DOI: 10.21055/0370-1069-2025-3-177-185

УДК 616.98:579.88(571.51+571.513)

С.В. Штрек[1,2], С.Н. Шпынов[1,2], Н.В. Рудаков[1,2], И.Е. Самойленко[1], Г.М. Данчук[3], А.В. Санников[1,2], Н.В. Абрамова[1,2], А.И. Блох[1,2], Д.А. Савельев[1,2], Е.Э. Михайлова[3], Г.А. Рубцов[1], Н.В. Темникова[2]

Анализ эпидемиологической ситуации в природных очагах сибирского клещевого тифа на территории Минусинской котловины (Красноярский край и Республика Хакасия)

[1]ФБУН «Омский научно-исследовательский институт природно-очаговых инфекций», Омск, Российская Федерация; [2]ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Омск, Российская Федерация; [3]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае, Филиал в г. Минусинске», Минусинск, Российская Федерация

Цель исследования – дать оценку эпидемиологической ситуации и охарактеризовать потенциальную эпидемическую опасность очагов сибирского клещевого тифа (СКТ) на территории Минусинской котловины (Красноярский край и Республика Хакасия). **Материалы и методы.** Проведен анализ показателей заболеваемости СКТ на 100 тыс. населения в административных районах Минусинской котловины за период с 2013 по 2022 г. Методом ПЦР с применением комплекса родо- и видоспецифичных праймеров для определения различных видов риккетсий с последующим секвенированием полученных ампликонов исследованы клещи (n=182), собранные на флаг на территории Минусинской котловины, и секционный материал от пациента. **Результаты и обсуждение.** Среднемноголетний показатель заболеваемости СКТ на территории Минусинской котловины составляет 11,8 $^{0}/_{0000}$ (95 % ДИ 11,4–12,2 %). Максимум заболеваний СКТ приходится на май и июнь, что определяется ранней сезонной активностью основного переносчика – клеща *Dermacentor nuttalli.* В результате ПЦР-анализа установлена суммарная выявляемость ДНК риккетсий в 79,2 %. В *D. nuttalli* выявлена ДНК *Rickettsia sibirica*, *R. helvetica* и *R. raoultii.* В *Haemaphysalis concinna* обнаружена ДНК *R. heilongjiangensis*, *R. sibirica* и *R. raoultii.* При исследовании клещей *Ixodes persulcatus* во всех положительных пробах выявлена *Candidatus* R. tarasevichiae. У клещей *D. silvarum* присутствовала ДНК *R. sibirica*, *R. raoultii* и *Candidatus* R. tarasevichiae. ДНК *R. sibirica* subsp. *sibirica* идентифицирована в секционном материале от пациента с диагнозом СКТ с летальным исходом. Активизация эпидемического процесса при СКТ на территории Минусинской котловины (Красноярский край и Республика Хакасия) обусловлена эпидемиологическими рисками (высокая активность клещей *D. nuttalli* и суммарная риккетсиофорность переносчиков *R. sibirica*, задокументированные летальные случаи, циркуляция высоковирулентных штаммов *R. sibirica*) с переходом их от потенциальных к реальным.

Ключевые слова: сибирский клещевой тиф, Минусинская котловина, клещевые риккетсиозы, заболеваемость, иксодовые клещи, летальный случай, *Rickettsia sibirica*.

Корреспондирующий автор: Штрек Сергей Владимирович, e-mail: shtrek_sv@oniipi.org.

Для цитирования: Штрек С.В., Шпынов С.Н., Рудаков Н.В., Самойленко И.Е., Данчук Г.М., Санников А.В., Абрамова Н.В., Блох А.И., Савельев Д.А., Михайлова Е.Э., Рубцов Г.А., Темникова Н.В. Анализ эпидемиологической ситуации в природных очагах сибирского клещевого тифа на территории Минусинской котловины (Красноярский край и Республика Хакасия). *Проблемы особо опасных инфекций.* 2025; 3:177–185. DOI: 10.21055/0370-1069-2025-3-177-185

Поступила 21.07.2024. *Отправлена на доработку* 20.10.2025. *Принята к публикации* 19.05.2025.

S.V. Shtrek[1,2], S.N. Shpynov[1,2], N.V. Rudakov[1,2], I.E. Samoilenko[1], G.M. Danchuk[3], A.V. Sannikov[1,2], N.V. Abramova[1,2], A.I. Blokh[1,2], D.A. Savel'ev[1,2], E.E. Mikhailova[3], G.A. Rubtsov[1], N.V. Temnikova[2]

Analysis of the Epidemiological Situation in Natural Foci of Siberian Tick-Borne Typhus in the Territory of the Minusinsk Basin (Krasnoyarsk Territory and the Republic of Khakassia)

[1]Omsk Research Institute of Natural-Focal Infections, Omsk, Russian Federation;
[2]Omsk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Omsk, Russian Federation;
[3]Center of Hygiene and Epidemiology in the Krasnoyarsk Territory, Affiliated Branch in Minusinsk City, Minusinsk, Russian Federation

Abstract. **The aim** of the study was to assess the epidemiological situation and to characterize the potential epidemic hazard in the foci of Siberian tick-borne typhus (STT) in the Minusinsk Basin (Krasnoyarsk Territory and the Republic of Khakassia). **Materials and methods.** The analysis of the STT incidence rates per 100 thousand population in administrative districts of the Minusinsk Basin between 2013 and 2022 was carried out. Ticks (n=182) collected on a flag in the territory of the Minusinsk basin and sectional material from the patient were studied using the PCR method with a set of genus- and species-specific primers to identify various types of Rickettsia followed by sequencing of the obtained amplicons. **Results and discussion.** The average long-term incidence rate of STT in the Minusinsk Basin is 11.8 $^{0}/_{0000}$ (95 % CI 11.4–12.2). The maximum incidence of STT occurs in May and June, which is determined by early seasonal activity of the main vector, the *Dermacentor nuttalli* tick. The PCR analysis has revealed a total DNA detection of Rickettsia at 79.2 %. *Rickettsia sibirica*, *R. helvetica* and *R. raoultii* DNA has been detected in *D. nuttalli*. *Haemaphysalis concinna* contains DNA from *R. heilongjiangensis*, *R. sibirica* and *R. raoultii*. In the study of the *Ixodes persulcatus* ticks, *Candidatus* R. tarasevichiae has been identified in all positive samples. *D. silvarum* specimens contained DNA from *R. sibirica*, *R. raoultii*, and *Ca*. R. tarasevichiae. DNA from *R. sibirica* subsp. *sibirica* was identified in sectional material from a STT case with fatal outcome. The activation of the epidemic process in in the Minusinsk Basin (Krasnoyarsk Territory and the Republic of Khakassia) is due to epidemiological risks (high activity of *D. nuttalli* ticks and the total

rickettsiophority of *R. sibirica* vectors, documented fatal cases, circulation of highly virulent strains of *R. sibirica*) with their transition from potential to actual.

Key words: Siberian tick-borne typhus, the Minusinsk Basin, tick-borne rickettsiosis, incidence, Ixodidae ticks, fatal outcome, *Rickettsia sibirica*.

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

Funding: The authors declare no additional financial support for this study.

Corresponding author: Sergey V. Shtrek, e-mail: shtrek_sv@oniipi.org.
Citation: Shtrek S.V., Shpynov S.N., Rudakov N.V., Samoilenko I.E., Danchuk G.M., Sannikov A.V., Abramova N.V., Blokh A.I., Savel'ev D.A., Mikhailova E.E., Rubtsov G.A., Temnikova N.V. Analysis of the Epidemiological Situation in Natural Foci of Siberian Tick-Borne Typhus in the Territory of the Minusinsk Basin (Krasnoyarsk Territory and the Republic of Khakassia). *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections].* 2025; 3:177–185. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2025-3-177-185

Received 21.07.2024. *Revised* 20.10.2025. *Accepted* 19.05.2025.

Shtrek S.V., ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4509-1212
Shpynov S.N., ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4550-3459
Rudakov N.V., ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9566-9214
Samoilenko I.E., ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2819-9280
Sannikov A.V., ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3377-5374
Abramova N.V., ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6009-1125
Blokh A.I., ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0756-2271
Savel'ev D.A., ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0920-0100
Rubtsov G.A., ORCID: https://orcid.org/0009-0001-8462-7833

Понятие «лоймопотенциал» (эпидемический потенциал природного очага), по мнению Э.И. Коренберга, – это главное понятие количественной эпидемиологии. По Ш.Д. Мошковскому, оно означает «интенсивность передачи инфекции в данном очаге в данный момент, определяющую долю лиц в населении, в организм которых проникает (или мог бы проникнуть в случае попадания людских контингентов в природный очаг) возбудитель в форме и дозе, достаточной для эффективного заражения восприимчивого человека» [1]. Риск-ориентированный подход при ранжировании территорий в значительной мере основан на их дифференциации по уровням заболеваемости, то есть оценка эпидемической активности природных очагов в значительной степени основана на ретроспективных данных [2, 3]. В определенной мере это связано с недостаточностью данных микробиологического и молекулярно-биологического мониторинга очагов при ряде инфекций. Вместе с тем данные официальной регистрации заболеваемости не всегда объективно отражают реальный лоймопотенциал природных очагов, что в очередной раз подтвердил опыт пандемии COVID-19, в начале которой наблюдалось преимущественно регистрационное снижение заболеваемости ряда инфекций, в том числе природно-очаговых [4, 5].

Относительная инцидентность характеризует риск заболевания, а не риск заражения, при этом уровень регистрации многих природно-очаговых инфекций в значительной мере определяется уровнем лабораторной диагностики, что имеет прямое отношение к ситуации по риккетсиозам [6]. Несомненно, оценка лоймопотенциала природных очагов клещевых трансмиссивных инфекций должна основываться на данных их обследования (численность, видовой состав и зараженность переносчиков, частота контактов населения с переносчиками, биологические и генетические характеристики патогенных микроорганизмов, плотность и восприимчивость населения и др.), что возможно только при комплексном микробиологическом и молекулярно-биологическом мониторинге.

Такой подход может быть реализован при оценке потенциальной эпидемической опасности природных очагов, то есть применительно к возможному в будущем развитию эпидемических событий. Данный подход был разработан первоначально применительно к массовым мероприятиям с международным участием [7]. Имеются отдельные примеры реализации указанного подхода к природно-очаговым инфекциям [8, 9]. Потенциальная эпидемическая опасность – это эпидемический потенциал, определяемый суммой эпидемических рисков, обусловленных всеми звеньями эпидемического процесса [7]. В том числе предприняты попытки оценки эпидемического потенциала непосредственно возбудителей природно-очаговых инфекций [9].

Цель исследования – дать оценку эпидемиологической ситуации и охарактеризовать потенциальную эпидемическую опасность очагов сибирского клещевого тифа (СКТ) на территории Минусинской котловины (Красноярский край и Республика Хакасия).

История изучения СКТ в нашей стране началась в 1935 г. на территории Красноярского края [10]. В 1938 г. под руководством М.К. Кронтовской проведена углубленная экспедиция на территории Красноярского края для изучения очагов этой инфекции. Удалось выделить указанное заболевание в самостоятельную нозологическую форму, установить риккетсиальную этиологию заболевания, основного переносчика – клещей *Dermacentor nuttalli* и основные эпидемиологические закономерности [11–13]. В этом же году О.С. Коршуновой выделен первый штамм *Rickettsia sibirica* из крови больного.

Клиническая картина заболевания СКТ с летальным исходом у больных, заразившихся на территории Минусинской котловины, описана еще в 1950-х гг. [14]. СКТ отличается доброкачественным течением и благоприятным прогнозом, в том числе у лиц пожилого возраста. За всю историю изучения этой инфекции в Российской Федерации зарегистрировано шесть случаев с летальным исходом в период с 1951 по 2024 г. Четыре случая из них зарегистрированы в Минусинской котловине на территории Красноярского края. Они характеризовались значительной начальной интоксикацией с развитием тифозного статуса, менингоэнцефалита.

При этом Красноярский край и Республика Хакасия – два субъекта Сибирского федерального округа Российской Федерации, на территории которых располагается Минусинская котловина, со среднемноголетними показателями (СМП) заболеваемости за период 2010–2019 гг. – 2,46 и 10,49 $^{0}/_{0000}$ соответственно [15].

Различия между эндемичными по СКТ регионами по заболеваемости, наряду с частотой и интенсивностью контактов населения с клещами, во многом обусловлены особенностями численности и видового состава основных переносчиков и прокормителей, зависящими от ландшафтно-географических и климатических условий. В зональных ландшафтах степей и лесостепей административных территорий Сибирского и Дальневосточного федеральных округов, вытянутых в широтном направлении, распространены клещи рода *Dermacentor* – основные переносчики риккетсий группы клещевой пятнистой лихорадки (КПЛ). В районах, располагающихся в таежной зоне, обитают клещи рода *Ixodes* – основные переносчики вируса клещевого энцефалита (ВКЭ) и возбудителей иксодовых клещевых боррелиозов (ИКБ), *Candidatus* Rickettsia tarasevichiae [16].

Анализ данных по распространению очагов клещевых риккетсиозов (КР) и ареала основных видов клещей-переносчиков позволил выделить шесть основных типов природных очагов. Дермаценторный степной и лесостепной тип природных очагов имеет наибольшее эпидемическое значение и широкое распространение. Соответственно видам основных переносчиков этот тип природного очага подразделяется на три основных вида: нутталливые горностепные и лесостепные, маргинатусные степные и сильварумные лесостепные. Нутталливые горностепные и лесостепные очаги характеризуются высокой эпидемической активностью (показатели заболеваемости в ряде районов превышают 50–200 $^{0}/_{0000}$ случаев) и стойкостью, распространены в Республике Алтай, Красноярском крае (лесостепные котловины), Туве, Предбайкалье и Забайкалье [17].

Ранее в клещах *D. nuttalli*, собранных на территории Минусинской котловины, идентифицирована *R. sibirica* в 12,1 %, *R. heilongjiangensis* в 3,0 % и *R. raoultii* в 24,2 %. В *Haemaphysalis concinna* удалось обнаружить ДНК *R. heilongjiangensis* в 3,6 %. В клещах *Ixodes persulcatus* установлено присутствие ДНК *Candidatus* R. tarasevichiae в 10,0 % и ДНК риккетсии, близкой *R. tamurae*, в 5,0 % [18]. Коллекция штаммов риккетсий Омского НИИ природно-очаговых инфекций включает восемь высоковирулентных штаммов вида *R. sibirica*, выделенных из клещей *D. nuttalli*, собранных на территории Минусинской котловины [19, 20].

Минусинская котловина занимает южную часть Минусинской впадины, расположенной между горными системами Южной Сибири: Кузнецким Алатау на севере, Восточным и Западным Саянами на юге [21]. Особенность Минусинской котловины в пределах Красноярского края заключается в том, что, несмотря на низкий уровень заболеваемости, на ее территории циркулируют высоковирулентные штаммы *R. sibirica* и регистрируются случаи СКТ с летальным исходом. Необходимо провести анализ факторов, влияющих на эту ситуацию, и разработать оценку потенциальной эпидемической опасности.

Материалы и методы

В работе использовали данные формы № 2 федерального статистического наблюдения в период 2013–2022 гг. в разрезе муниципальных образований, полученные из Республики Хакасия (Алтайский, Усть-Абаканский, Аскизский, Бейский и Таштыпский районы) и Красноярского края (Минусинский, Шушенский, Идринский, Ермаковский, Каратузский, Краснотуранский и Курагинский районы) по заболеваемости клещевым энцефалитом, иксодовыми клещевыми боррелиозами и сибирским клещевым тифом. Проведен анализ показателей заболеваемости СКТ на 100 тыс. населения в относящихся к Минусинской котловине административных районах Республики Хакасия и Красноярского края. Показатели заболеваемости вычисляли на 100 тыс. ($^{0}/_{0000}$) среднегодового населения, используя сведения о численности населения из Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС). Вычисляли 95 % доверительный интервал (ДИ) показателей заболеваемости при числе случаев менее 100 напрямую из распределения Пуассона, а в иных случаях пользовались нормальным приближением [22]. Для оценки тенденции изменения показателей рассчитывали среднегодовой темп прироста (отношение наклона линии тренда к среднему арифметическому значению ряда), статистическая значимость тренда оценивалась с помощью критерия Фишера. Обработка данных проводилась с использованием MS Excel.

Весной 2021 и 2023 гг. в Минусинском районе Красноярского края сотрудниками ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» с растительности были собраны и исследованы в Референс-центре по мониторингу за риккетсиозами ФБУН «Омский НИИ природно-очаговых инфекций» Роспотребнадзора иксодовые клещи (n=182). Суммарную ДНК, выделенную из клещей, изучили с помощью молекулярно-биологических методов с применением комплекса родо- и видоспецифичных праймеров для определения различных видов риккетсий с последующим секвенированием полученных ампликонов. Молекулярно-биологический подход использовали для верификации диагноза СКТ в случае, завершившимся летальным исходом. В калькуляторе Epitools [Sergeant, ESG, 2018. Epitools Epidemiological Calculators. Ausvet. Available at: http://epitools.ausvet.com.au] рассчитывали долю положительных образов и ее 95 % ДИ по методу Вильсона.

Результаты и обсуждение

Число зарегистрированных случаев заболеваний СКТ за период 2013–2022 гг. на территории Минусинской котловины составило 440, при этом ежегодно регистрировалось от 18 до 74 случаев. СМП заболеваемости СКТ на данной территории составляет 11,8 $^{0}/_{0000}$ (95 % ДИ 10,7–12,9 %), что значительно выше показателя по РФ – 0,97 $^{0}/_{0000}$ (95 % ДИ 0,95–0,98 %) или Красноярского края – 1,70 $^{0}/_{0000}$ (95 % ДИ 1,58–1,89 %) и Республики Хакасия – 5,50 $^{0}/_{0000}$ (95 % ДИ 4,87–6,12 %) в целом (рисунок). Показатель заболеваемости населения СКТ за период 2013–2022 гг. имел выраженную статистически значимую тенденцию к снижению как в Красноярском крае ($T_{сн}$ = –10,1 %; p=0,0004), так и в Республике Хакасия ($T_{сн}$ = –27,3 %; p=0,0042).

В общей структуре клещевых инфекций на территории Минусинской котловины СКТ составляет 32,2 %, при этом на территории Красноярского края и Республики Хакасия вне Минусинской котловины доля случаев СКТ ниже: 8,6 и 29,0 % соответственно.

Основными представителями иксодофауны являются клещи *I. persulcatus*, *D. nuttalli* и *H. concinna*. *D. nuttalli* и *H. concinna* являются эпидемически значимыми переносчиками возбудителя СКТ. Максимум заболеваний СКТ приходится на июнь, что определяется ранней сезонной активностью основного переносчика – клеща *D. nuttalli* [23]. Нуттalливые очаги (лесостепные котловины) в Красноярском крае характеризуются высокой эпидемической активностью и стойкостью [17]. Основным прокормителем преимагинальных фаз иксодовых клещей в очагах СКТ является суслик длиннохвостый [24].

При скрининге клещей в результате ПЦР-анализа установлена суммарная выявляемость ДНК риккетсий в 80 % (66/83; 95 % ДИ 70–87 %). ДНК риккетсий выявлена в 59 % (41/69; 95 % ДИ 70–89 %) исследованных клещей *D. nuttalli*. Самой распространенной в клещах этого вида оказалась *R. raoultii*, обнаруженная в 71 % (49/69; 95 % ДИ 55–77 %) иксодид. В *D. nuttalli* также выявлена ДНК *R. sibirica* и *R. helvetica* в 26 % (18/69; 95 % ДИ 17–38 %) и 6 % (4/69; ДИ: 2–14 %) соответственно. При исследовании выявлены следующие микст-варианты: *R. sibirica / R. raoultii* – 12 % (8/69; 95 % ДИ 6–21 %), *R. sibirica / R. helvetica* – 1 % (1/69; 95 % ДИ 0–8 %), *R. sibirica / R. helvetica / R. raoultii* – 1 % (1/69; 95 % ДИ 0–8 %), *R. helvetica / R. raoultii* – 3 % (2/69; 95 % ДИ 1–10 %). При исследовании *H. concinna* – компетентного переносчика *R. heilongjiangensis* – инфицированность риккетсиями этого вида составила 34 % (15/44; 95 % ДИ 22–49 %), при общей инфицированности риккетсиями 52 % (23/44; 95 % ДИ 38–66 %). ДНК *R. sibirica* обнаружена в 5 % (2/44; 95 % ДИ 1–15 %) образцов, один из которых – микст с *R. heilongjiangensis.* Другой микст-вариант – *R. heilongjiangensis* с *R. raoultii*. При исследовании иксодовых клещей *I. persulcatus* (n=62) выявляемость риккетсий составила 66 % (41/62; 95 % ДИ 54–77 %), во всех положительных пробах выявлена *Candidatus* R. tarasevichiae. В 3 % (2/62; 95 % ДИ 1–11 %) обнаружен микст-вариант *R. sibirica* и *Candidatus* R. tarasevichiae [25].

ДНК риккетсий выявлена у всех шести исследованных экземпляров *D. silvarum.* По три особи этого вида клещей содержали ДНК *R. raoultii* и *R. sibirica.* В одной из проб присутствовала ДНК *R. sibirica* и *Candidatus* R. tarasevichiae [26].

Следует отметить, что показатели суммарной риккетсиофорности иксодовых клещей, собранных на территории Минусинской котловины, и основного переносчика *R. sibirica – D. nuttalli* – сопоставимы с показателями, которыми характеризуется гиперэндемичная по СКТ территория Республики Алтай [26].

На территории Красноярского края за последние шесть лет (2017–2022 гг.) зарегистрировано два новых случая СКТ с летальным исходом. Верификация диагноза «сибирский клещевой тиф» осуществлена с применением фрагментарного секвенирования на базе Референс-центра по мониторингу за риккетсиозами ФБУН «Омский НИИ природно-очаговых инфекций» Роспотребнадзора.

Динамика показателей заболеваемости СКТ в Минусинской котловине, Республике Хакасия и Красноярском крае в период с 2013 по 2022 г.

Dynamics of STT incidence rates in the Minusinsk Basin, the Republic of Khakassia and Krasnoyarsk Territory between 2013 and 2022

В 2017 г. у четырехлетней девочки в Идринском районе Красноярского края в очаге СКТ после присасывания клеща выявлены типичные симптомы КР (первичный аффект, лихорадка, пятнистая сыпь, миалгия) и менингеальный синдром, нехарактерный для СКТ [27]. В результате проведенных исследований (кровь, головной мозг) впервые в России описан верифицированный случай летальной инфекции, ассоциированной с риккетсиями двух видов – *R. sibirica* и *Candidatus* R. tarasevichiae.

В июне 2022 г. в КГБУЗ «Минусинская ЦРБ» обратился 35-летний мужчина на 7-й день после начала заболевания с высокой температурой (39,8 °С) и геморрагической сыпью по всему телу. Пациент проживал в п. Прихолмье Минусинского района Красноярского края. С начала мая занимался выпасом скота. В анамнезе – присасывание клеща в правой подлопаточной области, с первичным аффектом (корочка темно-вишневого цвета размером 0,4×0,3 см) в месте присасывания. Госпитализирован на 10-й день после начала заболевания в инфекционное отделение Минусинской ЦРБ с предварительным диагнозом «клещевой энцефалит?», назначена антибиотикотерапия, йодантипирин и симптоматическая терапия. На следующий день пациент был переведен в реанимационное отделение с предварительным диагнозом «клещевой энцефалит? клещевой риккетсиоз?». Спустя сутки (13.06.2022) мужчина умер с симптомами отека головного мозга. По результатам анализа проб крови методом ПЦР-РВ («РеалБест ДНК *R. sibirica/R. heilongjiangensis*», ЗАО «Вектор-Бест», Новосибирск) на следующий день после смерти обнаружена ДНК *R. sibirica*; ДНК боррелий ИКБ и РНК вируса КЭ не обнаружено. Антител (IgM/IgG) к вирусу КЭ и боррелиям ИКБ методом ИФА не обнаружено. При патологоанатомическом вскрытии получен секционный материал для исследования (от разных отделов головного мозга, легкое, сердце, почка, селезенка, печень) и направлен в Референс-центр по мониторингу за риккетсиозами [28].

Для верификации диагноза «сибирский клещевой тиф» использовали разработанный сотрудниками референс-центра комплексный молекулярно-биологический подход, основанный на ПЦР с праймерами к специфическим фрагментам генов различных видов риккетсий с последующим секвенированием полученных ампликонов (таблица). ДНК *R. sibirica* обнаружена во всех исследованных пробах, кроме ствола головного мозга. Последовательности генов *gltA* (627 п.н.) и *ompA* (864 п.н.) были идентичны известным последовательностям *R. sibirica* subsp. *sibirica* (GenBank: MG811709.1 и U83455.1 соответственно). Все клинические образцы были отрицательными в ПЦР для выявления РНК возбудителя новой коронавирусной инфекции. Подтверждена этиологическая роль *R. sibirica* в случае СКТ с летальным исходом [28].

Четыре известных случая СКТ с летальным исходом в Российской Федерации были описаны на территории Красноярского края. При этом территория Минусинской котловины характеризуется наиболее благоприятными ландшафтными, геоботаническими и фаунистическими особенностями для существования природных очагов СКТ.

Минусинская котловина является одной из самых эндемичных территорий по СКТ. СМП заболеваемости СКТ на 100 тыс. населения выше, чем в целом в Красноярском крае, что обусловлено в том числе наличием районов в составе региона, неэндемичных по СКТ. Выполненный анализ продемонстрировал, что в связи с мозаичностью распределения природных очагов заболеваемость в районах Красноярского края и Республики Хакасия, расположенных в Минусинской котловине, значительно выше, чем в среднем по субъекту. Таким образом, анализ заболеваемости СКТ по СМП на 100 тыс. населения необходимо осуществлять в разрезе муниципальных образований [25].

Штаммы *R. sibirica* из Красноярского края (Минусинская котловина) отличались высокой вирулентностью, вызывая у зараженных морских свинок выраженную клиническую (включая высокую длительность лихорадки, выраженность скротальных феноменов, низкую частоту инаппарантных форм) и патологоанатомическую картину, выраженные иммунологические сдвиги (средняя геометрическая титров антител с антигеном *R. sibirica* в реакции связывания комплемента 1:49, что существенно выше, чем в других очагах с переносчиком *D. nuttalli* и очаговыми территориями с другими основными переносчиками) [17]. К факторам потенциального эпидемиологического риска можно отнести зараженность переносчиков и вирулентность циркулирующих штаммов по результатам биопроб на морских свинках-самцах, а также наличие выявления летальных случаев этой инфекции. Последнее стало возможным благодаря более широкому внедрению молекулярно-генетических методов для микробиологического мониторинга очагов [17, 19, 29–31] и верификации летальных случаев клещевых трансмиссивных инфекций.

Необходимо учитывать, что на территории Красноярского края клещевые риккетсиозы могут быть микст-инфекцией, вызываемой *R. sibirica* subsp. *sibirica* и *Candidatus* R. tarasevichiae. Это указывает на актуальность учета микст-инфицированности иксодовых клещей наравне с возникновением атипичных форм СКТ, новых штаммов и штаммов (геномоизолятов), вызывающих летальные случаи у человека при определении потенциальной эпидемической опасности.

Необходимо акцентировать внимание на применении молекулярно-биологических методов при верификации диагноза СКТ у пациентов и при исследовании проб секционного материала у погибших от клещевых инфекций, особенно на территориях с более высокими степенями риска заражения. При этом верификация диагноза клещевых риккет-

Результаты молекулярно-биологических исследований на наличие риккетсий в секционном материале

Results of molecular-biological studies on the presence of Rickettsia in the sectional material

Метод исследования Research method	Тест-система / специфичность праймеров Test system / primer specificity	Орган / Organ								
		Мозг (ствол) Brain stem	Мозг (подкорковая область) Subcortical areas of the brain	Кора головного мозга (справа) Brain cortex (right)	Кора головного мозга (слева) Brain cortex (left)	Легкое Lung	Сердце Heart	Почка Kidney	Селезенка Spleen	Печень Liver
ПЦР-РВ Real-time PCR	Набор реагентов «РеалБест ДНК *Rickettsia* species (комплект 1)» Reagent kit "RealBest DNA *Rickettsia* species (set 1)"	Отрицательный Negative	Положительный Positive (Ct 30.69)	Положительный Positive (Ct 32.86)	Положительный Positive (Ct 30.25)	Положительный Positive (Ct 34.18)	Положительный Positive (Ct 32.01)	Положительный Positive (Ct 33.45)	Положительный Positive (Ct 31.29)	Положительный Positive (Ct 27.79)
	Набор реагентов «РеалБест ДНК *Rickettsia sibirica / Rickettsia heilongjiangensis* (комплект 1)» Reagent kit "RealBest DNA *Rickettsia sibirica / Rickettsia heilongjiangensis* (set 1)"	н/п* not conducted	Положительный Positive (*R. sibirica* – Ct 34.21)	Положительный Positive (R. sibirica – Ct 33.48)	Положительный Positive (*R. sibirica* – Ct 35.21)	Положительный Positive (*R. sibirica* – Ct 31.96)	Положительный Positive (*R. sibirica* – Ct 33.13)	Положительный Positive (*R. sibirica* – Ct 29.26)	Положительный Positive (*R. sibirica* – Ct 31.71)	Положительный Positive (*R. sibirica* – Ct 31.86)
ПЦР с детекцией в электрофоретическом геле PCR with detection in electrophoretic gel	Видоспецифические праймеры к *R. sibirica* *R. sibirica* species-specific primers	н/п not conducted	Отрицательный Negative	Отрицательный Negative	Отрицательный Negative	Положительный Positive	Отрицательный Negative	Положительный Positive	Положительный Positive	Положительный Positive
	Видоспецифические праймеры к *R. raoultii* *R. raoultii* species-specific primers	н/п not conducted	Отрицательный Negative	Отрицательный Negative	Отрицательный Negative	Отрицательный Negative	Отрицательный Negative	Отрицательный Negative	Отрицательный Negative	Отрицательный Negative
	Видоспецифические праймеры к *Candidatus* R. tarasevichiae *Candidatus* R. tarasevichiae species-specific primers	н/п not conducted	Отрицательный Negative	Отрицательный Negative	Отрицательный Negative	Отрицательный Negative	Отрицательный Negative	Отрицательный Negative	Отрицательный Negative	Отрицательный Negative

Примечание: * н/п – не проводилось.

сиозов должна осуществляться серологическими методами.

При идентификации ДНК риккетсий в иксодовых клещах, собранных на территории Минусинского района, установлено, что показатели суммарной риккетсиофорности *D. nuttalli*, основного переносчика *R. sibirica*, превышают подобные показатели на территории Республики Алтай. В некоторых муниципальных образованиях этого субъекта России, где располагаются нутталливые горностепные очаги СКТ, показатели заболеваемости превышают 500 случаев на 100 тыс. населения [15]. При осуществлении молекулярно-генетического мониторинга иксодовых клещей на изучаемой территории рекомендуется ориентироваться на показатель их суммарной риккетсиофорности, а также на показатель инфицированности клещей – основных переносчиков *R. sibirica*.

Активизация эпидемического процесса при СКТ на территории Минусинской котловины (Красноярский край и Республика Хакасия) обусловлена эпидемиологическими рисками (высокая активность клещей *D. nuttalli* и суммарная риккетсиофорность переносчиков *R. sibirica*, задокументированные летальные случаи, циркуляция высоковирулентных штаммов *R. sibirica*) с переходом их от потенциальных к реальным.

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

Финансирование. Авторы заявляют об отсутствии дополнительного финансирования при проведении данного исследования.

Список литературы

1. Мошковский Ш.Д. Система основных эпидеметрических величин. *Журнал гигиены, эпидемиологии, микробиологии и иммунологии*. 1961; (5):125–34.

2. Рудаков Н.В., Савельев Д.А., Андаев Е.И., Балахонов С.В., Крига А.С., Вайтович М.А., Летюшев А.Н., Щучинов Л.В., Щучинова Л.Д., Щербатов А.Ф., Кутькина Н.В., Старченкова Т.Е. Дифференциация эндемичных территорий по риску инфицирования населения возбудителями клещевых трансмиссивных инфекций как основа тактики их профилактики. *Национальные приоритеты России*. 2017; (4):60–7.

3. Рудаков Н.В., Пеньевская Н.А., Савельев Д.А., Рудакова С.А., Штрек С.В., Андаев Е.И., Балахонов С.В. Дифференциация эндемичных территорий по уровням заболеваемости клещевыми трансмиссивными инфекциями как основа выбора стратегии и тактики профилактики. *Здоровье населения и среда обитания*. 2019; (12):56–61. DOI: 10.35627/2219-5238/2019-321-12-56-61.

4. Рудакова С.А., Пеньевская Н.А., Блох А.И., Рудаков Н.В., Транквилевский Д.В., Савельев Д.А., Теслова О.Е., Канешова Н.Е. Обзор эпидемиологической ситуации по иксодовым клещевым боррелиозам в Российской Федерации в 2010–2020 гг. и прогноз на 2021 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2021; (2):52–61. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-2-52-61.

5. Рудаков Н.В., Пеньевская Н.А., Кумпан Л.В., Блох А.И., Шпынов С.Н., Транквилевский Д.В., Штрек С.В. Эпидемиологическая ситуация по риккетсиозам группы клещевой пятнистой лихорадки в Российской Федерации в 2012–2021 гг. и прогноз на 2022–2026 гг. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2022; (1):54–63. DOI: 10.21055/0370-1069-2022-1-54-63.

6. Рудаков Н.В., Самойленко И.Е., Решетникова Т.А. Проблемы лабораторной диагностики риккетсиозов группы клещевой пятнистой лихорадки в России. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2015; 60(1):50–2.

7. Онищенко Г.Г., Патяшина М.А., Удовиченко С.К., Топорков А.В., Топорков В.П., Кутырев В.В. О двухуровневой структуре потенциальной эпидемической опасности массовых мероприятий с международным участием. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2015; (1):5–9. DOI: 10.21055/0370-1069-2015-1-5-9.

8. Куклев Е.В., Ковалевская А.А., Агапов Б.Л., Щербакова С.А. Оценка потенциальной эпидемической опасности сочетанных природных очагов бактериальных, вирусных и риккетсиозных инфекций. *Анализ риска здоровью.* 2019; (1):78–82. DOI: 10.21668/health.risk/2019.1.08.

9. Сафонова М.В., Симонова Е.Г., Лопатин А.А., Долгова А.С., Дедков В.Г. Разработка критериев количественной оценки эпидемического потенциала природно-очаговых инфекций вирусной этиологии. *Инфекция и иммунитет*. 2022; 12(4):745–54. DOI: 10.15789/2220-7619-DOQ-1926.

10. Шматиков М.Д., Велик М.А. Клещевая сыпная лихорадка. *Клиническая медицина*. 1939; (17):124–6.

11. Кронтовская М.К. Клещевой сыпной тиф. В кн.: Труды конференции микробиологов, эпидемиологов и инфекционистов в Москве. М.; 1940. С. 114.

12. Кронтовская М.К., Шматиков М.Д. К эпидемиологии клещевого сыпного тифа Центральной Сибири. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 1943; (1-2):65–8.

13. Солитерман П.Л. К характеристике отдельных штаммов вируса клещевого сыпного тифа Центральной Сибири, выделенных от клещей *D. nuttalli. Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 1944; (1-2):50.

14. Никонов В.А. Патологоанатомические изменения при клещевом сыпном тифе. *Сборник научных трудов Красноярского медицинского института*. 1958; (5):143–4.

15. Штрек С.В., Рудаков Н.В., Шпынов С.Н., Блох А.И., Транквилевский Д.В., Пеньевская Н.А., Кумпан Л.В., Санников А.В. Эпидемиологическая ситуация по риккетсиозам и лихорадке Ку в Российской Федерации за период 2010–2023 гг., прогноз на 2024 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2024; (3):63–73. DOI: 10.21055/0370-1069-2024-3-63-73.

16. Носков А.К., Шаракшанов М.Б., Никитин А.Я., Вершинин Е.А., Балахонов С.В. Хронологическая структура природно-очаговых инфекций в азиатской части Российской Федерации. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2017; (2):63–9.

17. Рудаков Н.В., Оберт А.С. Клещевой риккетсиоз. Омск; 2001. 120 с.

18. Shpynov S., Fournier P.-E., Rudakov N., Tarasevich I., Raoult D. Detection of members of the genera *Rickettsia*, *Anaplasma* and *Ehrlichia* in ticks collected in the Asiatic part of Russia. *Ann. N. Y. Acad. Sci*. 2006; 1087:378–83. DOI: 10.1196/annals.1374.075.

19. Shpynov S.N., Fournier P.-E., Rudakov N.V., Samoilenko I.E., Reshetnikova T.A., Yastrebov V.K., Schaiman M.S., Tarasevich I.V., Raoult D. Molecular identification of a collection of spotted Fever group rickettsiae obtained from patients and ticks from Russia. *Am. J. Trop. Med. Hyg*. 2006; 74(3):440–3.

20. Решетникова Т.А., Ястребов В.К., Рудаков Н.В., Шпынов С.Н., Самойленко И.Е., Кумпан Л.В. История создания и этапы развития рабочей коллекции штаммов риккетсий Омского НИИ природно-очаговых инфекций. *Национальные приоритеты России*. 2011; (2):139–41.

21. Павлова Е.В., Махрова М.Л., Ямских Г.Ю. Экологический каркас Южно-Минусинской котловины. *Вестник Кемеровского государственного университета*. 2015; (1-2):90–8.

22. Guidelines for Using Confidence Intervals for Public Health Assessment. Washington State Department of Health. July 13, 2012. [Электронный ресурс] URL: https://doh.wa.gov/sites/default/files/legacy/Documents/1500/ConfIntGuide.pdf.

23. Рудаков Н.В., Шпынов С.Н., Пеньевская Н.А., Блох А.И., Решетникова Т.А., Самойленко И.Е., Кумпан Л.В., Штрек С.В., Савельев Д.А., Абрамова Н.А., Транквилевский Д.В. Особенности эпидемической ситуации по клещевым риккетсиозам в Российской Федерации в 2010–2020 гг. и прогноз на 2021 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2021; (1):70–8. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-1-73-80.

24. Данчук Г.М., Хазова Т.Г., Зверева Н.Г. Эколого-паразитологическая характеристика природно-очаговых инфекций в степной зоне Минусинской котловины Красноярского края. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2012; (2):42–7.

25. Штрек С.В., Рудаков Н.В., Шпынов С.Н., Санников А.В., Самойленко И.Е., Щучинова Л.Д., Троценко О.Е., Драгомерецкая А.Г., Матущенко Е.В. Генотипирование риккетсий, циркулирующих на территориях Республики Алтай и Хабаровского края. *Инфекция и иммунитет*. 2023;13(1):100–6. DOI: 10.15789/2220-7619-GOR-2014.

26. Санников А.В., Штрек С.В., Шпынов С.Н., Рудаков Н.В., Данчук Г.М. Генотипирование риккетсий на территориях, отличающихся уровнем заболеваемости сибирским клещевым тифом. В кн.: Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены. Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора (Нижний Новгород, 13–15 сентября 2023 г.). Н. Новгород; 2023. С. 271–4.

27. Рудаков Н.В., Самойленко И.Е., Штрек С.В., Рудакова С.А., Кумпан Л.В., Иголкина Я.П., Рар В.А., Жираковская Е.В., Ткачев С.Е., Тикунова Н.В., Кострыкина Т.В., Блохина И.А., Ленц П.А. Клинико-лабораторная характеристика клещевого риккетсиоза, связанного с микст-инфицированием *Rickettsia sibirica* и Candidatus *Rickettsia tarasevichiae*. *Инфекция и иммунитет*. 2021; 11(6):1173–8. DOI: 10.15789/2220-7619-CAL-1597.

28. Штрек С.В., Шпынов С.Н., Самойленко И.Е., Санников А.В., Рудаков Н.В. Молекулярно-биологическая верификация диагноза сибирского клещевого тифа с летальным исходом. *Журнал инфектологии*. 2023; 15(1S1):199–200.

29. Рудаков Н.В., Горбунов Н.С., Кордубайлов А.А., Рехов Е.Н., Клюев А.А., Червяков В.И., Юханова Т.В., Свидерский Г.М., Михайлов Е.П., Иванов Д.И. Результаты изучения современного состояния очагов клещевого риккетсиоза на юге Западной и Средней Сибири. В кн.: Природно-очаговые болезни человека. Республиканский сборник научных работ. Омск; 1988. С. 125–36.

30. Решетникова Т.А., Макарова В.А. Характеристика биологических свойств штаммов риккетсий, выделенных в Забайкалье и Приморье. В кн.: Природно-очаговые болезни человека. Республиканский сборник научных работ. Омск; 1989. С. 147–53.

31. Balayeva N.M., Eremeeva M.E., Ignatovich V.F., Rudakov N.V., Reschetnikova T.A., Samoilenko I.E., Yastrebov V.K., Raoult D. Biological and genetic characterization of *Rickettsia sibirica* strains in the endemic area of the north Asian tick typhus. *Am. J. Trop. Med. Hyg*. 1996; 55(6):685–92. DOI: 10.4269/ajtmh.1996.55.685.

References

1. Moshkovsky Sh.D. [System of basic epidemiological quantities]. *Zhurnal Gigieny, Epidemiologii, Mikrobiologii i Immunologii [Russian Journal of Hygiene, Epidemiology, Microbiology and Immunology]*. 1961; (5):125-34.

2. Rudakov N.V., Savel'ev D.A., Andaev E.I., Balakhonov S.V., Kriga A.S., Vajtovich M.A., Letyushev A.N., Shchuchinov L.V., Shchuchinova L.D., Shcherbatov A.F., Kut'kina N.V., Starchenkova T.E. [Differentiation of endemic territories by the risk of infection of population by agents of tick-borne infections as the basis of the tactics of their prophylaxis]. *Natsional'nye Prioritety Rossii [National Priorities of Russia]*. 2017; (4):60–7.

3. Rudakov N.V., Pen'evskaya N.A., Savel'ev D.A., Rudakova S.A., Shtrek S.V., Andaev E.I., Balahonov S.V. [Differentiation of endemic areas by incidence rates of tick-borne infectious diseases as the basis for choosing prevention strategy and tactics]. *Zdorovie Naseleniya i Sreda Obitaniya [Public Health and Life Environment]*. 2019; (12):56–61. DOI: 10.35627/2219-5238/2019-321-12-56-61.

4. Rudakova S.A., Penevskaya N.A., Bloh A.I., Rudakov N.V., Trankvilevskij D.V., Savelev D.A., Teslova O.E., Kaneshova N.E. [Review of the epidemiological situation on ixodic tick-borne borreliosis in the Russian Federation in 2010–2020 and prognosis for 2021]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2021; (2):52–61. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-2-52-61.

5. Rudakov N.V., Pen'evskaya N.A., Kumpan L.V., Blokh A.I., Shpynov S.N., Trankvilevsky D.V., Shtrek S.V. [Epidemiological situation on tick-borne spotted fever group rickettsioses in the Russian Federation in 2012–2021, forecast for 2022–2026]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2022; (1):54–63. DOI: 10.21055/0370-1069-2022-1-54-63.

6. Rudakov N.V., Samoilenko I.E., Reshetnikova T.A. The problems of laboratory diagnostics of rickettsiosis of tick-borne spotted fever group in Russia. *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika [Clinical Laboratory Diagnostics]*. 2015; 60(1):50–2.

7. Onishenko G.G., Patyashina M.A., Udovichenko S.K., Toporkov A.V., Toporkov V.P., Kutyrev V.V. [Concerning two-level structure of potential epidemic hazard of the mass events with international participation]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2015; (1):5–9. DOI: 10.21055/0370-1069-2015-1-5-9.

8. Kuklev E.V., Kovalevskaya A.A., Agapov B.L., Shcherbakova S.A. [Assessment of potential epidemic hazards caused by combined foci with bacterial, viral, and rickettsial infections]. *Analiz Riska Zdorov'yu [Health Risk Analysis]*. 2019; (1):78–82. DOI: 10.21668/health.risk/2019.1.08.

9. Safonova M.V., Simonova E.G., Lopatin A.A., Dolgova A.S., Dedkov V.G. [Development of quantitative criteria for assessing epidemic potential of the natural-focal viral infections]. *Infektsiya i Immunitet [Russian Journal of Infection and Immunity]*. 2022; 12(4):745–54. DOI: 10.15789/2220-7619-DOQ-1926.

10. Shmatikov M.D., Velik M.A. [Tick-borne fever]. *Klinicheskaya Meditsina [Russian Journal of Clinical Medicine]*. 1939; (17):124–6.

11. Krontovskaya M.K. [Tick-borne typhus]. In: [Proceedings of the Conference of Microbiologists, Epidemiologists and Infectious Disease Specialists in Moscow]. Moscow; 1940. P. 114.

12. Krontovskaya M.K., Shmatikov M.D. [On the epidemiology of tick-borne typhus in Central Siberia]. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii [Russian Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology]*. 1943; (1-2):65–8.

13. Soliterman P.L. [To the characteristics of individual strains of the tick-borne typhus virus of Central Siberia, isolated from *D. nuttalli* ticks]. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii [Russian Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology]*. 1944; (1-2):50.

14. Nikonov V.A. [Pathological changes in case of tick-borne typhus]. *[Collection of Scientific Works of the Krasnoyarsk Medical Institute]*. 1958; (5):143–4.

15. Shtrek S.V., Rudakov N.V., Shpynov S.N., Blokh A.I., Trankvilevsky D.V., Pen'evskaya N.A., Kumpan L.V., Sannikov A.V. [Epidemiological situation on rickettsial diseases and Q fever in the Russian Federation over the period of 2010–2023, forecast for 2024]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2024; (3):63–73. DOI: 10.21055/0370-1069-2024-3-63-73.

16. Noskov A.K., Sharakshanov M.B., Nikitin A.Ya., Vershinin E.A., Balakhonov S.V [Chorological structure of natural focal infections in the Asian part of the Russian Federation]. *Epidemiologiya i Vaktsinoprofilaktika [Epidemiology and Vaccinal Prevention]*. 2017; (2):63–9.

17. Rudakov N.V., Obert A.S. [Tick-Borne Rickettsiosis]. Omsk; 2001. 120 p.

18. Shpynov S., Fournier P.-E., Rudakov N., Tarasevich I., Raoult D. Detection of members of the genera *Rickettsia*, *Anaplasma* and *Ehrlichia* in ticks collected in the Asiatic part of Russia. *Ann. N. Y. Acad. Sci*. 2006; 1087:378–83. DOI: 10.1196/annals.1374.075.

19. Shpynov S.N., Fournier P.-E., Rudakov N.V., Samoilenko I.E., Reshetnikova T.A., Yastrebov V.K., Schaiman M.S., Tarasevich I.V., Raoult D. Molecular identification of a collection of spotted Fever group rickettsiae obtained from patients and ticks from Russia. *Am. J. Trop. Med. Hyg*. 2006; 74(3):440–3.

20. Reshetnikova T.A., Yastrebov V.K., Rudakov N.V., Shpynov S.N., Samoilenko I.E., Kumpan L.V. [History of creation and stages of development of the working collection of *Rickettsia* strains of the Omsk Research Institute of Natural Focal Infections]. *Natsionalnye Prioritety Rossii [National Priorities of Russia]*. 2011; (2):139–41.

21. Pavlova E.V., Makhrova M.L., Yamskikh G.Yu. [Ecological framework of the South Minusinsk Basin]. *Vestnik Kemerovskogo Gosudarstvennogo Universiteta [Bulletin of Kemerovo State University]*. 2015; (1-2):90–8.

22. Guidelines for Using Confidence Intervals for Public Health Assessment. Washington State Department of Health. July 13, 2012. [Internet]. Available from: https://doh.wa.gov/sites/default/files/legacy/Documents/1500/ConfIntGuide.pdf.

23. Rudakov N.V., Shpynov S.N., Pen'evskaya N.A., Blokh A.I., Reshetnikova T.A., Samoylenko I.E., Kumpan L.V., Shtrek S.V., Savel'ev D.A., Abramova N.V., Trankvilevsky D.V. [Features of the epidemiological situation on tick-borne rickettsioses in the Russian Federation in 2010–2020 and prognosis for 2021]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2021; (1):70–8. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-1-73-80.

24. Danchuk G.M., Khazova T.G., Zvereva N.G. [Ecological and parasitological characteristics of natural focal infections in the steppe zone of the Minusinsk Basin of the Krasnoyarsk Territory]. *Epidemiologiya i Vaktsinoprofilaktika [Epidemiology and Vaccinal Prevention]*. 2012; (2):42–7.

25. Shtrek S.V., Rudakov N.V., Shpynov S.N., Sannikov A.V., Samoilenko I.E., Shchuchinova L.D., Trotsenko O.E., Dragomeretskaya A.G., Matushchenko E.V. [Genotyping of rickettsiae circulating in the territories of the Altai Republic and Khabarovsk Territory]. *Infektsiya i Immunitet [Infection and Immunity]*. 2023; 13(1):100–6. DOI: 10.15789/2220-7619-GOR-2014.

26. Sannikov A.V., Shtrek S.V., Shpynov S.N., Rudakov N.V., Danchuk G.M. [Genotyping of Rickettsia in areas with different incidence rates of Siberian tick-borne typhus. In: [Modern Problems of Epidemiology, Microbiology and Hygiene. Proceedings of the XV All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists of the Rospotrebnadzor (Nizhny Novgorod, September 13–15, 2023)]. Nizhny Novgorod; 2023. P. 271–4.

27. Rudakov N.V., Samoilenko I.E., Shtrek S.V., Rudakova S.A., Kumpan L.V., Igolkina Ya.P., Rar V.A., Zhirakovskaya E.V., Tkachev S.E., Tikunova N.V., Kostrykina T.V., Blokhina I.A., Lents P.A. [Clinical and laboratory characteristics of tick-borne rickettsiosis related to mixed-infection with *Rickettsia sibirica* and Candidatus *Rickettsia tarasevichiae*]. *Infektsiya i Immunitet [Infection and Immunity]*. 2021; 11(6):1173–8. DOI: 10.15789/2220-7619-CAL-1597.

28. Shtrek S.V., Shpynov S.N., Samoilenko I.E., Sannikov A.V., Rudakov N.V. [Molecular biological verification of the diagnosis of Siberian tick-borne typhus with a fatal outcome]. *Zhurnal Infektologii [Journal of Infectology]*. 2023; 15(1S1):199–200.

29. Rudakov N.V., Gorbunov N.S., Kordubailov A.A., Rekhov E.N., Klyuev A.A., Chervyakov V.I., Yukhanova T.V., Svidersky

G.M., Mikhailov E.P., Ivanov D.I. [Results of studying the current state of foci of tick-borne rickettsiosis in the south of Western and Central Siberia]. In: [Natural Focal Human Diseases. Republican Collection of Scientific Works]. Omsk; 1988. P. 125–36.

30. Reshetnikova T.A., Makarova V.A. [Characteristics of the biological properties of Rickettsia strains isolated in Transbaikal Region and Primorye]. In: [Natural Focal Human Diseases. Republican Collection of Scientific Works]. Omsk; 1989. P. 147–53.

31. Balayeva N.M., Eremeeva M.E., Ignatovich V.F., Rudakov N.V., Reschetnikova T.A., Samoilenko I.E., Yastrebov V.K., Raoult D. Biological and genetic characterization of *Rickettsia sibirica* strains in the endemic area of the north Asian tick typhus. *Am. J. Trop. Med. Hyg*. 1996; 55(6):685–92. DOI: 10.4269/ajtmh.1996.55.685.

Authors:

Shtrek S.V., Shpynov S.N., Rudakov N.V., Sannikov A.V., Abramova N.V., Blokh A.I., Savel'ev D.A. Omsk Research Institute of Natural-Focal Infections; 7, Mira Avenue, Omsk, 644080, Russian Federation; e-mail: mail@oniipi.org. Omsk State Medical University; 12, Lenina St., Omsk, 644099, Russian Federation; e-mail: rector@omsk-osma.ru.

Samoilenko I.E., Rubtsov G.A. Research Institute of Natural-Focal Infections. 7, Mira Avenue, Omsk, 644080, Russian Federation. E-mail: mail@oniipi.org.

Danchuk G.M., Mikhailova E.E. Center of Hygiene and Epidemiology in the Krasnoyarsk Territory, Affiliated Branch in Minusinsk City. 1, Komarova St., Minusinsk, Krasnoyarsk Territory, 662610, Russian Federation. E-mail: mail@fbuz24.ru.

Temnikova N.V. Omsk State Medical University. 12, Lenina St., Omsk, 644099, Russian Federation. E-mail: rector@omsk-osma.ru.

Об авторах:

Штрек С.В., Шпынов С.Н., Рудаков Н.В., Санников А.В., Абрамова Н.В., Блох А.И., Савельев Д.А. Омский научно-исследовательский институт природно-очаговых инфекций; Российская Федерация, 644080, Омск, пр-т Мира, 7; e-mail: mail@oniipi.org. Омский государственный медицинский университет; Российская Федерация, 644099, Омск, ул. Ленина, 12; e-mail: rector@omsk-osma.ru.

Самойленко И.Е., Рубцов Г.А. Омский научно-исследовательский институт природно-очаговых инфекций. Российская Федерация, 644080, Омск, пр-т Мира, 7. E-mail: mail@oniipi.org.

Данчук Г.М., Михайлова Е.Э. Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае, Филиал в г. Минусинске. Российская Федерация, 662610, Красноярский край, Минусинск, ул. Комарова, 1. E-mail: mail@fbuz24.ru.

Темникова Н.В. Омский государственный медицинский университет. Российская Федерация, 644099, Омск, ул. Ленина, 12. E-mail: rector@omsk-osma.ru.