



Научная статья

АНАЛИЗ РИСКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ КЛЕЩЕВЫМ ВИРУСНЫМ ЭНЦЕФАЛИТОМ В РАЙОНАХ С РАЗНЫМИ КЛИМАТОГЕОГРАФИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ

Н.К. Токаревич^{1,2}, А.А. Тронин³, Р.В. Бузинов^{4,5}, О.В. Соколова^{5,6}, Т.Н. Унгуриану^{5,6}

¹Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, Россия, 197101, г. Санкт-Петербург, ул. Мира, 14

²Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Россия, 191015, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, 41

³Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности Российской академии наук, Россия, 197110, г. Санкт-Петербург, ул. Корпусная, 18

⁴Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья, Россия, 191036, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Советская, 4

⁵Северный государственный медицинский университет, Россия, 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, 51

⁶Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Архангельской области, Россия, 163000, г. Архангельск, ул. Гайдара, 24

Иксодовые клещи являются резервуаром и переносчиком вируса клещевого энцефалита – возбудителя инфекции, имеющей важное медицинское и социальное значение. Клещевой вирусный энцефалит (КВЭ) широко распространен на территории Архангельской области (АО), относящейся к приарктическому региону России, в котором происходят существенные климатические изменения.

В рамках исследования изучено пространственно-временное распределение числа пострадавших от нападения клещей, показатель «покусанности» клещами (ППК), число заболевших и заболеваемость КВЭ по районам и городам Архангельской области, рассчитан относительный риск заболеваемости КВЭ среди лиц, пострадавших от укусов иксодовых клещей в АО в период с 1980 по 2019 г.

В результате анализа динамики показателей «покусанности» клещами и заболеваемости КВЭ жителей Архангельской области были получены следующие результаты. ППК в Архангельской области показывает медленный рост в период 1980–1990 гг., затем наблюдается экспоненциальный рост, приходящийся на период 1990–2010 гг., в период 2010–2019 гг. фиксируется фаза стабилизации. Характер динамики заболеваемости КВЭ полностью соответствовал изменению ППК до 2014 г., после которого последовало существенное падение заболеваемости.

Пространственная характеристика уровня «покусанности» и заболеваемости КВЭ показала, что средний уровень «покусанности» в районах северной зоны за 1980–2019 гг. составил 25,1 на 100 тысяч населения и был статистически значимо ниже по сравнению с районами центральной и южной зон ($p < 0,001$), среднемноголетняя частота заболеваемости была наибольшей (7,9 на 100 тысяч населения) в районах южной зоны по сравнению с районами центральной (3,0 на 100 тысяч населения; $p < 0,001$) и северной зон (0,7 на 100 тысяч населения; $p < 0,001$). Максимальный относительный риск заболеваемости КВЭ выявлен в южной зоне в период с 1990–1999 гг. (38,8) по сравнению с северной зоной.

Высказано предположение о причинах снижения заболеваемости КВЭ в Архангельской области, регистрируемого в последние годы на фоне роста ППК.

Ключевые слова: иксодовые клещи, клещевой вирусный энцефалит, относительный риск, Архангельская область.

© Токаревич Н.К., Тронин А.А., Бузинов Р.В., Соколова О.В., Унгуриану Т.Н., 2021

Токаревич Николай Константинович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией зооантропонозных инфекций, профессор кафедры эпидемиологии (e-mail: zoonoses@mail.ru; тел.: 8 (812) 232-21-36; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6433-3486>).

Тронин Андрей Аркадьевич – доктор геолого-минералогических наук, директор (e-mail: a.a.tronin@ecosafety-spb.ru; тел.: 8 (812) 499-64-54; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7852-8396>).

Бузинов Роман Вячеславович – доктор медицинских наук, доцент, заместитель директора по развитию, профессор кафедры гигиены и медицинской экологии (e-mail: r.buzinov@s-znc.ru; тел.: 8 (812) 717-97-83; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8624-6452>).

Соколова Ольга Витальевна – заместитель начальника отдела эпидемиологического надзора, ассистент кафедры гигиены и медицинской экологии (e-mail: sokolovaov@29.rospotrebnadzor.ru; тел.: 8 (8182) 20-06-56; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1385-5975>).

Унгуриану Татьяна Николаевна – доктор медицинских наук, доцент, главный специалист-эксперт отдела организации деятельности, профессор кафедры гигиены и медицинской экологии (e-mail: unguryanu_tn@mail.ru; тел.: 8 (8182) 20-04-61; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8936-7324>).

Иксодовые клещи имеют важное медицинское значение. Эти кровососущие членистоногие являются не только переносчиками возбудителей многих инфекций, например, вируса клещевого энцефалита, иксодовых клещевых боррелиозов, моноцитарного эрлихиоза и гранулоцитарного анаплазмоза человека, но и резервуарами ряда патогенов [1, 2]¹. Следует считать, что каждое присасывание иксодовых клещей к человеку является потенциально опасным для его здоровья; оно должно рассматриваться как потенциальное заражение микст-инфекциями². Между тем количество случаев нападения клещей на людей в Российской Федерации (РФ) постоянно растет. В 2018 г. оно увеличилось, по сравнению со средними показателями 2013–2017 гг. на 12,6 %, и достигло 502 794 [3]. Клещевой вирусный энцефалит (КВЭ) является наиболее социально значимой проблемой для РФ среди инфекций, передающихся иксодовыми клещами. В 2018 г. в РФ зарегистрировано 1508 случаев этой болезни, в том числе у детей в возрасте до 14 лет – 153. КВЭ был зарегистрирован в 46 субъектах РФ, показатель заболеваемости составил 1,3 на 100 тысяч жителей; в 98 % случаев заболевание развилось после нападения клещей. Летальным исходом закончились 22 случая КВЭ; показатель летальности – 0,7 [3].

Ранее мы констатировали, что показатели заболеваемости КВЭ в Архангельской области (АО) и в РФ в целом имеют противоположные тенденции. В АО регистрировался значительный рост заболеваемости, который мы во многом связывали с расширением территорий, на которых стали выявляться случаи КВЭ; напротив, в РФ с конца 90-х гг. прошлого века отмечается выраженное его снижение¹.

Цель настоящей работы – выявление современных тенденций изменения ареалов обитания *I. Persulcatus*, динамики показателей заболеваемости КВЭ, а также описание относительного риска заболеваемости КВЭ среди лиц, пострадавших от укусов иксодовых клещей в АО.

Материалы и методы. В работе использованы формы федерального статистического наблюдения № 1, № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях», результаты оперативного сезонного мониторинга КВЭ, предоставленные Управлением Роспотребнадзора по Архангельской области.

Проанализированы данные о количестве жителей разных районов области, пострадавших от напа-

дения клещей, за 1980–2020 гг. Каждый случай подтвержден официальным документом, в котором указаны дата и место события (учетная форма № 058/у – экстренное извещение об инфекционном, паразитарном заболевании, пищевом отравлении, необычной реакции на прививку, поствакцинальном осложнении). При анализе данных использовали показатель «покусанности» клещами (ППК), то есть количество жителей, пострадавших от нападения клещей в течение года, на 100 тысяч населения, проживающего на данной административной территории.

Рассчитаны показатели заболеваемости КВЭ (количество случаев КВЭ в год на 100 тысяч населения) в АО за 1980–2020 гг. Диагноз КВЭ ставился на основании клинико-эпидемиологических данных (от 84,1 % случаев в 2008 г. до 100 % случаев в 2020 г.) и, как правило, был подтвержден серологическими методами диагностики.

Для сравнения ППК и заболеваемости КВЭ в разные годы весь период наблюдения был разбит на равные временные отрезки по 10 лет (декады): I – с 1980 по 1989 г., II – с 1990 по 1999 г., III – с 2000 по 2009 г., IV – с 2010 по 2019 г. Официальные статистические данные о численности населения Архангельской области взяты с сайта Росстата³.

Для выявления различий в уровнях «покусанности» и заболеваемости КВЭ между районами южной, центральной и северной зон использовался однофакторный дисперсионный анализ с поправкой Бонферрони. Для сравнения уровней заболеваемости КВЭ по декадам между зонами рассчитан относительный риск (ОР) и 95%-ные доверительные интервалы (95 % ДИ). Критический уровень статистической значимости (*p*) принимался равным 0,05. Статистический анализ данных выполнен с помощью программного обеспечения SPSS 28.

Географические данные. Архангельская область находится на севере Европейской части Российской Федерации в приарктической зоне. Она имеет в своём составе 19 районов и шесть городов общей площадью 330,1 тыс. км² (не считая Ненецкого автономного округа и полярных островов). Для большей наглядности изменений территориального распространения пострадавших жителей АО от присасывания клещей и регистрации КВЭ мы разделили территорию области на три условные зоны: северную, центральную и южную (рис. 1), существенно различающиеся по эколого-эпидемиологической ситуации в отношении этой инфекции. Общая площадь лесов Архангельской области не претерпела

¹ Инфекции, передающиеся иксодовыми клещами, в Северо-Западном федеральном округе России. Аналитический обзор / Н.К. Токаревич, Н.А. Стоянова, Л.И. Грачева, Г.Ф. Трифонова, А.А. Тронин, Г.М. Шумилина, Л.И. Глушкова, Р.Р. Галимов [и др.]. – СПб.: Феникс, 2008. – 120 с.

² Коренберг Э.И., Помелова В.Г., Осин Н.С. Природно-очаговые инфекции, передающиеся иксодовыми клещами / под ред. А.Л. Гинцбурга, В.Н. Злобина. – М.: ООО Комментарий, 2013. – 464 с.

³ Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 12.06.2021).

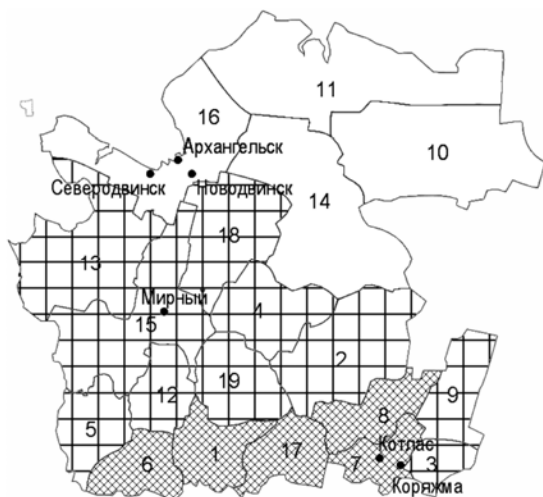


Рис. 1. Районы Архангельской области: 1 – Вельский, 2 – Верхнетоемский, 3 – Вилегодский, 4 – Виноградовский, 5 – Каргопольский, 6 – Коношский, 7 – Котласский, 8 – Красноборский, 9 – Ленский, 10 – Лешуконский, 11 – Мезенский, 12 – Няндомский, 13 – Онежский, 14 – Пинежский, 15 – Плесецкий, 16 – Приморский, 17 – Устьянский, 18 – Холмогорский, 19 – Шенкурский

существенных изменений за анализируемый период и составляла в 2019 г. 23 млн гектаров⁴.

На территории АО абсолютно доминирует *Ixodes persulcatus* (более 99%), который является основным источником заражения людей вирусом клещевого энцефалита [4].

Результаты и их обсуждение. Территориально-временное распределение жителей области, пострадавших от клещей. Всего за анализируемый период зарегистрировано 122 470 пострадавших от клещей жителей АО. Количество случаев присасывания клещей постоянно увеличивалось. Так, в 1980–1989 гг. оно составляло 2840, в 1990–1999 гг. – 15 030, в 2000–2009 гг. – 39 820, в 2010–2019 гг. – 64 780. Средние за декаду значения ППК – ППК¹⁰ за период с 2010 по 2019 г., по сравнению с 1980–1989 гг., выросли в 22,8 раза. В целом за 40-летний период уровни «покусанности» между районами южной и центральной зон (540,9 и 356,5 на 100 тысяч населения соответственно) не имели статистически значимых различий ($p = 0,159$). Средний уровень «покусанности» в районах северной зоны за 1980–2019 гг. составил 25,1 на 100 тысяч населения и был статистически значимо ниже по сравнению с данными, относящимися к районам центральной и южной зон ($p < 0,001$).

В 1980–1989 гг. пострадавшие от нападения клещей жители проживали, как правило, в южной

зоне АО. Наиболее часто присасыванию клещей подвергались жители Вельского и Котласского районов, находящихся в южной зоне, Красноборского и Няндомского районов, находящихся в центральной зоне. В остальных административных территориях центрального района регистрировались лишь единичные случаи нападения клещей. В северной зоне в этот период присасывания клещей не отмечалось. Динамика количества пострадавших от клещей жителей АО и их территориальное распределение представлены в табл. 1 и на рис. 2.

За анализируемый период на большинстве территорий АО наблюдался их выраженный рост. В IV декаду наблюдений жители почти всей области, включая северные районы, подвергались нападению этих кровососущих членистоногих. Лишь в двух районах: Лешуконском и Мезенском регистрировались единичные обращения жителей за медицинской помощью по поводу присасывания клещей. На остальных северных территориях количество пострадавших увеличилось более заметно. Например, в Пинежском районе до 1999 г. случаев нападения клещей не было зарегистрировано, в 2000–2009 гг. ППК¹⁰ равнялось 6, а в 2010–2019 гг. – уже 25. Сравнительно высокие показатели ППК¹⁰ в северных городах – Архангельске и Северодвинске, вероятно, в значительной степени обусловлены широкой миграцией жителей этих городов в другие районы АО и даже за пределы области. Однако и среди жителей Приморского района, в пределах которого расположены эти города, регистрируется заметный рост ППК¹⁰.

Заболеваемость клещевым вирусным энцефалитом. За анализируемый 40-летний период в АО было зарегистрировано 1582 случая заболевания КВЭ. За всю первую декаду эта инфекция была диагностирована лишь у 14 больных. Значительный подъем заболеваемости наблюдался с 1990 по 2013 г. Максимальные показатели заболеваемости были зарегистрированы в 2009 и в 2013 гг. и составили 9,9 и 8,7 больных на 100 тысяч жителей соответственно. Затем количество больных стало существенно снижаться. И в 2020 г. этот показатель равнялся 24 или 2,2 на 100 тысяч жителей. Напротив, количество пострадавших от клещей в этот период продолжало увеличиваться (рис. 3).

Пространственная характеристика уровней заболеваемости КВЭ показала, что в районах южной зоны среднемноголетняя частота заболеваемости была наибольшей (7,9 на 100 тысяч населения) по сравнению с районами центральной (3,0 на 100 тысяч населения; $p < 0,001$) и северной (0,7 на 100 тысяч населения; $p < 0,001$) зон.

⁴ О состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019 году: государственный (национальный) доклад [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. – М., 2020. – URL: <https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-upr/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%20%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%B4%D0%B8%D1%81%D0%BA%D0%B0%2011.12.pdf> (дата обращения: 12.06.2021).

Таблица 1

Распределение жителей АО, пострадавших от клещей, по декадам и административным территориям за 1980–2019 гг. (ППК¹⁰)

Территория	Зона	Декада			
		I (1980–1989)	II (1990–1999)	III (2000–2009)	IV (2010–2019)
Вельский район	Южная	46	244	653	942
Верхнеотомский район	Южная	16	7	159	234
Вилегодский район	Южная	2	6	60	168
Виноградовский район	Центральная	3	40	162	285
Каргопольский район	Центральная	22	59	135	304
Коношский район	Южная	17	76	304	417
Котласский район	Южная	41	327	296	296
Красноборский район	Центральная	45	163	264	338
Ленский район	Центральная	2	6	64	125
Лешуконский район	Северная	0	0	1	3
Мезенский район	Северная	0	0	0	1
Няндомский район	Центральная	16	38	218	414
Онежский район	Центральная	3	12	99	242
Пинежский район	Северная	0	0	6	25
Плесецкий район	Центральная	4	20	139	274
Приморский район	Северная	0	0	3	13
Устьянский район	Южная	7	14	263	488
Холмогорский район	Центральная	1	10	78	171
Шенкурский район	Центральная	5	11	174	316
г. Архангельск	Северная	0	11	83	271
г. Котлас	Южная	41	276	464	539
г. Новодвинск	Северная	0	0	12	32
г. Северодвинск	Северная	0	8	58	204
г. Мирный	Центральная	1	8	10	51
г. Коряжма	Южная	12	125	280	331
Архангельская область		284	1503	3982	6478

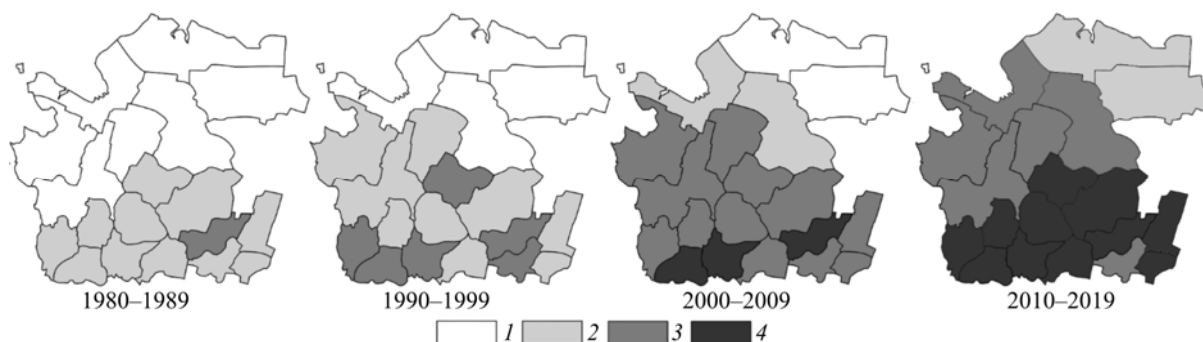


Рис. 2. Территориальное распределение жителей АО, пострадавших от клещей в период 1980–2019 гг., на 100 тысяч жителей: 1) <math>1 < 10</math>; 2) $10-100$; 3) $100-1000$; 4) > 1000



Рис. 3. Динамика показателей заболеваемости КЭ и «покусанности» в Архангельской области (ППК)

Среднее количество больных КВЭ в 2000–2009 гг. выросло по сравнению с 1980–1989 гг. почти в 50 раз (табл. 2).

При этом, если в первой декаде наблюдения КВЭ регистрировался лишь на семи административных территориях АО (в Вельском, Каргопольском, Коношском, Котласском районах, расположенных в южной зоне области, Красноборском районе – в центральной зоне, и городах Архангельске и Северодвинске – в северной зоне), то в четвертой декаде эта инфекция выявлялась по всей территории области, за исключением двух северных районов – Лешуконского и Мезенского (рис. 4).

В первой декаде различия в уровнях заболеваемости КВЭ между зонами Архангельской области не установлены. Во второй декаде относительный

Таблица 2

Распределение больных КВЭ по административным территориям и декадам (среднее количество)

Территория	Зона	Декада			
		I (1980–1989)	II (1990–1999)	III (2000–2009)	IV (2010–2019)
Вельский район	Южная	0,10	2,40	20,50	13,50
Верхнетоемский район	Южная	0,00	0,00	1,90	3,40
Вилегодский район	Южная	0,00	0,40	0,00	0,20
Виноградовский район	Центральная	0,00	0,00	0,00	1,30
Каргопольский район	Центральная	0,20	0,10	2,89	2,10
Коношский район	Южная	0,10	1,10	7,11	5,50
Котласский район	Южная	0,30	4,50	4,80	2,00
Красноборский район	Центральная	0,40	1,40	3,10	2,50
Ленский район	Центральная	0,00	0,00	0,70	0,60
Лешуконский район	Северная	0,00	0,00	0,00	0,00
Мезенский район	Северная	0,00	0,00	0,00	0,00
Няндомский район	Центральная	0,00	0,30	1,80	4,10
Онежский район	Центральная	0,00	0,30	0,70	0,50
Пинежский район	Северная	0,00	0,00	0,10	0,10
Плесецкий район	Центральная	0,00	0,00	1,00	0,90
Приморский район	Северная	0,00	0,00	0,20	0,10
Устьянский район	Южная	0,00	0,00	2,40	3,30
Холмогорский район	Центральная	0,00	0,20	0,30	0,30
Шенкурский район	Центральная	0,00	0,00	4,80	6,50
г. Архангельск	Северная	0,10	1,00	3,80	6,60
г. Котлас	Южная	0,00	4,10	7,50	4,40
г. Новодвинск	Северная	0,00	0,00	0,50	0,30
г. Северодвинск	Северная	0,20	0,30	1,40	4,30
г. Мирный	Центральная	0,00	0,00	0,00	0,10
г. Коряжма	Центральная	0,00	4,60	5,20	3,80
Архангельская область		1,40	20,70	69,70	66,40

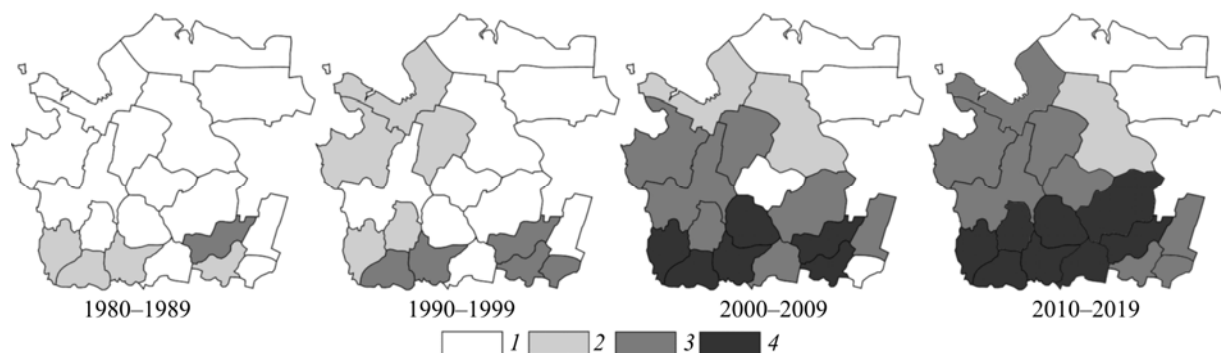


Рис. 4. Показатели заболеваемости КВЭ в АО, случаев на 100 тысяч населения: 1) 0,0–0,09; 2) 0,1–0,9; 3) 1,0–4,9; 4) > 5,0

Таблица 3

Относительный риск заболеваемости КВЭ по зонам Архангельской области

Декада	Показатель	Зоны		
		Северная	Южная	Центральная
1980–1989	ОР	контрольная	2,1	2,2
	95 % ДИ		0,1–34,0	0,1–35,9
1990–1999	ОР	контрольная	38,8	4,6
	95 % ДИ		5,2–292,0	0,42–51,4
2000–2009	ОР	контрольная	18,5	6,1
	95 % ДИ		7,9–43,1	2,4–15,6
2010–2019	ОР	контрольная	6,9	4,6
	95 % ДИ		3,5–13,6	2,2–9,7

риск заболеваемости КВЭ в южной зоне был максимальным и составил 38,8 по сравнению с северной зоной, в центральной зоне уровень заболеваемости статистически значимо не отличался от такового в северной зоне (табл. 3).

Высокие значения относительного риска наблюдались в третьей декаде в районах южной и центральной зон (18,5 и 6,1 соответственно) по сравнению с северной зоной. Снижение значений относительного риска заболеваемости КВЭ установлено в четвертую декаду наблюдения как для районов южной зоны (ОР = 6,9), так и для районов центральной зоны (ОР = 4,6), что свидетельствует о распространении КВЭ в районах северной зоны.

Современные виды клещей, включая *Ixodes persulcatus* Sch. 1930, вероятно, появились уже в конце плейстоцена – начале голоцена [5]. В результате столь длительной эволюции иксодовые клещи приспособились к обитанию на разнообразных территориях и паразитированию практически на всех отрядах наземных млекопитающих, на многих видах птиц и рептилиях. Главными прокормителями для них обычно оказываются наиболее массовые виды млекопитающих или птиц в данной экосистеме⁵.

В последние десятилетия произошли существенные изменения биотических компонентов ландшафтов на европейском севере России, например, зарегистрировано перемещение лесных зон с юга на север. Изменение растительности в значительной степени сказывается на характере животного мира, который в северных широтах динамично реагирует на изменения климатических условий. Дикие млекопитающие мигрируют на северные территории. Грызуны и насекомоядные служат питанием для личинок и нимф клещей, заражая их вирусом клещевого энцефалита. Крупные млекопитающие, подвергшиеся нападению этих кровососущих членистоногих, существенно влияют на инфицированность популяции переносчиков, повышая вирусозоносность напивавшихся кровью самок и эффективность трансвариальной передачи патогена. В таежных ландшафтах на западе Русской равнины за последнюю четверть XX в. было зарегистрировано 12 видов птиц, ранее не встречавшихся на этих территориях [6]. Мигрирующие птицы при нападении на них иксодовых клещей могут переносить вирус клещевого энцефалита на новые территории [7, 8].

За анализируемый период в АО зарегистрирован значительный рост ППК не только в южной зоне, где сравнительно редкое нападение клещей регистрировалось в 80-е гг. прошлого века, но и в северной зоне, жители которой не отмечали присасывания этих кровососущих членистоногих. Значительный подъём ППК в определённой степени можно объяснить более частым обращением за медицинской помощью в связи с возросшей осведомлённостью населения об опасных последствиях нападения клещей.

Вместе с тем данные о регистрации присасывания клещей и случаев КВЭ на новых территориях АО, где ранее эта инфекция не регистрировалась, свидетельствуют о распространении заражённых вирусом клещей на Север. Ранее северная граница обитания иксодовых клещей проходила значительно

южнее, в западной части АО, примерно по 62-й параллели, а в восточной доходила до широты населённых пунктов Шангалы и Кизема [9]. За сорокалетний период наблюдения миграция клещей из южных районов АО на север составила, по нашему мнению, не менее чем 200 км. В 2019 г. в перечень эндемичных районов Архангельской области дополнительно включены два района: Пинежский и Приморский⁶. Аналогичные процессы наблюдаются на соседних с АО территориях, например в Республиках Коми [10] и Карелии [11]. Основной причиной миграции иксодовых клещей явилось существенное повышение как среднегодовых температур, так и суммы «эффективных» температур, определяющих удовлетворительные условия обитания *Ixodes persulcatus* и удлинение периода их активности [12]. Социально-экономические факторы могут способствовать повышению «покусанности» населения иксодовыми клещами [10].

Экспансия клещей на новые территории и, как следствие этого, выявление КВЭ на ранее свободных от этой инфекции местностях описаны во многих странах, где, как правило, доминирует *I. ricinus* [13–16]. Существенное отличие настоящего исследования от цитированных в данном обзоре работ заключается в том, что оно проведено в регионе, где абсолютно доминирует *I. persulcatus*. Этот вид иксодовых клещей значительно отличается по биологическим свойствам от *I. ricinus*, например, он обладает большей хладостойкостью, поэтому ареал его обитания может достигать более северных территорий. Более того, в целом инфицированность *I. persulcatus* вирусом клещевого энцефалита обычно значительно выше, чем *I. ricinus* [17]⁷.

Несмотря на некоторое снижение заболеваемости КВЭ в АО, инфекции, передающиеся иксодовыми клещами, не теряют своей актуальности. Во-первых, значительная доля вируса клещевого энцефалита (35 %) в клещах, собранных в соседней с АО Республикой Коми, относится к дальневосточному генотипу, вызывающему высокую летальность [18]. Во-вторых, в АО *I. persulcatus* заражены не только вирусом клещевого энцефалита, но и другими патогенами, против которых в настоящее время не разработаны специфические средства профилактики⁸. В-третьих, значительная часть коренного населения, ранее не подвергавшаяся нападению клещей, может быть более уязвима к клещевым инфекциям, чем жители южных районов АО [19].

⁵ Балашов Ю.С. Паразитизм клещей и насекомых на наземных позвоночных. – СПб.: Наука, 2009. – 357 с.

⁶ О перечне эндемичных территорий по клещевому вирусному энцефалиту в 2019 году: Письмо Роспотребнадзора от 31.01.2020 № 02/1305-2020-32 [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: <https://www.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/365/o-perechne-endemichnykh-terr.-po-kve-v-2019-g.-31.01.2020.pdf> (дата обращения: 15.06.2021).

⁷ Балашов Ю.С. Иксодовые клещи – паразиты и переносчики инфекции. – СПб.: Наука, 1998. – 287 с.

⁸ Об итогах сезона активности клещей в 2021 году [Электронный ресурс] // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: http://29.rosпотребнадзор.ru/c/journal/view_article_content?groupId=10156&articleId=902166&version=1.0 (дата обращения: 13.06.2021).

Анализ динамики изменения ППК¹⁰ показывает медленный рост в период 1980–1990 гг., затем наблюдается экспоненциальный рост, приходящийся на период 1990–2010 гг. Такой же бурный рост наблюдался в соседнем регионе – Республике Коми. В период 2010–2020 гг. в Республике Коми фиксируется период стабилизации или насыщения, при котором число пострадавших мало изменяется во времени. Характер такого распределения, возможно, определяется температурой атмосферного воздуха – основным абиотическим фактором влияния на экологию *I. persulcatus* [10].

Выраженное снижение заболеваемости КВЭ в АО, регистрируемое в последние годы на фоне роста ППК, в значительной степени обусловлено увеличением объемов специфической профилактики в отношении этой инфекции. Так, количество вакцинированных жителей АО с 2005 по 2015 г. увеличилось в 3,6 раза – с 6699 до 23 939 человек, и почти 30 % пострадавшим от присасывания клещей в 2015 г. была проведена экстренная серопротекция иммуноглобулином [4]. Другой причиной снижения заболеваемости КВЭ может быть рост естественной иммунизации населения. С 1980 по 2020 г. число пострадавших от нападения клещей составило более 127 тысяч человек, что составляет 12 % современного населения области. Серопревалентность в отношении вируса клещевого энцефалита среди жителей южных районов АО составляет более 20 % [4].

Выявленная миграция иксодовых клещей и рост заболеваемости КВЭ на северных территориях Архангельской области могут быть характерны и для других регионов, имеющих аналогичные природно-климатические условия. Однако следует учесть, что при выяснении факторов, влияющих на заболеваемость КВЭ, необходимо принимать во внимание снижение количества случаев КВЭ в России в целом. По нашему мнению, можно предположить, что на показатели заболеваемости влияют и пока недостаточно полно изученные биоценологические закономерности, обуславливающие

циклические изменения лоймопотенциала природных очагов.

Выводы. Таким образом, многолетний анализ динамики ППК и заболеваемости КВЭ населения АО свидетельствует о продолжающейся экспансии *I. persulcatus* в северные районы АО, которая обусловила заболевания КВЭ на ранее свободных от этой инфекции местностях. В период с 1980 по 2014 г. количество лиц, пострадавших от присасывания клещей, постоянно увеличивалось; синхронно росла заболеваемость КВЭ. В последние годы наблюдается существенное падение заболеваемости КВЭ и стабилизация показателей «покусанности» клещами. Распространение клещей на северные территории обосновывает необходимость их исследования на инфицированность не только в отношении вируса клещевого энцефалита, но и других «клещевых» патогенов, а также изучение серопревалентности населения этих районов в отношении «клещевых» возбудителей с целью повышения эффективности профилактических мероприятий.

Выполненное исследование показывает, что риск заражения КВЭ в северных районах Архангельской области, связанный с миграцией иксодовых клещей, растет. Кроме того, население северных неэндемичных территорий, ранее не встречавшееся с клещевыми инфекциями и не подлежащее иммунизации против КВЭ, является группой повышенного риска заболевания в случае экспозиции клещей. На основании проведенного анализа необходимо принятие управленческих решений по организации на ранее свободных от иксодовых клещей территориях эпидемиологического и эпизоотологического мониторинга и мероприятий по специфической и неспецифической профилактике КВЭ и других инфекций, передающихся иксодовыми клещами.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. A clear and present danger: tick-borne diseases in Europe / P. Heyman, C. Cochez, A. Hofhuis, J. van der Giessen, H. Sprong, S.R. Porter, B. Losson, C. Saegerman [et al.] // *Expert Rev. Anti Infect. Ther.* – 2010. – Vol. 8, № 1. – P. 33–50. DOI: 10.1586/eri.09.118
2. Старые и новые клещевые инфекции в России / В.В. Проворова, Е.И. Краснова, Н.И. Хохлова, М.А. Савельева, Е.С. Филимонова, В.Г. Кузнецова // *Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение.* – 2019. – Т. 8, № 2 (29). – С. 102–112. DOI: 10.24411/2305-3496-2019-12013
3. Заболеваемость клещевым вирусным энцефалитом в субъектах Российской Федерации. Сообщение 1: Эпидемиологическая ситуация по клещевому вирусному энцефалиту в 2018 г. и прогноз на 2019 г. / А.К. Носков, Е.И. Андаев, А.Я. Никитин, Н.Д. Пакскина, Е.В. Яценко, Е.В. Веригина, М.И. Толмачёва, С.В. Балахонов // *Проблемы особо опасных инфекций.* – 2019. – № 1. – С. 74–80. DOI: 10.21055/0370-1069-2019-1-74-80
4. Эпидемиологические особенности распространения клещевого вирусного энцефалита в Архангельской области / О.В. Соколова, Р.В. Бузинов, О.Н. Попова, М.М. Пасынкова, А.Б. Гудков, В.П. Чашин // *Экология человека.* – 2017. – № 4. – С. 12–19. DOI: 10.33396/1728-0869-2017-4-12-19
5. Коренберг Э.И., Сироткин М.Б., Ковалевский Ю.В. Адаптивные черты биологии близких видов иксодовых клещей, определяющие их распространение (на примере таежного *Ixodes persulcatus* Sch. 1930 и европейского лесного *Ixodes ricinus* L. 1758) // *Успехи современной биологии.* – 2021. – Т. 141, № 3. – С. 271–286. DOI: 10.31857/S0042132421030078
6. Шварцман Ю.Г., Болотов И.Н. Пространственно-временная неоднородность таежного биота в области плейстоценовых материковых оледенений. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2008. – 263 с.
7. Hasle G. Transport of ixodid ticks and tick-borne pathogens by migratory birds // *Front. Cell. Infect. Microbiol.* – 2013. – Vol. 3. – P. 48. DOI: 10.3389/fcimb.2013.00048
8. Arthropods and associated arthropod-borne diseases transmitted by migrated birds. The case of ticks and tick-borne pathogens / O. Sparagano, D. George, A. Giangaspero, E. Spitalaska // *Vet. Parasitol.* – 2015. – Vol. 213, № 1–2. – P. 61–66. DOI: 10.1016/j.vetpar.2015.08.028
9. Распространение таежного клеща в СССР / Э.И. Коренберг, В.И. Жуков, А.В. Шаткаускас, Л.К. Бушуева // *Зоологический журнал.* – 1969. – Т. 48, № 7. – С. 1003–1013.
10. Study of the Relationship between the Average Annual Temperature of Atmospheric Air and the Number of Tick-Bitten Humans in the North of European Russia / A. Tronin, N. Tokarevich, O. Blinova, B. Gnativ, R. Buzinov, O. Sokolova, B. Evengard, T. Pahomova [et al.] // *Int. J. Environ. Res. Public Health.* – 2020. – Vol. 17, № 21. – P. 8006. DOI: 10.3390/ijerph17218006

11. Субботина Н.С., Доршакова Н.В., Петрова А.В. Эпидемиологическая характеристика клещевого энцефалита в Северо-Западном регионе России // Экология человека. – 2007. – № 7. – С. 15–19.
12. Социально-экономические и поведенческие факторы риска нарушений здоровья среди коренного населения Крайнего Севера / В.П. Чашин, А.А. Ковшов, А.Б. Гудков, Б.А. Моргунов // Экология человека. – 2016. – № 6. – С. 3–8. DOI: 10.33396/1728-0869-2016-6-3-8
13. Emerging tick-borne diseases / S. Madison-Antenucci, L.D. Kramer, L.L. Gebhardt, E. Kauffman // Clin. Microbiol. Rev. – 2020. – Vol. 33, № 2. – P. e00083-18. DOI: 10.1128/CMR.00083-18
14. Why is tick-borne encephalitis increasing? A review of the key factors causing the increasing incidence of human TBE in Sweden / T.G. Jaenson, M. Hjertqvist, T. Bergström, A. Lundkvist // Parasit. Vectors. – 2012. – Vol. 5. – P. 184. DOI: 10.1186/1756-3305-5-184
15. Tick-borne encephalitis virus, Norway and Denmark / T. Skarpaas, I. Golovljova, S. Vene, U. Ljostad, H. Sjursen, A. Plyusnin, A. Lundkvist // Emerg. Infect. Dis. – 2006. – Vol. 12, № 7. – P. 1136–1138. DOI: 10.3201/eid1207.051567
16. Suss J. TBE – a short overview on epidemiological status in Europe // ISW-TBE. – Vienna, February 2–3, 2012.
17. Suss J. Tick-borne encephalitis 2010: epidemiology risk areas and virus strains in Europe and Asia – an overview // Ticks Tick Borne Dis. – 2011. – Vol. 2, № 1. – P. 2–15. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2010.10.007
18. Генотипирование возбудителей клещевого энцефалита и лихорадки Кемерово в таежных клещах, собранных в Республике Коми / М.Ю. Карташов, Т.П. Микрюкова, Е.И. Кривошеина, А.И. Кузнецов, Л.И. Глушкова, И.В. Корабельников, Ю.И. Егорова, В.А. Терновой, В.Б. Локтев // Инфекция и иммунитет. – 2020. – Т. 10, № 1. – С. 159–166. DOI: 10.15789/2220-7619-GOT-1147
19. Hedlund C., Blomstedt Y., Schumann B. Association of climatic factors with infectious diseases in the Arctic and subarctic region – a systematic review // Glob. Health Action. – 2014. – Vol. 7. – P. 24161. DOI: 10.3402/gha.v7.24161

Анализ риска заболеваемости клещевым вирусным энцефалитом в районах с разными климатогеографическими условиями / Н.К. Токаревич, А.А. Тронин, Р.В. Бузинов, О.В. Соколова, Т.Н. Унгурияну // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 4. – С. 127–135. DOI: 10.21668/health.risk/2021.4.14

UDC 616.988.25

DOI: 10.21668/health.risk/2021.4.14.eng



Research article

ANALYZING RISKS OF INCIDENCE OF TICK-BORNE ENCEPHALITIS IN AREAS WITH DIFFERENT CLIMATIC AND GEOGRAPHICAL CONDITIONS

N.K. Tokarevich^{1,2}, A.A. Tronin³, R.V. Buzinov^{4,5}, O.V. Sokolova^{5,6}, T.N. Unguryanu^{5,6}

¹Pasteur's Saint-Petersburg Institute, 14 Mira Str., St. Petersburg, 197101, Russian Federation

²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 41 Kirochnaya Str., St. Petersburg, 191015, Russian Federation

³Scientific Research Centre for Ecological Safety of the Russian Academy of Sciences, 18 Korpusnaya Str., St. Petersburg, 197110, Russian Federation

⁴North-Western Public Health Research Center, 4 2 Sovetskaya Str., St. Petersburg, 191036, Russian Federation

⁵Northern State Medical University, 51 Troitskii Ave., Arkhangelsk, 163000, Russian Federation

⁶Arkhangelsk Region Department of the Federal Service for Surveillance over Customers Rights Protection and Human Well-Being, 24 Gaidara Str., Arkhangelsk, 163000, Russian Federation

Ticks are natural reservoirs and vectors of a virus that is an infectious agent of tick-borne encephalitis, a communicable disease with great medical and social significance. Tick-borne encephalitis (TBE) is widely spread in Arkhangelsk region (AR) located in the Arctic zone in Russia where substantial climatic changes are taking place at the moment.

© Tokarevich N.K., Tronin A.A., Buzinov R.V., Sokolova O.V., Unguryanu T.N., 2021

Nikolay K. Tokarevich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Zoonooses; Professor at the Department of Epidemiology (e-mail: zoonoses@mail.ru; tel.: +7 (812) 232-21-36; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6433-3486>).

Andrei A. Tronin – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Director (e-mail: a.a.tronin@ecosafety-spb.ru; tel.: +7 (812) 499-64-54; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7852-8396>).

Roman V. Buzinov – Doctor of Medical Sciences, Associate professor, Deputy director for development; Professor at the Department for Hygiene and Medical Ecology (e-mail: r.buzinov@s-znc.ru; tel.: +7 (812) 717-97-83; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8624-6452>).

Olga V. Sokolova – Deputy Head of the Epidemiological Surveillance Department; Assistant at the Department for Hygiene and Medical Ecology (e-mail: sokolovaov@29.rospotrebnadzor.ru; tel.: +7 (812) 20-06-56; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1385-5975>).

Tatiana N. Unguryanu – Doctor of Medical Sciences, Associate professor, Chief Expert at the Activity Organization Department; Professor at the Department for Hygiene and Medical Ecology (e-mail: unguryanu_tn@mail.ru; tel.: +7 (812) 21-04-61; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8936-7324>).

Our research involved examining spatial and temporal distribution of numbers of people bitten by ticks, a number of people bitten by ticks per 100 thousand, a number of TBE cases and TBE incidence in districts and settlements in AR. We calculated relative risks of TBE incidence among people bitten by ticks in AR from 1980 to 2019.

We analyzed dynamics of indicators showing numbers of people bitten by ticks per 100 thousand and TBE incidence among people living in Arkhangelsk region. The analysis revealed that a number of bitten people grew slowly in 1980–1990, then there was an exponential growth in 1990–2010, and then the trend stabilized in 2010–2019. Dynamics of TBE incidence was completely in line with changes in number of bitten people up to 2014 but there was a substantial drop in TBE incidence after that.

Spatial distribution of numbers of bitten people and TBE incidence revealed that average number of bitten people amounted to 25.1 per 100 thousand in the northern districts in 1980–2019 and was statistically significantly lower than in the central and southern districts ($p < 0.001$). Average long-term incidence was the highest (7.9 per 100 thousand) in the southern districts in comparison with the central (3.0 per 100 thousand; $p < 0.001$) and northern ones (0.7 per 100 thousand; $p < 0.001$). Maximum relative risks of TBE incidence was detected in the southern districts in 1990–1999 (38.8) in comparison with the northern ones.

We made an assumption about probable reasons for declining TBE incidence in Arkhangelsk region detected over the last years given the growing numbers of bitten people.

Key words: ticks, tick-borne encephalitis, relative risk, Arkhangelsk region.

References

- Heyman P., Cochez C., Hofhuis A., van der Giessen J., Sprong H., Porter S.R., Losson B., Saegerman C. [et al.]. A clear and present danger: tick-borne diseases in Europe. *Expert Rev. Anti Infect. Ther.*, 2010, vol. 8, no. 1, pp. 33–50. DOI: 10.1586/eri.09.118
- Provorova V.V., Krasnova E.I., Khokhlova N.I., Savel'eva M.A., Filimonova E.S., Kuznetsova V.G. Old and new tick-borne infections in Russia. *Infektsionnye bolezni: novosti, mneniya, obucheniye*, 2019, vol. 8, no. 2 (29), pp. 102–112. DOI: 10.24411/2305-3496-2019-12013 (in Russian).
- Noskov A.K., Andaev E.I., Nikitin A.Ya., Paksina N.D., Yatsmenko E.V., Verigina E.V., Tolmacheva M.I., Balakhonov S.V. Tick-Borne Viral Encephalitis Morbidity Rates in the Constituent Entities of the Russian Federation. Communication 1: Epidemiological Situation on Tick-Borne Viral Encephalitis in 2018 and Forecast for 2019. *Problemy osobno opasnykh infektsii*, 2019, no. 1, pp. 74–80. DOI: 10.21055/0370-1069-2019-1-74-8 (in Russian).
- Sokolova O.V., Buzinov R.V., Popova O.N., Pasyukova M.M., Gudkov A.B., Chashchin V.P. Epidemiological Character of Tick-Borne Viral Encephalitis Extension in the Arkhangelsk Region. *Ekologiya cheloveka*, 2017, no. 4, pp. 12–19. DOI: 10.33396/1728-0869-2017-4-12-19 (in Russian).
- Korenberg E.I., Sirotkin M.B., Kovalevskii Yu.V. Adaptive Features of the Biology of Similar Species of Ixodes Ticks that Determine their Distribution (on the Example of the Taiga – *Ixodes persulcatus* Sch. 1930 and European Forest – *Ixodes ricinus* L. 1758). *Uspekhi sovremennoi biologii*, 2021, vol. 141, no. 3, pp. 271–286. DOI: 10.31857/S0042132421030078 (in Russian).
- Shvartsman Yu.G., Bolotov I.N. Prostranstvenno-vremennaya neodnorodnost' taezhnogo bioma v oblasti pleistotsenovykh materikovykh oledeneni [Spatial and temporal heterogeneity of taiga biome in the area of Pleistocene continental glaciation]. Ekaterinburg, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 2008, 263 p. (in Russian).
- Hasle G. Transport of ixodid ticks and tick-borne pathogens by migratory birds. *Front. Cell. Infect. Microbiol.*, 2013, vol. 3, pp. 48. DOI: 10.3389/fcimb.2013.00048
- Sparagano O., George D., Giangaspero A., Spitaliska E. Arthropods and associated arthropod-borne diseases transmitted by migrated birds. The case of ticks and tick-borne pathogens. *Vet. Parasitol.*, 2015, vol. 213, no. 1–2, pp. 61–66. DOI: 10.1016/j.vetpar.2015.08.028
- Korenberg E.I., Zhukov V.I., Shatkauskas A.V., Bushueva L.K. The distribution of *Ixodes persulcatus* in the USSR. *Zoology*, 1969, vol. 48, no. 7, pp. 1003–1014. Available at: <http://www.researchgate.net/publication/263926549> (in Russian).
- Tronin A., Tokarevich N., Blinova O., Gnativ B., Buzinov R., Sokolova O., Evengard B., Pahomova T. [et al.]. Study of the Relationship between the Average Annual Temperature of Atmospheric Air and the Number of Tick-Bitten Humans in the North of European Russia. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2020, vol. 17, no. 21, pp. 8006. DOI: 10.3390/ijerph17218006
- Subbotina N.S., Dorshakova N.S., Petrova A.V. Epidemiological characteristic of tick-borne encephalitis in North-West region of Russia. *Ekologiya cheloveka*, 2007, no. 7, pp. 15–19 (in Russian).
- Chashchin V.P., Kovshov A.A., Gudkov A.B., Morgunov B.A. Socioeconomic and behavioral risk factors of disabilities among the indigenous population in the far north. *Ekologiya cheloveka*, 2016, no. 6, pp. 3–8. DOI: 10.33396/1728-0869-2016-6-3-8 (in Russian).
- Madison-Antenucci S., Kramer L.D., Gebhardt L.L., Kauffman E. Emerging tick-borne diseases. *Clin. Microbiol. Rev.*, 2020, vol. 33, no. 2, pp. e00083–18. DOI: 10.1128/CMR.00083-18
- Jaenson T.G., Hjertqvist M., Bergstrom T., Lundkvist A. Why is tick-borne encephalitis increasing? A review of the key factors causing the increasing incidence of human TBE in Sweden. *Parasit. Vectors*, 2012, vol. 5, pp. 184. DOI: 10.1186/1756-3305-5-184
- Skarpaas T., Golovljova I., Vene S., Ljostad U., Sjurson H., Plyusnin A., Lundkvist A. Tick-borne encephalitis virus, Norway and Denmark. *Emerg. Infect. Dis.*, 2006, vol. 12, no. 7, pp. 1136–1138. DOI: 10.3201/eid1207.051567
- Suss J. TBE – a short overview on epidemiological status in Europe. *ISW-TBE*, Vienna, February 2–3, 2012.
- Suss J. Tick-borne encephalitis 2010: Epidemiology risk areas and virus strains in Europe and Asia – An overview. *Ticks Tick Borne Dis.*, 2011, vol. 2, no. 1, pp. 2–15. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2010.10.007
- Kartashov M.Yu., Mikryukova T.P., Krivosheina E.I., Kuznetsov A.I., Glushkova L.I., Korabel'nikov I.V., Egorova Yu.I., Ternovoi V.A., Loktev V.B. Genotyping of tick-borne encephalitis and Kemerovo viruses in taiga ticks collected in the Komi Republic. *Infektsiya i immunitet*, 2020, vol. 10, no. 1, pp. 159–166. DOI: 10.15789/2220-7619-GOT-1147
- Hedlund C., Blomstedt Y., Schumann B. Association of climatic factors with infectious diseases in the Arctic and subarctic region – a systematic review. *Glob. Health Action*, 2014, vol. 7, pp. 24161. DOI: 10.3402/gha.v7.24161

Tokarevich N.K., Tronin A.A., Buzinov R.V., Sokolova O.V., Unguryanu T.N. Analyzing risks of incidence of tick-borne encephalitis in areas with different climatic and geographical conditions. *Health Risk Analysis*, 2021, no. 4, pp. 127–135. DOI: 10.21668/health.risk/2021.4.14.eng

Получена: 19.11.2021

Принята: 29.11.2021

Опубликована: 30.12.2021