

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2024

Кумпан Л.В.^{1,2}, Блох А.И.^{1,2}, Рудаков Н.В.^{1,2}

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ И ПРОГНОЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ СИБИРСКИМ КЛЕЩЕВЫМ ТИФОМ В РФ



EDN: FCBNSJ

¹ФБУН «Омский научно-исследовательский институт природно-очаговых инфекций» Роспотребнадзора, 644050, Омск, Россия

²ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» МЗ РФ, 644099, Омск, Россия

Обоснование обзора – охарактеризовать эпидемиологическую ситуацию по сибирскому клещевому тифу (СКТ) за весь период наблюдений в Российской Федерации. На фоне некоторого снижения показателей заболеваемости населения клещевыми риккетсиозами в период пандемического распространения COVID-19 отмечается сохранение многолетней цикличности эпидемического процесса, что определяет возможность роста заболеваемости в прогнозируемом пятилетнем периоде. Провести сравнение с допандемическим периодом в 2002-2019 г. в сравнении с «ковидными» 2020–2021 гг. и дать прогноз эпидемиологической ситуации в регионах Сибири по сибирскому клещевому тифу на период 2022-2026 гг. Разработка модели для прогнозирования заболеваемости населения осуществлялась с помощью языка статистического программирования R 4.0.3. Исходными данными послужили сведения формы федерального статистического наблюдения N 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях».

Цель обзора – описать этапы развития заболеваемости СКТ в РФ, провести анализ многолетней динамики заболеваемости СКТ и дать прогноз эпидемиологической ситуации в регионах Сибири по сибирскому клещевому тифу.

Ключевые слова: клещевые риккетсиозы; сибирский клещевой тиф; заболеваемость; прогноз

Для цитирования: Кумпан Л.В., Блох А.И., Рудаков Н.В. Этапы развития и прогноз заболеваемости Сибирским клещевым тифом в РФ. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2024; 29; 4: 249-253

DOI: <https://doi.org/10.51620/3034-1981-2024-29-4-249-253>

EDN: FCBNSJ

Для корреспонденции: Кумпан Людмила Валерьевна, к.м.н., доцент, ФБУН «Омский научно-исследовательский институт природно-очаговых инфекций» Роспотребнадзора, 644050, Омск, Россия, e-mail: Ludmilavirus@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Поступила 17.10.2024

Принята к печати 18.12.2024

Kumpan L.V.^{1,2}, Blokh A.I.^{1,2}, Rudakov N.V.^{1,2}

STAGES OF DEVELOPMENT AND FORECAST OF ANTHRAX TICK-BORNE TYPHUS MORBIDITY IN RUSSIA

¹ Omsk Research Institute of Natural-Focal Infections, 644050, Omsk, Russia;

² Omsk State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russia, 644099, Omsk, Russia;

The rationale for the review is to characterize the epidemiological situation for Siberian tick-borne typhus (STT) over the entire observation period in the Russian Federation. Against the background of a slight decrease in the incidence of tick-borne rickettsiosis in the population during the pandemic spread of COVID-19, the long-term cyclicity of the epidemic process is preserved, which determines the possibility of an increase in morbidity in the forecast five-year period. To compare with the pre-pandemic period in 2002-2019 in comparison with the "covid" 2020-2021 and give a forecast of the epidemiological situation in the regions of Siberia for Siberian tick-borne typhus for the period 2022-2026. The development of a model for forecasting the incidence of the population was carried out using the statistical programming language R 4.0.3. The initial data were the information from the federal statistical observation form No. 2 "Information on infectious and parasitic diseases". The objective of the review is to describe the stages of development of STT incidence in the Russian Federation, to analyze the long-term dynamics of STT incidence and to forecast the epidemiological situation in the regions of Siberia for Siberian tick-borne typhus.

Key words: tick-borne rickettsiosis; Siberian tick-borne typhus; morbidity; forecast

For citation: Kumpan L.V., Blokh A.I., Rudakov N.V. Stages of development and forecast of anthrax tick-borne typhus morbidity in Russia. *Epidemiologiya i Infektsionnye bolezni (Epidemiology and Infectious Diseases)*. 2024; 29; 4: 249-253 (in Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.51620/3034-1981-2024-29-4-249-253>

EDN: FCBNSJ

For correspondence: Lyudmila V. Kumpan, Ph.D., Associate Professor, Omsk Research Institute of Natural-Focal Infections, 644050, Omsk, Russia, e-mail: Ludmilavirus@mail.ru

Information about authors:

Kumpan L.V., <https://orcid.org/0000-0002-5230-1388>;

Blokh A.I., <https://orcid.org/0000-0002-0756-2271>;

Rudakov N.V., <https://orcid.org/0000-0001-9566-9214>.

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

Funding. The study had no financial support.

Received 17.10.2024

Accepted 18.12.2024

Введение. Риккетсиозы группы клещевой пятнистой лихорадки (КПЛ) или клещевые риккетсиозы (КР) – группа облигатно-трансмиссивных природно-очаговых риккетсиозов, возбудители которых передаются иксодовыми клещами [1]. В соответствии с приказом Росстата № 645 2013 г. утверждена статистическая отчетность по формам № 1, 2. В форме № 2 государственной статистической отчетности «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» предусмотрена регистрация двух нозологических форм риккетсиозов группы клещевой пятнистой лихорадки (КПЛ): «Сибирский клещевой тиф» (СКТ), вызываемый *Rickettsia sibirica* subsp. *sibirica*, и «Астраханская пятнистая лихорадка» (АПЛ) с этиологическим агентом *R. conorii* subsp. *caspii*. В работе проведен анализ многолетней заболеваемости КР в РФ.

В России наиболее распространён сибирский клещевой тиф (СКТ), который передаётся человеку клещами преимущественно из родов *Dermacentor* (*D. nuttalli*, *D. silvarum*, *D. marginatus* и *D. reticulatus*) и *Haemaphysalis* (*H. concinna*) [6]. В настоящее время выделяют три подвида *R. sibirica* - *R. sibirica* subsp. *sibirica*, *R. sibirica* subsp. *BJ-90*, *R. sibirica* subsp. *mongolotimonae*. На территории России распространены два первых подвида, причем *R. sibirica* subsp. *BJ-90* – только на Дальнем Востоке. Документированные случаи СКТ в РФ связаны с *R. sibirica* subsp. *sibirica* [4].

Астраханская пятнистая лихорадка развивается при заражении *R. conorii* subsp. *caspia* после присасывания иксодовых клещей *Rhipicephalus pumilio*. Очаги эпидемически активны преимущественно в Астраханской области, их существование выявлено в Калмыкии, предполагается наличие очагов и в Волгоградской области. По ежегодному числу случаев в структуре заболеваемости клещевыми трансмиссивными инфекциями (КТИ) риккетсиозы группы КПЛ стабильно уступают только иксодовым клещевым боррелиозам (ИКБ), опередив клещевой энцефалит (КЭ) в 2018-2020 гг. При этом следует отметить, что реальная эпидемиологическая значимость клещевых риккетсиозов группы КПЛ в России недооценена, поскольку, в отличие от КЭ и ИКБ, лабораторная верификация КР крайне затруднительна в связи с отсутствием сертифицированных эффективных диагностических тест-наборов [5, 7].

Для всех КТИ, включая КР, характерна не только территориальная неравномерность, но и цикличность проявлений эпидемического процесса в связи с влиянием многих биотических и абиотических факторов, что снижает точность линейных трендовых прогнозов и делает невозможным их применение на среднесрочную перспективу.

Нами с помощью простой линейной регрессии анализа динамики относительной инцидентности СКТ на протяжении 2010-2020 гг. не удалось выявить статистически значимых трендов к изменению уровней заболеваемости, как в целом по РФ, так и в 10 из 17 эндемичных по СКТ субъектах.

Материалы и методы. Разработка модели для прогнозирования заболеваемости населения в регионах, эндемичных по КТИ, осуществлялась с помощью языка статистического программирования R 4.0.3 в интегрированной среде разработки RStudio. Учитывая наличие типичных для изученной патологии многолетних циклов, было принято решение использовать множественную регрессию с синусоидальным компонентом, моделирующим вышеуказанную цикличность [9]. Итоговая модель для каждого региона имела вид:

$$\ln(I) = ax + n * \sin\left(\frac{2\pi t}{p}\right) + m * \cos\left(\frac{2\pi t}{p}\right) + c,$$

где

$\ln(I)$ – натуральный логарифм заболеваемости в регионе, на 100 тыс. населения;

$$n * \sin\left(\frac{2\pi t}{p}\right) + m * \cos\left(\frac{2\pi t}{p}\right) – \text{два периодических ком}$$

понента;

c – свободный коэффициент.

Исходными данными для обучения модели послужили сведения формы федерального статистического наблюдения N 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» за 10 лет по каждому региону. Были рассчитаны показатели заболеваемости населения на 100000 жителей соответствующего региона, а при отсутствии регистрации случаев вводили поправку: в соответствующем году считали, что выявлено 0,5 случая болезни. Затем получившиеся временные ряды показателей логарифмировали, и по полученным в результате данным вычислялась множественная регрессия с периодом от 3 до 7 лет. Выбор наиболее точной модели проводили по минимальной величине средней квадратической ошибки (RMSE) [10].

Для каждого региона на основе наиболее точной из моделей, полученных вышеописанным способом, вычислены прогностические показатели (c 95 % доверительным интервалом) заболеваемости населения СКТ, АПЛ и СЛ на эндемичных территориях на период 2022-2026 гг.

Результаты. Сибирский клещевой тиф (СКТ) как самостоятельная нозологическая форма впервые выявлен в азиатской части Российской Федерации в 30-х годах прошлого столетия. С момента регистрации в 1936 г. по 2023 г. выявлено около 90 тысяч случаев данной инфекции. За более чем 85-летнюю историю изучения неоднократно отмечались периоды с различной эпидемиологической активностью очагов, свидетельствующие о цикличности эпизоотического процесса. Нами проведен анализ вклада территорий в общероссийский показатель заболеваемости СКТ, что позволило выделить четыре периода заболеваемости. Первый период наблюдался с 1943 по 1968 гг., он характеризовался подъемом уровня заболеваемости СКТ в стране, с регистрацией наибольшего количества случаев заболевания в 1945, 1954 и 1967 гг. преимущественно за счет

Восточной Сибири. Во второй период (с 1968 по 1978 гг.) наблюдалось значительное снижение регистрации заболеваемости СКТ. Третий период с 1979 г. по 2002 г, в это период наблюдался подъем уровня заболеваемости СКТ с ростом показателей в 10 раз, преимущественно за счет Западной Сибири (Алтайский край). По заболеваемости этой инфекцией Алтайский, Красноярский края и Республика Алтай имеют наиболее высокие показатели в стране и составили более 80% случаев СКТ. Третий период был отмечен возникновением новых (или ранее неизвестных) эпидемически активных очагов СКТ на периферии нозоареала, а именно в Новосибирской, Тюменской и Курганской областях. В Восточной Сибири наиболее высокие показатели заболеваемости были отмечены в Красноярском крае, отдельные случаи - на большинстве других территорий

юга региона (Бурятия, Иркутская и Читинская области, Тыва). Заболеваемость СКТ постоянно регистрировалась и на Дальнем Востоке - в Хабаровском и Приморском краях, Амурской области [2]. За этот период наибольшее число случаев было зарегистрировано 2001г. (3460 чел.). В этом периоде проведенные исследования (3) позволили выявить риккетсии «новых» видов в переносчиках в очагах КР.

Сопоставление территориального распределения заболеваемости СКТ за период с низким уровнем заболеваемости (60-70-е годы) и период резкого роста (1993-2002 гг.) свидетельствует о его изменениях за счет увеличения доли заболеваемости в Западной Сибири (с 24,5 до 55,0 %) и на Дальнем Востоке (с 7,5 до 23 %). При этом доля заболеваемости в Восточной Сибири снизилась с 68,0 до 22 % (рис. 1)

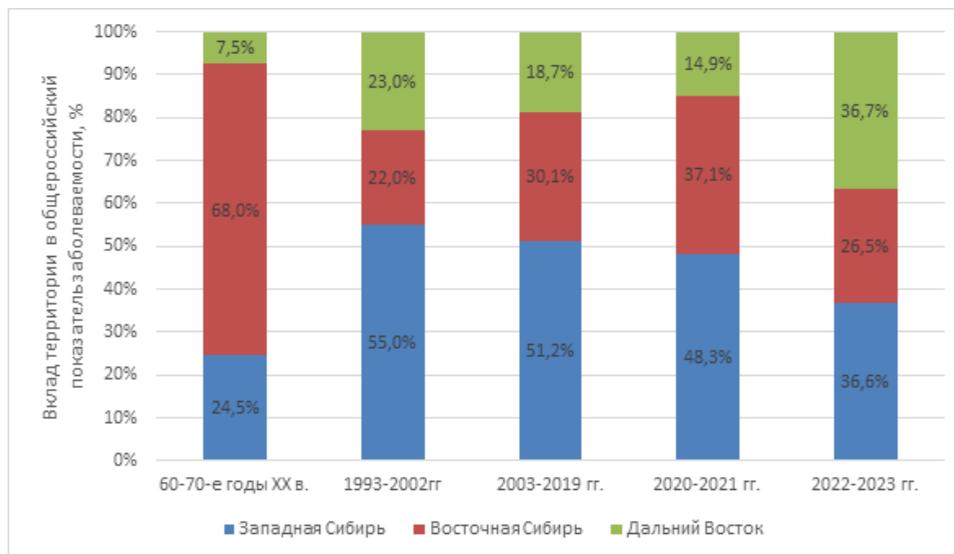


Рис. 1. Территориальное распределение заболеваемости сибирским клещевым тифом в РФ

В динамике многолетней заболеваемости КР в Российской Федерации (РФ) после периода непрерывающегося роста (1979-2002 гг.), с 2003 года (в четвертом периоде) отмечена тенденция к снижению заболеваемости. По данным официальной статистики, всего с 2002 по 2023 год в России зарегистрировано 34699 случаев СКТ. В среднем по РФ в соответствии с данными Роспотребнадзора уровень заболеваемости СКТ варьирует от 1,1 до 2,8 случаев на 100 тыс. населения. За

указанный период (2002-2023) природные очаги СКТ регистрировались на 22 административных территориях РФ, шести федеральных округов.

Подавляющее большинство случаев СКТ в 2002-2023 гг. регистрировалось в СФО (77,3%), заболеваемость населения так же являлась наибольшей в СФО, однако во всех округах кроме ДФО и ПФО отмечалась тенденция к снижению показателей заболеваемости населения СКТ (в ДФО отмечен прирост на 1,1 % в год; табл.1).

Таблица 1

Характеристика заболеваемости населения СКТ по федеральным округам в 2002-2023 гг.

Территория	Случаев, абс.	Доля, %	Заболеваемость, на 100 тыс.	T _{пр/сл} , %
РФ	34699	100,00	1,1 (1,1-1,1)	-2,56
Сибирский ФО	26828	77,32	7,1 (7,0-7,1)	-3,09
Дальневосточный ФО	7622	21,97	4,2 (4,1-4,2)	1,10
Уральский ФО	234	0,67	0,1 (0,1-0,1)	-4,90
Центральный ФО	12	0,03	0,0 (0,0-0,0)	-5,84
Северо-Западный ФО	2	0,01	0,0 (0,0-0,0)	-0,02
Приволжский ФО	1	0,00	0,0 (0,0-0,0)	13,66

Эти показатели значительно меняются по субъектам РФ и достигают в отдельные годы 41,0 и 130,0

случаев на 100 тыс. населения в Алтайском крае и Республике Алтай соответственно. Наиболее эпиде-

мически значимы горностепные очаги СКТ с переносчиком *D. nuttalli* и лесостепные очаги, связанные с *D. nuttalli*, *D. silvarum* и *D. marginatus*. Там показатели достигают до 500-700 случаев (на 100 тысяч населения).

Среднеголетний показатель заболеваемости населения РФ СКТ за период 2002-2023 гг. составил 1,09 (95 % ДИ 1,08-1,10) на 100 тыс. населения. Наименьшее число зарегистрированных случаев было отмечено в 2021 году (рис.2).

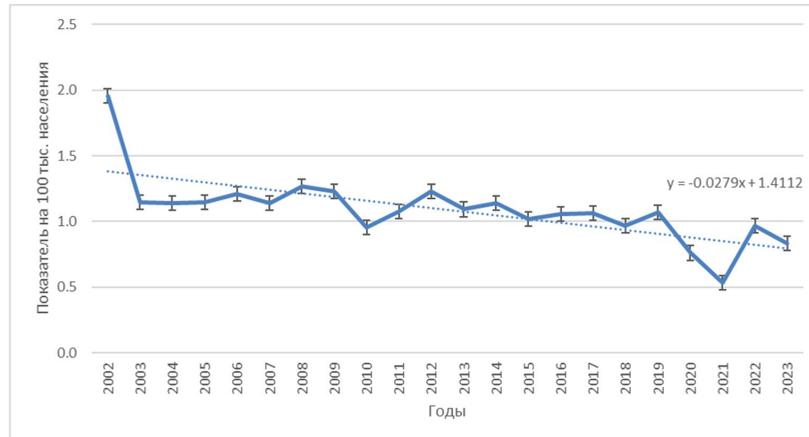


Рис. 2. Заболеваемость СКТ РФ в 2002-2023гг, на 100 тыс. населения.

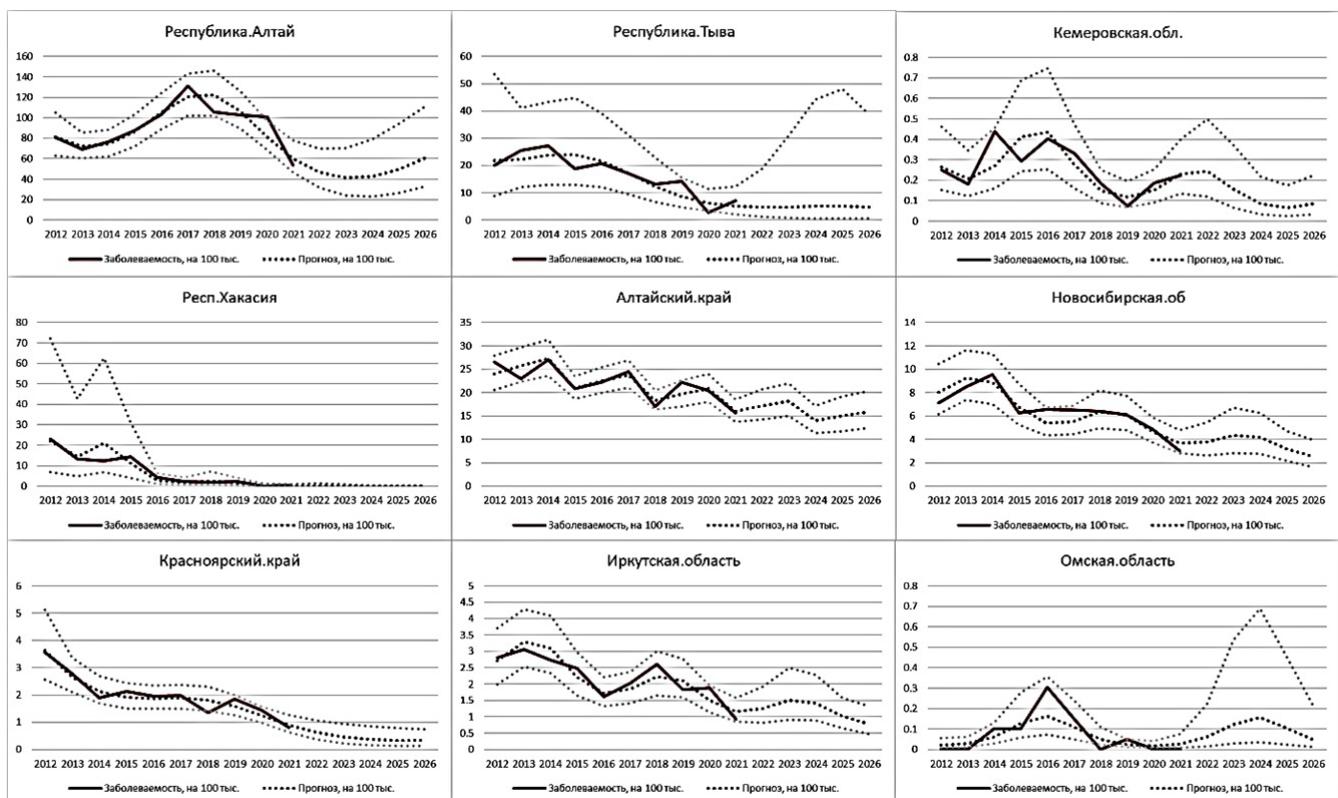


Рис. 3. Прогноз заболеваемости населения сибирским клещевым тифом в регионах Сибирского Федерального округа до 2026 г., на 100 тыс. населения

Резкое снижение показателей регистрируемой заболеваемости в 2020–2021 гг. с последующим их увеличением в 2022 отмечено на всех эндемичных территориях (8).

Регистрируемая заболеваемость СКТ в период пандемии COVID-19 в целом по РФ снизилась в 2020 г. в 1,4 раза (1,10 тыс. против 1,57 тыс. случаев), а в 2021 г. – в 2 раза относительно среднеголетнего допандемического уровня (0,78 тыс. против 1,57 тыс. случаев).

На фоне некоторого снижения показателей заболеваемости населения клещевыми риккетсиозами в период пандемического распространения COVID-19 отмечается сохранение многолетней цикличности эпидемического процесса, что определяет возможность роста заболеваемости в прогнозируемом пятилетнем периоде.

В период эпидемии COVID-19 в течение 2020-2021 годов вполне очевидной представляется перегрузка

систем здравоохранения и санитарно-эпидемиологической службы, что приводило к значительному искажению истинной картины эпидемического проявления активности природных очагов клещевых риккетсиозов. Вместе с тем, линейные модели имели медианную RMSE 0,42 (0,22; 0,69), тогда как для периодических моделей медианная RMSE почти вдвое ниже - 0,25 (0,13; 0,42), что определило использование периодических моделей как более точных.

На фоне характерной для КТИ цикличности проявления эпидемического процесса, для среднесрочного прогнозирования обоснованной на эндемичных территориях России на 2022-2026 гг. оказывается периодическая модель. Прогнозируемые показатели заболеваемости на пятилетний период в регионах Сибирского федерального округа, граничащего с Республикой Казахстан, представлены на рис. 3.

Не вызывает сомнения тот факт, что значительное снижение показателей заболеваемости, произошедшее в 2020-2021 гг., оказало влияние на формирование нисходящего тренда в ближайшие 5 лет на фоне некоторых колебаний значений показателей заболеваемости, что, в отсутствие стабилизации эпидемической ситуации по COVID-19, проявится дальнейшим выраженным снижением регистрируемой заболеваемости на подавляющем большинстве эндемичных по КР территорий. Исключения составляют территории очень высокой степени эпидемической опасности по СКТ (Республика Алтай и Алтайский край), где в ближайшие четыре года показатели заболеваемости останутся на уровне 2020-2021 гг., а к 2026 году восстановятся на допандемическом уровне.

Заключение. Нами проведен анализ вклада территорий в общероссийский показатель заболеваемости СКТ, что позволило выделить четыре периода заболеваемости. Проведен анализ общих закономерностей и региональных особенностей эпидемического процесса сибирского клещевого тифа (СКТ) в Российской Федерации. Несмотря на снижения показателей заболеваемости населения клещевыми риккетсиозами в период пандемического распространения COVID-19, отмечается сохранение многолетней цикличности эпидемического процесса, что определяет возможность роста заболеваемости в прогнозном пятилетнем периоде. Для долгосрочного прогнозирования мы использовали периодическую модель. Использование синусоидальной функции позволило приблизить модель уровня заболеваемости населения к наблюдаемой действительности посредством учета внутренних закономерностей, характерных для эпидемического процесса трансмиссивных природно-очаговых инфекций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Parola P., Paddock Ch.D., Socolovschi C., Labruna M.B., Mediannikov O., Kernif T. et al. Update on tick-borne rickettsioses around the world: a geographic approach. *Clinical Microbiology Reviews*. 2013; 26(4): 657–702. doi: 10.1128/CMR.00032-13
2. Рудаков Н. В. Клещевой риккетсиоз. Омск: Издательство ОмГМА, 2001.
3. Рудаков Н. В., Штрек С. В., Блох А. И., Пеньевская Н.А., Щучинова Л.Д. Возможности серологической верификации сибирского клещевого тифа с использованием тест-системы для выявления антител к *Rickettsia sibirica*. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2019; 9: 553-559. DOI 10.18821/0869-2084-2019-64-9-553-559
4. Рудаков Н.В., Пеньевская Н.А., Савельев Д.А., Рудакова С.А., Штрек С.В., Андаев Е.И. и др. Дифференциация эндемичных территорий по уровням заболеваемости клещевыми трансмиссивными инфекциями как основа выбора стратегии и тактики профилактики. *Здоровье населения и среда обитания*. 2019; 12 (321): 66-71.
5. Рудаков Н.В., Шпынов С.Н., Пеньевская Н.А., Блох А.И., Решетникова Т.А., Самойленко И.Е. и др. Особенности эпидемической ситуации по клещевым риккетсиозам в Российской Федерации в 2010-2020 гг. и прогноз на 2021 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2021; 1: 70-78. DOI: https://doi.org/10.21055/0370-1069-2021-1-73-80
6. Рудаков Н.В., Пеньевская Н.А., Кумпан Л.В., 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.
7. Robinson M.T., Satjanadumrong J., Hughes T., Stenos J., Blacksell S.D. Diagnosis of spotted fever group Rickettsia infections: the Asian perspective. *Epidemiol Infect.* 2019; 7; 147: e286. doi: 10.1017/S0950268819001390
8. Пеньевская Н.А., Рудаков Н.В., Шпынов С.Н., Блох А.И., Транквилевский Д.В., Савельев Д.А. и др. Обзор эпидемиологической ситуации по клещевым риккетсиозам в 2022 г. в Российской Федерации в сравнении с 2013-2021 гг., прогноз на 2023 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2023; 2: 35–48.
9. Stolwijk AM, Straatman H, Zielhuis GA. Studying seasonality by using sine and cosine functions in regression analysis. *J Epidemiol Community Health*. 1999; 53(4): 235-238. doi:10.1136/jech.53.4.235
10. Hyndman, R.J., & Athanasopoulos, G. (2018) *Forecasting: principles and practice*, 2nd edition, OTexts: Melbourne, Australia. OTexts.com/fpp2. Accessed on 01.01.2022.

REFERENCES

1. Parola P., Paddock Ch.D., Socolovschi C., Labruna M.B., Mediannikov O., Kernif T., Abdad M.Y., Stenos J., Bitam I., Fournier P-E, Raoult D. Update on tick-borne rickettsioses around the world: a geographic approach. *Clinical Microbiology Reviews*. 2013; 26(4): 657–702. doi: 10.1128/CMR.00032-13
2. Rudakov, N. V. Tick-borne rickettsiosis. Omsk: Izdatel'stvo OmGMA, 2001. (in Russian)
3. Rudakov N. V., Shtrek S. V., Blokh A. I., Pen'yevskaya N. A., Shchuchinova L. D. Possibilities of serological verification of Siberian tick-borne typhus using a test system for detecting antibodies to Rickettsia conorii. *Klinicheskaja laboratornaja diagnostika*. 2019; 9: 553-559. DOI 10.18821/0869-2084-2019-64-9-553-559 (in Russian)
4. Rudakov N.V., Pen'evskaja N.A., Savel'ev D.A., Rudakova S.A., Sh-trek S.V., Andaev E.I. et al. Differentiation of endemic territories by the incidence rates of tick-borne infections as a basis for choosing a prevention strategy and tactics. *Zdorov'e naselenija i sreda obitanija*. 2019; 12 (321): 66-71. (in Russian)
5. Features of the epidemic situation for tick-borne rickettsiosis in the Russian Federation in 2010-2020 and the forecast for 2021. *Problemy osobo opasnyh infekcij*. 2021; 1: 70-78. DOI: https://doi.org/10.21055/0370-1069-2021-1-73-80. (in Russian)
6. Epidemiological situation of tick-borne spotted fever rickettsioses in the Russian Federation in 2012-2021 and forecast for 2022-2026. *Problemy osobo opasnyh infekcij*. 2022; 1: 54-63. (in Russian)
7. Robinson M.T., Satjanadumrong J., Hughes T., Stenos J., Blacksell S.D. Diagnosis of spotted fever group Rickettsia infections: the Asian perspective. *Epidemiol Infect.* 2019; 7;147: e286. doi: 10.1017/S0950268819001390
8. Pen'evskaja N.A., Rudakov N.V., Shpynov S.N., Bloh , Trankvilevskij D.V., Savel'ev D.A. et al. Review of the epidemiological situation of tick-borne rickettsiosis in 2022 in the Russian Federation in comparison with 2013-2021, forecast for 2023. *Problemy osobo opasnyh infekcij*. 2023; 2: 35–48. (in Russian)
9. Stolwijk AM, Straatman H, Zielhuis GA. Studying seasonality by using sine and cosine functions in regression analysis. *J Epidemiol Community Health*. 1999; 53(4): 235-238. doi:10.1136/jech.53.4.235
10. Hyndman, R.J., & Athanasopoulos, G. (2018) *Forecasting: principles and practice*, 2nd edition, OTexts: Melbourne, Australia. OTexts.com/fpp2. Accessed on 01.01.2022.