г., и др. Клинико-эпидемиологические особенности иксодовых клещевых боррелиозов в Забайкальском крае. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2014; (4): 25-28. [Noskov AK, Trushina YuN, Turanov AO, Adel'shin RV, Khasnatinov MA, Trukhina AG, et al. Clinical-epidemiological peculiarities of the tick-borne borrelioses registered in the Trans-Baikal Territory. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2014; (4): 25-28. (In Russ.)]. doi: 10.21055/0370-1069-2014-4-25-28

9. Козлова С.А. Перспективы включения национального парка «Чикой» во всемирную сеть биосферных резерватов. *Успехи современного естествознания*. 2019; (5): 64-69. [Kozlova SA. The prospects of including the national park «Chikoy» to the world network of biosphere reserves. *Advances in Current Natural Sciences*. 2019; (5): 64-69. (In Russ.)]. doi: 10.17513/use.37123

10. Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих в природных очагах опасных инфекционных болезней: Методические указания МУ 3.1.3012-12.3.1. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора; 2011. [Collection, recording and preparation for laboratory research of blood-sucking arthropods in natural foci of dangerous infectious diseases: Guidelines MU 3.1.3012-12.3.1. Moscow; 2021. (In Russ.)].

11. Хаснатинов М.А., Ляпунов А.В., Арбатская Е.В., Чапоргина Е.А., Данчинова Г.А. Информационно-аналитическая система «Иксодовые клещи, распространённые в Восточной Сибири, и их патогены» (ИАС «Полевые клещи»): Свидетельство о государственной регистрации БД № 2011620140; 16.02.2011.

[Khasnatinov MA, Lyapunov AV, Arbatskaya EV, Chaporgina EA, Danchinova GA. Information and analytical system "Ixodid ticks, common in Eastern Siberia, and their pathogens" (EIS "Field ticks"): Certificate of state registration of database No. 2011620140. 2011. (In Russ.)].

12. Хельсинская декларация всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» (в редакции 52-й сессии Генеральной Ассамблеи ВМА в Эдинбурге, Шотландия, октябрь 2000 г.). 2000. [Declaration of Helsinki of the World Medical Association "Ethical principles for medical research involving human subjects" (as amended by the 52nd session of the WMA General Assembly in Edinburgh, Scotland, October 2000). 2000. (In Russ.)].

13. Филиппова Н.А. Иксодовые клещи подсемейства Ixodidae. Паукообразные. Фауна СССР. Л.: Наука; 1977; 4(4). [Filippova NA. Ixodid ticks of the subfamily Ixodidae. Arachnids. Fauna of the USSR. Leningrad: Nauka; 1977; 4(4). (In Russ.)].

14. Виноградов В.С., Аргиропуло А.И. Фауна СССР. Млекопитающие. Определитель грызунов. М.: Изд-во АН СССР; 1941. [Vinogradov VS, Argiripulo AI. Fauna of the USSR. Mammals. Rodents indicator. Moscow; 1941. (In Russ.)].

15. Takano A, Toyomane K, Konnai S, Ohashi K, Nakao M, Ito T, et al. Tick surveillance for relapsing fever spirochete *Borrelia miyamotoi* in Hokkaido, Japan. *PLoS One*. 2014; 9(8): e104532. doi: 10.1371/journal.pone.0104532

16. Mina MJ, Burke RM, Klugman KP. Estimating the prevalence of coinfection with influenza virus and the atypical bacteria *Bordetella pertussis*, *Chlamydia pneumoniae*, and *Mycoplasma pneumoniae*. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2014; 33(9): 1585-1589. doi: 10.1007/s10096-014-2120-0

17. Алферова М.А., Михалевич И.М., Рожкова Н.Ю. Основы прикладной статистики (использование программы Statistica в медицинских исследованиях). Иркутск: РИО Государственный институт усовершенствования врачей; 2005. [Alferova MA, Mikhalevich IM, Rozhkova NYu. Fundamentals of applied statistics (using the Statistica software in medical research). Irkutsk; 2005. (In Russ.)].

#### Сведения об авторах

**Лагунова Екатерина Константиновна** – лаборант-исследователь лаборатории трансмиссивных инфекций, ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека», e-mail: lagunovakatya1994@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0007-3688-023X>

**Хаснатинов Максим Анатольевич** – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории трансмиссивных инфекций, ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека», e-mail: khasnatinov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8441-3640>

**Данчинова Галина Анатольевна** – доктор биологических наук, главный научный сотрудник, руководитель лаборатории трансмиссивных инфекций, ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека», e-mail: dan-chin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6705-3970>

#### Information about the authors

**Ekaterina K. Lagunova** – Laboratory Assistant at the Laboratory of Vector-Borne Infections, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, e-mail: lagunovakatya1994@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0007-3688-023X>

**Maxim A. Khasnatinov** – Dr. Sc. (Biol.), Leading Research Officer at the Laboratory of Vector-Borne Infections, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, e-mail: khasnatinov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8441-3640>

**Galina A. Danchinova** – Dr. Sc. (Biol.), Head of the Laboratory of Vector-Borne Infections, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, e-mail: dan-chin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6705-3970>

Статья опубликована в рамках Международной научно-практической конференции «Актуальные природно-очаговые инфекции».