

DOI: 10.21055/0370-1069-2025-2-6-16

УДК 616.98:578.824.11(571.56)

А.Д. Ботвинкин¹, И.Д. Зарва¹, А.В. Мельников¹, А.А. Никитина², В.Ф. Чернявский³

Бешенство в Якутии: прошлое, настоящее и ближайшие перспективы

¹ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Иркутск, Российская Федерация; ²Управление ветеринарии Республики Саха (Якутия), Якутск, Российская Федерация; ³ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Саха (Якутия)», Якутск, Российская Федерация

Обзор предметного поля подготовлен по результатам изучения арктического бешенства в тундрах и таежных лесах на северо-востоке России с 1855 по 2024 г. **Цель** исследования – проследить эволюцию научных знаний о бешенстве в Якутии, выделить наиболее значимые результаты и перспективные направления исследований на основе обзора данных, накопленных за весь период наблюдений. Прослежена смена парадигм и приоритетов на различных этапах изучения. Пространственно-временной анализ распространения бешенства проведен в сравнении по двум периодам – с начала XXI в. и за предшествующие годы. Картографирование выполнено на основе электронной карты Natural Earth в программе QGIS 3.2.1. Статистический анализ динамики заболеваемости бешенством по годам выполнен в Rstudio. Опубликованные данные о бешенстве различных видов животных суммированы в таблице по периодам с разными возможностями диагностики. Единичные случаи бешенства у человека в Якутии (n=6) выявлены в 1926 г. и 1974–1975 гг. Ранние сообщения о высокой зараженности леммингов и обнаружении классического вируса бешенства в Якутии подвергнуты критическому анализу с позиций современных знаний. Все депонированные нуклеотидные последовательности генов вируса бешенства из Якутии (n=28) принадлежали к генетической линии Arctic. Обоснована актуальность геномного эпидемиологического надзора при расследовании вспышек в центральных и южных районах Якутии. Представленные в обзоре данные предлагается использовать для планирования научных исследований и прогнозирования эпизоотий бешенства в Арктике.

Ключевые слова: арктическое бешенство, северо-восток Азии, история изучения, обзор.

Корреспондирующий автор: Ботвинкин Александр Дмитриевич, e-mail: botvinkin_ismu@mail.ru.

Для цитирования: Ботвинкин А.Д., Зарва И.Д., Мельников А.В., Никитина А.А., Чернявский В.Ф. Бешенство в Якутии: прошлое, настоящее и ближайшие перспективы. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2025; 2:6–16. DOI: 10.21055/0370-1069-2025-2-6-16

Поступила 06.02.2025. Отправлена на доработку 03.03.2025. Принята к публикации 24.04.2025.

A.D. Botvinkin¹, I.D. Zarva¹, A.V. Mel'nikov¹, A.A. Nikitina², V.F. Chernyavsky³

Rabies in Yakutia: Past, Present and Near-Term Prospects

¹Irkutsk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Irkutsk, Russian Federation;

²Department of Veterinary Medicine in the Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russian Federation;

³Centre of Hygiene and Epidemiology in the Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russian Federation

Abstract. The review is based on the results of studying arctic rabies in the tundra and taiga forests of northeastern Russia between 1855 and 2024. **The aim** of the work was to trace the evolution of scientific knowledge on rabies in Yakutia, to identify the most significant results and prospective areas of research drawing on data accumulated over the observation period. The change of paradigms and priorities at different stages of the study is noted. The spatial-temporal analysis of the rabies spread was carried out through comparing two periods – from the early 21st century and for previous years. Mapping is based on the Natural Earth electronic map in the QGIS 3.2.1 program. Statistical analysis of the dynamics of rabies incidence by years is performed in Rstudio software. Published data on rabies in various animal species are summarized in the table by periods with different diagnostic capabilities. Sporadic human rabies cases in Yakutia (n=6) were identified in 1926 and 1974–1975. Early reports of high rabies incidence in lemmings and detection of the “classical” rabies virus in Yakutia are critically analyzed from the standpoint of modern knowledge. All deposited in GenBank nucleotide sequences of rabies virus genes from Yakutia (n=28) belonged to the arctic genetic line. The relevance of genomic epidemiological surveillance in investigating outbreaks in the central and southern regions of Yakutia is substantiated. The data presented in the review are proposed to be used for planning scientific research and forecasting rabies epizootics in the Arctic.

Key words: arctic rabies, northeast Asia, history of study, review.

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

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

Acknowledgments: The authors express their gratitude to Z.A. Betyunskaya, I.V. Kolodeznikov, and T.T. Gulyaev for providing unpublished data for 2012–2024.

Corresponding author: Aleksandr D. Botvinkin, e-mail: botvinkin_ismu@mail.ru.
Citation: Botvinkin A.D., Zarva I.D., Mel'nikov A.V., Nikitina A.A., Chernyavsky V.F. Rabies in Yakutia: Past, Present and Near-Term Prospects. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii* [Problems of Particularly Dangerous Infections]. 2025; 2:6–16. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2025-2-6-16
Received 06.02.2025. Revised 03.03.2025. Accepted 24.04.2025.

Botvinkin A.D., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1324-7374>
Zarva I.D., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4225-5998>
Mel'nikov A.V., ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1563-5400>

Nikitina A.A., ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8021-5796>
Chernyavsky V.F., ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8975-2733>

Арктическое бешенство (синонимы: дикование, тундровое бешенство) – характерная для Крайнего Севера зоонозная инфекция, распространенная в северных регионах России и Канады, на Аляске, в Норвегии и Гренландии. В настоящее время не вызывает сомнений, что возбудителем этой болезни является один из многочисленных генетических вариантов вируса бешенства (ВБ) – *Lyssavirus rabies*, но в XX в. мнения исследователей об этиологии болезни весьма различались [1–5]. В прошлом эпизоотии сопровождалась массовой гибелью ездовых собак и оказывали существенное влияние на пушной промысел и доходы коренного населения [6, 7]. Актуальность этой инфекции в современных условиях определяется повышением риска заражения в процессе хозяйственного освоения северных территорий, интенсификации трудовых миграций населения и необходимостью проведения профилактических мероприятий в полном объеме. В последние годы интерес к распространению бешенства и других зоонозных инфекций в Арктике возрос в связи с изучением последствий глобального потепления климата и других экологических проблем [8–10].

Республика Саха (Якутия) является крупнейшим по площади субъектом Российской Федерации и регионом в циркумполярной Арктике. Якутия выделяется среди других северных территорий по объему накопленного материала и числу научных публикаций по различным аспектам изучения арктического бешенства. Многие ранние работы опубликованы в изданиях, которые не индексировались в электронных базах данных и выпадают из поля зрения новых поколений исследователей. Так, например, в библиографический обзор по зоонозным инфекциям в Арктике, подготовленный по результатам компьютерного поиска публикаций за 1990–2018 гг., включено всего 7 статей по бешенству на английском и 4 на русском языках [11]. До настоящего времени в публикациях появляются некорректные и противоречивые сведения о бешенстве в Якутии; одна из причин этого – пробелы знаний об истории изучения вопроса.

При подготовке статьи использована методология «обзор предметного поля» (scoping review) [12]. **Цель** исследования – проследить эволюцию научных знаний о бешенстве в Якутии, выделить наиболее значимые результаты и перспективные направления исследований на основе обзора данных, накопленных за весь период наблюдений.

Для сбора опубликованных материалов использовали поисковые системы eLibrary, Google Scholar, PubMed. Поиск проведен по ключевым словам «бешенство Якутия», «дикование Якутия», rabies Yakutia,

arctic rabies. Основная часть работ, опубликованных до 1980 г., выбрана из библиографического указателя [13]. Ручной поиск за более поздний период проводили по каталогам библиотек и библиографическим спискам диссертаций, монографий и статей. Критерии отбора – наличие в публикации сведений о бешенстве в современных границах Республики Саха (Якутия). Всего найдено 139 источников (диссертации – 4, монографии – 8, тезисы – 42, статьи – 73, прочие – 13). В библиографический список включены публикации, в которых содержались оригинальные сведения, пригодные для дальнейшей обработки, преимущественно статьи и монографии. Дополнительно использованы ранее не опубликованные данные ветеринарной службы Якутии за 2012–2024 гг. о лабораторно подтвержденных случаях бешенства (доп. 2012–2024).

Данные из публикаций сведены в таблицы для оценки распределения заболеваний бешенством во времени, по территории и среди различных видов животных. Для анализа динамических рядов использовали статистику Rstudio. Картографирование выполнено с помощью программы QGIS 3.2.1 на основе электронной ландшафтно-географической карты Natural Earth, открытых данных аэрокосмической съемки GoogleEarth. Методические детали обработки собранной информации описаны в соответствующих разделах обзора.

Основные этапы изучения бешенства в Якутии. Выделено четыре периода, различающихся по методическим возможностям и интерпретации полученных результатов:

1. **Ранний период описания бешенства первопроходцами и исследователями северных территорий (1855–1941 гг.).** В эти годы выводы о причинах падежа животных основывались исключительно на внешних признаках болезни. Описания характерных для бешенства симптомов у собак, песцов и волков содержатся в нескольких оригинальных [14–16] и обзорных публикациях [4, 5, 7, 17]. Наиболее ранние сообщения о бешенстве животных в Якутии в 1855–1857 гг. принадлежат ветеринарному врачу В.Г. Гольману и медицинскому инспектору И. Пастухову (цит. по [7]). В них отмечены две особенности: периодически возникающая массовая гибель ездовых собак с признаками, характерными для бешенства, и отсутствие заболеваний бешенством людей, покусанных больными животными. Особо следует выделить работу, влияние которой прослеживается во многих более поздних публикациях. В ней А.А. Романов сообщал о вспышках бешенства среди тундровых животных на северо-западе Якутии

зимой 1926/1927 и 1932/1933 гг., которые возникали в годы удачного промысла песца, и этому предшествовал массовый падеж леммингов осенью [15].

2. *Первые исследования, основанные на результатах рутинных методов диагностики бешенства: биопроба на животных, микроскопия телец Бабеша – Негри и серологические методы (1947–1972 гг.).* В 1947 г. опубликовано первое сообщение о лабораторном подтверждении бешенства на Крайнем Севере России [1]. Вирус выделен от песца с о. Котельный, расположенного в Северном Ледовитом океане в 230 км от материковой части Якутии, и идентифицирован как ВБ в реакции нейтрализации (РН). Благодаря этой работе в научную литературу вошел термин «дикование», а изучение бешенства в Арктике получило мощный стимул для дальнейшего развития. В 1959 г. в Якутском филиале Академии наук СССР организована лаборатория для изучения нейротропных вирусов [3]. Сотрудниками лаборатории проведены многолетние наблюдения в Колымской тундре, выделены и изучены десятки штаммов вируса дикования. В начале исследований была подтверждена антигенная связь этого вируса с ВБ [18, 19]. Но в дальнейшем эти авторы сосредоточились на обосновании самостоятельного статуса вируса дикования и уникальности вызываемой им болезни, для которой предлагалось новое название – вирусный энцефаломиелит тундровых животных [3, 4]. Утверждалось, что дикование и бешенство – разные в эпидемиологическом отношении заболевания и дикование в естественных условиях от животных людям не передается [20]. Биологические особенности вируса дикования, такие как отсутствие телец Негри, устойчивость к нагреванию, способность проходить через бактериальные фильтры и некоторые другие, предлагалось использовать для дифференциальной диагностики [3, 4]. Однако в дальнейшем оказалось, что эти критерии не позволяли надежно различать вирусы дикования и классического бешенства [5, 21]. В это же время были опубликованы данные об очень высокой зараженности вирусом дикования песцов, леммингов и других тундровых животных (до 75–100 %) [22]. В последующем эти данные также не подтвердились (таблица).

Основными научными достижениями этого периода стали доказательства природной очаговости дикования в Якутии и его вирусной этиологии. С практической точки зрения дикование рассматривалось как ветеринарная и охотоведческая проблема, а теоретические споры разгорались по поводу этиологии и патогенности вируса для человека.

3. *Становление системы эпидемиологического надзора за бешенством, применение моноклональных антител для идентификации вируса бешенства (1973–2000 гг.).* Представления о бешенстве в Якутии стали кардинально меняться после 1973–1974 гг., когда в Алданском районе погибли от бешенства 4 человека. Первый случай был выявлен В.Ф. Чернявским на основании клинических и эпидемиологических

критериев [23]. При расследовании вспышки выделено 15 штаммов ВБ (люди – 2, лисица – 1, собаки – 12) и предполагалось, что произошел занос классического бешенства в горно-таежную зону с юга Дальнего Востока [17, 24–26]. Примечательно, что вспышка по времени совпала с самой крупной эпизоотией бешенства в Якутии, охватившей в 1973–1976 гг. все природные зоны, включая тундру [17], следовательно, занос в Алданский район мог произойти не только с юга, но и с севера. В связи с заболеванием людей мероприятия по профилактике бешенства были усилены на всей территории Якутской АССР, в том числе значительно возросло количество людей, получавших антирабические прививки [23, 27]. В практике эпидемиологического надзора стали использоваться элементы активного мониторинга и диагностические возможности специализированных лабораторий [28–30]. В результате были сформированы коллекции изолятов ВБ из Якутии, что в дальнейшем позволило более точно их идентифицировать.

Только в начале 1980-х гг. удалось продемонстрировать антигенные особенности арктического варианта ВБ. Получены моноклональные антитела (клон Р-41), которые в реакции непрямой иммунофлуоресценции специфически связывались с ВБ из различных районов Арктики [31, 32]. Более 90 % исследованных изолятов ВБ из Якутии реагировали с Р-41, но в таежной зоне sporadически встречались изоляты от колонков и других диких животных (в том числе от лисицы из Алданского района), которые не имели маркера арктических штаммов. С другой стороны, Р-41(+) изоляты ВБ были обнаружены далеко за пределами Арктики, в том числе на юге Дальнего Востока [32, 33]. Таким образом, этот тест оказался недостаточно надежным и в настоящее время для идентификации вариантов вируса бешенства не используется. Сообщения о находках классического ВБ в Якутии, в которых «дикование дифференцировали от классической формы бешенства с помощью биопробы (бессимптомное течение болезни) и по результатам МФА...» [34, с. 20], не убедительны. Научные доказательства пригодности этих методов для решения такой задачи отсутствуют.

Таким образом, в последней четверти XX в. прежние представления об антигенных свойствах ВБ, географическом распространении и профилактике бешенства существенно изменились. Главным достижением этого периода стало признание медицинским сообществом возможности заражения и заболевания людей бешенством в Якутии, а также внедрение в широкую практику мероприятий для борьбы с этой инфекцией.

4. *Применение генетических методов для идентификации ВБ (с начала XXI в. по настоящее время).* Начало XXI в. ознаменовалось бурным прогрессом молекулярно-генетических методов исследования. В 2004 г. опубликована статья по молекулярной эпидемиологии бешенства в СССР, в которой на осно-

Сводные данные о вовлечении различных видов животных в эпизоотический процесс (по опубликованным данным)
Summary data on the involvement of various animal species in the epizootic process (according to published data)

Виды животных Animal species	Зараженность (доля животных с установленным бешенством от числа обследованных, %) Infection rate (% of rabid animals among examined animals)	Доля в структуре случаев заболевания (%) Share in the structure of cases (%)
Песец / Arctic fox <i>Vulpes lagopus</i>	12–14 % (1950–1954) [6] 9,9–74,7 %, n=1179 (1960–1967) [22]* 11,8 %, n=1283 (1975–1980) [29] 6,3 %, n=175 (1979–1986) [30] 4,2 % (1974) [28] 13,9 %, n=425 (1979–1994) [23] 14,9 %, n=148 (1988–1994) [34]	84,7 %, n=72 (1961–1967) [22] 36,98 %, n=73 (1988–1996) [34] 10,1 % (1931–1994) [17] 10/? (2008–2018) [45]
Лисица / Fox <i>Vulpes vulpes</i>	0/6** (1979–1986) [30] 1/5** (1988–1994) [34]	12,5 %, n=72 (1961–1967) [22] 1,37 %, n=73 (1988–1997) [34] 0,03 % (1931–1994) [17] 7/? (2008–2018) [45]
Волк / Wolf <i>Canis lupus</i>	16,8 %, n=12 (1979–1986) [30] 3,1 %, n=64 (1979–1994) [23] 26,3 %, n=38 (1988–1994) [34]	2,8 %, n=72 (1961–1967) [22] 13,69 %, n=73 (1988–1997) [34] 0,04 % (1931–1994) [17] 7/? (2008–2018) [45]
Собака / Dog <i>Canis lupus familiaris</i>	25 % (1950–1954) [6] 29,4 % (1974) [24] 3,3 %, n=219 (1988–1994) [34]	20,4 % (1931–1994) [17] 9,53 %, n=73 (1988–1997) [34] 3/? (2008–2018) [45]
Колонок / Siberian weasel <i>Mustela sibirica</i>	1,5 %, n=204 (1939–1986) [30] 1,4 %, n=288 (1979–1994) [23]	Нет данных No data
Соболь / Sable <i>Martes zibellina</i>	0/72** (1979–1996) [30] 0/105** (1979–1994) [23, 34]	Нет данных No data
Горностай / Common weasel <i>Mustela erminea</i>	0/91** (1979–1996) [30] 0/131 (1979–1994) [23]	2/? (2008–2018) [45]
Росомаха / Wolverine <i>Gulo gulo</i>	Нет данных No data	1/? (2008–2018) [45]
Медведи / Bears <i>Ursus</i> sp.	Нет данных No data	2,74 %, n=73 (1988–1997) [34] 0,09 % (1931–1994) [17]
Кошка / Cat <i>Felis catus familiaris</i>	Нет данных No data	0,09 % (1931–1994) [17]
Северный кожанок / Northern bat <i>Eptesicus nilssonii</i>	1/4** (1979–1994) [23, 48]	Нет данных No data
Северный олень / Reindeer <i>Rangifer tarandus</i>	Нет данных No data	27,4 %, n=73 (1988–1997) [34] 60 % (1931–1994) [17]
Лемминги / Lemmings <i>Lemmus sibiricus</i> , <i>Dicrostomys torquatus</i> , <i>Myopus schisticolor</i>	4,4–100 %, n=601 (1960–1967) [22]* 0/24 (1974) [28] 0/829 (1975–1980) [29]	1/? (2008–2018) [45]
Другие грызуны / Wild rodents <i>Mus musculus</i> , <i>Rattus norvegicus</i> , <i>Alexandromys middendorffii</i>	0–2,9 %, n=178 (1960–1967) [22]* 0/433 (1975–1980) [29] 3,3 %, n=60 (1988–1997) [34]	1,37 %, n=73 (1988–1997) [34]

Примечания: в квадратных скобках – ссылки на литературу; в круглых скобках – годы; n – количество обследованных животных, если известно; * данные получены в РСК; ** в числителе – число животных с подтвержденным бешенством, в знаменателе – число обследованных животных; ? – общее число случаев не указано.

Notes: in square brackets – references; in parentheses – years; n – number of animals examined, if known; * data obtained using complement fixation reaction and clearly overestimated; ** number of rabid animals in the numerator, number of animals examined in the denominator; ? – total number of cases is not specified.

вании филогенетического анализа нуклеотидных последовательностей фрагмента генома ВБ (в том числе 6 изолятов из Якутии) впервые выделена генетическая линия Arctic [35]. В дальнейшем принадлежность изолятов ВБ из Якутии к этой генетической линии, а также обособленность линии Arctic от других географических вариантов ВБ подтверждены многократно. Все сиквенсы изолятов ВБ из Якутии,

депонированные в GenBank (n=28), принадлежали к линии Arctic. Большая часть из них представлена в опубликованных статьях [36–40]. В Якутии чаще всего обнаруживалась сублиния A2 и значительно реже – A3 [36, 40]. Отметим, что вариант A3 выделен от умершего человека на Таймыре [36]. К сожалению, изоляты ВБ из Алданского и других таежных районов в коллекциях не сохранились, и их

генетические характеристики неизвестны. Поэтому строгие доказательства заноса или аутохтонной циркуляции в Якутии других генетических вариантов ВБ, кроме арктического, до настоящего времени не опубликованы. При выявлении таких изолятов необходим тщательный анализ обстоятельств для исключения случайной контаминации проб.

С позиций современных представлений о номенклатуре вирусов сообщения о выявлении классического бешенства в Якутии некорректны. Во-первых, в составе вида *Lyssavirus rabies*, к которому относится арктический вариант ВБ, в России описано не менее пяти генетических линий [35, 38]. Какую из них следует считать этиологическим агентом классического бешенства – номенклатурой не предусмотрено. Во-вторых, до разработки технологий секвенирования генома не существовало надежных методов дифференциации арктического варианта от других вариантов ВБ.

Многолетняя динамика регистрируемой заболеваемости. В ранее опубликованных работах периодичность эпизоотий дикования в Якутии определялась произвольно, без статистической обработки. По данным за 1939–1968 гг., интенсивные эпизоотии дикования в Колымской тундре повторялись через 2 года – 5 лет после массового размножения леммингов, их последующей гибели, сопровождавшейся усилением миграционной активности песца [22]. По данным ветеринарной статистики за 1931–1996 гг., бешенство в Якутии регистрировалось, за редким исключением, ежегодно, но крупные эпизоотии повторялись через каждые 6–8 лет [17, 25]. По данным, извлеченным из публикаций [4, 7, 14, 15, 17, 22, 26, 30, 41–45], реконструирован динамический ряд за весь период наблюдения. В некоторые годы число случаев заболевания не указано, а цифры нередко различались в разных источниках, поэтому для статистического анализа использовали бинарные данные: «0» – годы с отсутствием сведений о бешенстве; «1» – годы с наличием сведений о бешенстве. Автокорреляционный анализ этих данных по Якутии не выявил статистически значимых регулярных колебаний, но установлена

кросс-корреляционная связь с данными по соседней Чукотке с лагом в 1–2 года (рис. 1). По количественным данным за 1973–2024 гг. [17, 42–45, доп. 2012–2024] выявлена слабо выраженная тенденция роста числа зарегистрированных случаев бешенства животных ($Y=0,06X+3,98$), возможно связанная с улучшением диагностики. Подъемы заболеваемости выявлены с лагом в 7 лет ($r=0,33$; $p<0,05$).

Пространственное распределение бешенства. Опубликованные карты распространения бешенства в Якутии демонстрируют эволюцию научных представлений о географии этой болезни на северо-востоке России. Использовались разные варианты районирования, преимущественно в границах административных образований [8, 23, 30, 41, 42, 46]. Нами проведено ГИС-картографирование по координатам точек выявления бешенства животных. Координаты определены по населенным пунктам, участкам рек и другим географическим объектам, указанным в публикациях за 1855–1999 гг. [1, 4, 14–17, 22, 34] и за 2000–2024 гг. [45, доп. 2012–2024]. Часть точек перенесена с ранее опубликованных карт [21, 27] путем привязки растровых изображений по 67 опорным точкам с полиномиальным типом трансформации. Точки заражения людей бешенством в 1973–1974 гг. (г. Алдан, п. Якокит и Якокит) указаны по [17]. Кроме информации о бешенстве на карту нанесены слои с рельефом, речной сетью и населенными пунктами (рис. 2). Сведения о выявлении бешенства в административных районах (улусах) во многих публикациях приведены без указания конкретных точек, поэтому основная карта не дает полного представления о том, как часто возникали эпизоотии на разных территориях. Повторяемость эпизоотий в прошлом более наглядно представлена на врезке (рис. 2).

Эпизоотии бешенства регулярно отмечались в тундровой зоне Якутии, реже – в лесотундре и спорадически – в таежной зоне [17, 22, 25, 26]. Обычно эпизоотии начинались в восточной части Якутии [22]. Тундры в междуречье Лены и Хатанги, граничащие с Таймыром на западе, также издавна считались энзоотичной территорией [16, 17]. В гор-

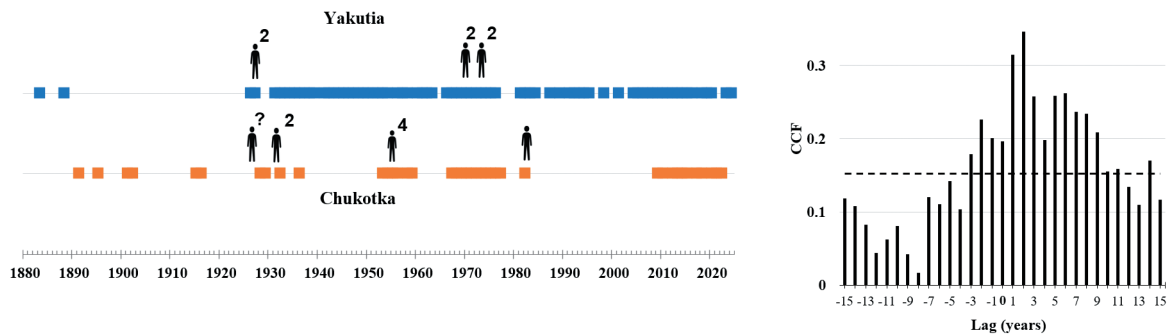


Рис. 1. Динамика бешенства животных в 1885–2024 гг. и кросс-корреляция данных по Чукотке (по [21]) и Якутии по годам: пунктир – 95 % доверительные интервалы для кросс-корреляции (CCF); значками и цифрами указаны случаи заболевания людей бешенством

Fig. 1. Dynamics of animal rabies in 1885–2024 and cross-correlation function (CCF) of the data for Chukotka [21] and Yakutia by years: the dotted line – 95 % confidence intervals for cross-correlation; figures 2, 4 – the number of human rabies cases

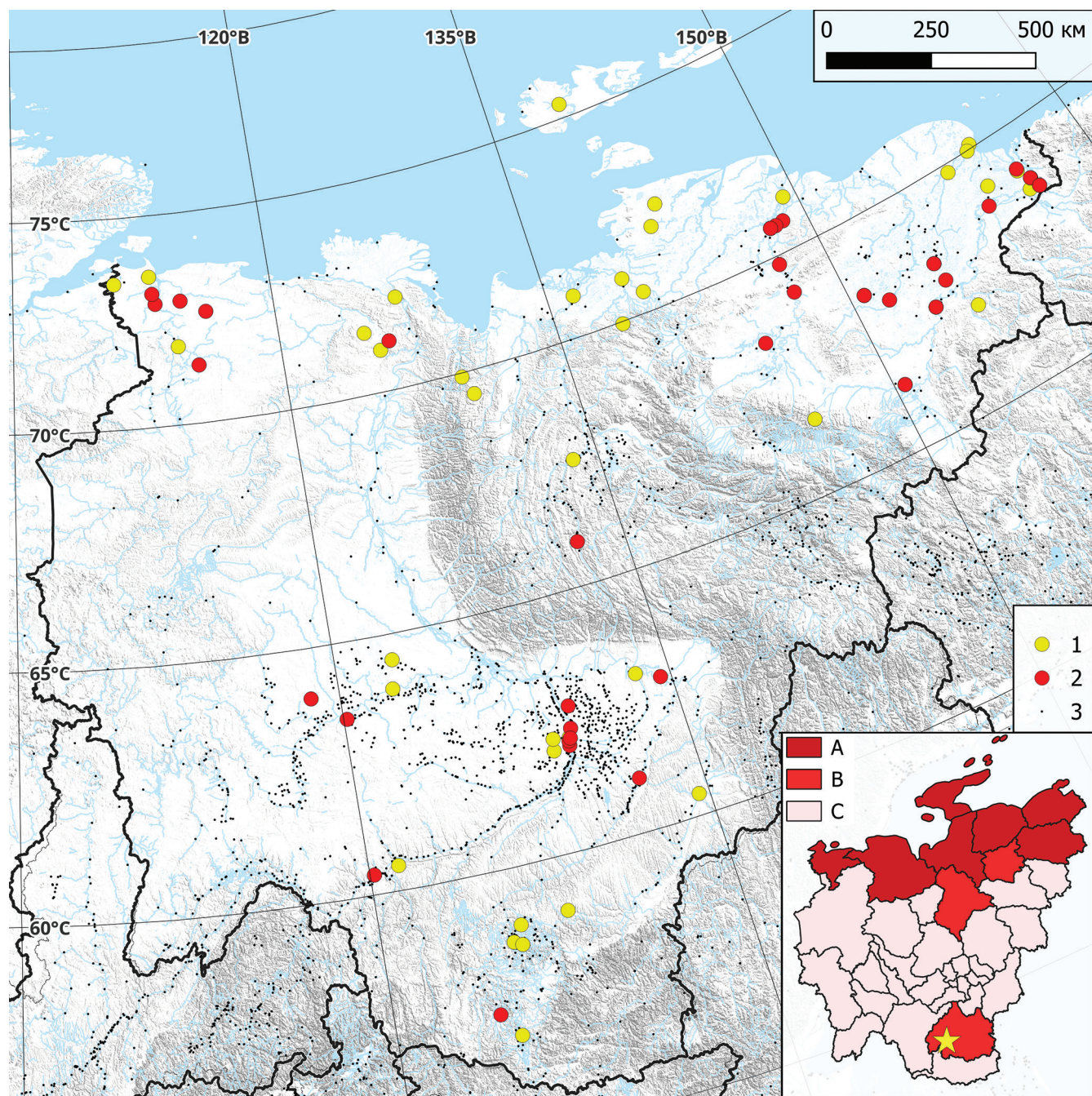


Рис. 2. Пространственное распределение бешенства в Якутии:
1 – бешенство животных в 1855–1999 гг.; 2 – бешенство животных в 2000–2024 гг.; 3 – населенные пункты.
На врезке: повторяемость эпизоотий в административных районах (по убыванию интенсивности заливки: 10–18, 2–6, 0–1 лет за 1931–1994 гг.);
звездочка – бешенство у людей в 1973–1974 гг.

Fig. 2. Spatial distribution of rabies in Yakutia:
1 – rabies in animals in 1855–1999; 2 – rabies in animals in 2000–2024; 3 – settlements.
Inset: recurrence of epizootics in administrative districts (in descending order of intensity of filling: 10–18, 2–6, 0–1 years for 1931–1994); asterisk – rabies in humans in 1973–1974

ной тайге по числу зарегистрированных эпизоотий выделялся Алданский район [8, 25, 41]. Бешенство распространялось в центральные и южные районы Якутии по долинам крупных северных рек – Колыме, Индигирке, Яне, Лене и ее притокам. Обычно это случалось в годы интенсивных эпизоотий в тундре [17, 22]. Прослеживается роль Верхоянского хребта и Эвенкийского нагорья как естественного барьера в

центральной части Якутии. Результаты картографирования демонстрируют сходство пространственного распространения бешенства в прошлом и в первой четверти XXI в.

Вовлечение различных животных в эпизоотии. Сведения по видам животных сильно различались из-за разных технологий сбора и лабораторного исследования материала (таблица). В ранних рабо-

тах (до 1960 г.) учитывались животные с проявлениями дикования без лабораторного подтверждения. Структура по видам животных рассчитана по данным ветеринарной статистики, в которую включали случаи бешенства, подтвержденные лабораторно и (или) по характерным симптомам. Сведения о зараженности (% положительных проб от числа исследованных) получены при исследовании материала от животных, добытых охотниками или отловленных в естественных условиях при проведении активного мониторинга.

Из таблицы следует, что природным резервуаром бешенства служат дикие животные – типичные обитатели Арктики, и в этой роли чаще всего упоминался песец. Только для этого вида, а также для домашних собак имеются сообщения о массовой гибели во время эпизоотий с характерными для бешенства симптомами. Имеются многочисленные наблюдения о заболевании других животных после контактов с «дикующими» песцами [4, 6, 22, 34]. В начале исследований показатели частоты подтверждения бешенства лабораторными методами [22] были явно завышены из-за низкой специфичности реакции связывания комплемента (РСК) и отчасти из-за использования объединенных проб головного мозга от нескольких животных. При использовании более совершенных методов диагностики бешенства (метод флуоресцирующих антител, биопроба на белых мышцах) зараженность песцов не превышала 15 % (таблица).

Бешенство волков, как правило, выявлялось в связи с нападением на человека и домашних животных (оленей, лошадей). Такие случаи отмечены как в тундре, так и значительно южнее [17, 34, 45]. Одна из последних крупных эпизоотий среди собак наблюдалась на юге Якутии в 1974–1975 гг. [24–26]. После начала массовой вакцинации доля собак в структуре заболеваемости бешенством постепенно снизилась до спорадического уровня. В начале XXI в. единичные случаи бешенства собак впервые отмечены в г. Якутске [34, 46, доп. 2012–2024]. На протяжении всего XX в. бешенство лисиц в Якутии отмечалось значительно реже в сравнении с песцами [17, 22, 34, 45].

Куны (*Mustelidae*) с начала вирусологических исследований и до настоящего времени встречаются в списках животных, у которых бешенство подтверждалось в Якутии (таблица). Предполагалось, что куны могут быть природным резервуаром вируса бешенства в сибирской тайге [30]. Редкость подтверждения бешенства у колонков, горностаев, соболей и др., а также отсутствие наблюдений о том, что куны были источником заражения других животных в Якутии, ставят эту гипотезу под сомнение. Генотипирование изолятов ВБ от кунных не проводилось.

При оценке доли северных оленей в структуре заболеваемости бешенством необходимо принимать во внимание, что иногда после забегов волков в стадах погибало большое количество животных. Например,

в 1974 г. в Булунском районе пало 292 оленя, но при выборочном исследовании материала от 23 оленей бешенство подтверждено только у трех [28]. Бешенство других сельскохозяйственных животных (лошадь, крупный рогатый скот) регистрировалось редко – 1,8–5,5 % [17, 34].

Сообщения о том, что первичным резервуаром вируса бешенства в Арктике служат лемминги, появляются в научных публикациях до самого последнего времени [17, 34, 45]. Целенаправленное обследование этих животных в Якутии проводилось давно, при этом в разных лабораториях получены прямо противоположные результаты. В 1961–1969 гг. Р.С. Колесниковой [22] бешенство подтверждено в РСК в большом количестве проб от леммингов и других тундровых грызунов (таблица), но выделить «активный вирус» удавалось редко и только после 5–6 пассажей на лабораторных животных. На этом были основаны предположения о бессимптомном течении инфекции, возможности алиментарной передачи вируса среди грызунов и далее – хищным животным [4, 22]. Подтвердить эти результаты не удалось: в 1975–1982 гг. около 1500 леммингов и других грызунов из Якутии исследованы с отрицательным результатом более современными методами на базе ведущей лаборатории СССР под руководством профессора М.А. Селимова [28, 29]. После 1982 г. имеются единичные и, по нашему мнению, сомнительные лабораторные подтверждения бешенства у лемминга [45] и синантропных грызунов [34]. Современные данные о значимой роли грызунов в качестве резервуара и источника ВБ отсутствуют не только для Арктики, но и для других территорий России [47]. Однако сведения о динамике численности леммингов могут быть использованы для прогнозирования эпизоотий арктического бешенства, так как очевидна связь между численностью тундровых грызунов и состоянием популяций основных хозяев ВБ – песца и лисицы [6, 16, 22].

Лишь одно сообщение имеется о выделении ВБ от летучей мыши в Якутии в конце прошлого века (Олекминский район) [48]. Этот изолят не был идентифицирован генетическими методами. Рукокрылые вряд ли имеют существенное эпидемиологическое значение в Якутии, где они обитают вблизи северных пределов своих ареалов при низком видовом разнообразии.

В 2012–2024 гг. в Якутии лабораторно подтверждено 45 случаев бешенства у животных: северный олень (домашний) – 24,4 %, песец – 22,2 %, волк – 20,0 %, лисица – 17,8 %, собака – 11,1 %, горностай – 4,4 %. Эти данные, в совокупности с опубликованными ранее (таблица), еще раз подтверждают, что резервуаром вируса бешенства в Российской Федерации, в том числе в Арктике, являются хищные млекопитающие семейства псовых (*Canidae*), хотя многие другие виды животных могут вовлекаться в эпизоотический процесс в качестве дополнительных или случайных хозяев [47].

В статьях, посвященных оценке последствий потепления климата в Арктике, бешенство приводится в качестве примера зоонозной инфекции, природные очаги которой могут активизироваться из-за изменения условий обитания тундровых животных. При этом оценка связи заболеваемости бешенством с экологическими факторами не проводилась [8–10, 41]. При ретроспективном анализе опубликованных данных не удалось выявить существенных изменений в пространственном распространении бешенства в первой четверти XXI в. в сравнении с прошлыми веками. Но обращает на себя внимание тот факт, что в последние два десятилетия бешенство лисиц (*V. vulpes*) в Якутии стало выявляться чаще. Статистически это не подтверждено, но согласуется с аналогичными данными по Чукотке [21].

Патогенность для человека и специфическая профилактика бешенства в Якутии. До начала 1974 г. считалось, что люди в Якутии не заболевают бешенством даже после укусов больных животных [3, 4, 7, 20], но конкретные сведения по этому вопросу скудны и неоднозначны. Наиболее часто цитировалось сообщение В.Г. Гольмана о тунгусском старосте, покусанном волком в лицо в 1871 г. близ Усть-Янска: «Через 25 дней я видел его совершенно здоровым, в то время как собака, покусанная тем же волком в тот же день, – пала от бешенства» (цит. по [7]). Но хорошо известно, что и за пределами Арктики после укусов бешеных волков заболевают не все пострадавшие люди, а инкубационный период у многих заболевших превышает 25 дней. В статье от 1969 г., посвященной итогам изучения вирусных заболеваний в Якутии, читаем: «Во время многих эпизоотий, отмеченных на протяжении 100 лет, среди людей не наблюдалось случаев данного или похожего на «дикование» заболевания, например бешенства» [3]. Однако при подготовке обзора в статистических сводках по Российской Федерации обнаружено 2 случая смерти людей от бешенства в Якутской АССР в 1926 г. [49]. После 1950 г., по мере укрепления медицинской службы и роста численности пришлого населения, не менее 13 случаев заболевания бешенством людей, покусанных собаками, песцами и волками, выявлено на Крайнем Севере России: в Архангельской области, на Ямале, Таймыре и Чукотке [5, 21, 42, 47]. В 1974–1975 гг. 4 человека (в том числе 3 ребенка) умерли от бешенства после укусов собак на юге Якутии; из них только 1 человек получил незавершенный курс антирабических прививок [17, 23]. Эти данные доказывают опасность для человека травм, нанесенных хищными животными на Крайнем Севере. Однако заболевания людей бешенством в Якутии действительно крайне редки.

До 1974 г. в Якутской АССР обращалось за медицинской помощью после укусов животных не более 500 человек в год [23, 25, 27]. После выявления заболеваний людей бешенством в Алданском районе число обратившихся за антирабической помощью возросло до 2–3 тыс. в год [23, 27]. По среднегодовым

данным за 1982–1986 гг., в Якутии обращаемость после укусов животных составляла 227,7 на 100 тыс. населения и назначались прививки 50,7 % обратившихся [5]. В 2013–2018 гг. аналогичные показатели составили 247,4 и 66,8 % соответственно; это меньше, чем в среднем по Российской Федерации [42].

В последние годы в Якутии ежегодно прививалось 48–50 тыс. собак и 17–19 тыс. кошек [46]. Здесь еще в 1980-е гг. были проведены первые эксперименты по оральной вакцинации песцов [23, 50]. В настоящее время более перспективной считается вакцинация домашних северных оленей, практический опыт применения которой накапливается [51].

В заключение отметим, что исследования, выполненные на территории Якутии, внесли весомый вклад в накопление новых знаний о бешенстве в высоких широтах. Определены энзоотичные территории и зоны выноса, круг хозяев и генетические особенности ВБ. Эти знания успешно используются для принятия управленческих решений. Однако некоторые сведения из ранних публикаций следует оценивать критически с учетом методических возможностей того времени. Прежде всего это относится к сообщениям о роли леммингов в качестве резервуара вируса бешенства, апатогенности вируса арктического бешенства для человека и находках классического вируса бешенства в Якутии, которые были основаны на недостаточно надежных методах лабораторной диагностики. Актуальной задачей является более активное применение геномного эпидемиологического надзора для расследования вспышек, атипичных по локализации и видовому составу животных. Использование современных цифровых технологий и информации о распространении бешенства, накопленной в Якутии за многие десятилетия, перспективно для прогнозирования эпизоотий бешенства в условиях растущего интереса к природным ресурсам Арктики.

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

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

Благодарности. Авторы выражают благодарность З.А. Бетюнской, И.В. Колодезникову, Т.Т. Гуляеву за предоставление неопубликованных данных за 2012–2024 гг.

Список литературы

1. Туревич Е.И., Тебякина А.Е. Бешенство и так называемое «дикование» животных в Заполярье. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 1947; (2):17–25.
2. Канторович Р.А. Песцы – распространители бешенства на Крайнем Севере. *Ветеринария*. 1957; (8):51–2.
3. Петров П.А., Строгов А.К. Исследования вирусных заболеваний в Якутской АССР. В кн.: Тавровский В.А., редактор. Основные итоги биологических исследований в Якутской АССР. Якутск: Якут. кн. изд-во; 1969. С. 71–9.
4. Строгов А.К. Дикувание (вирусный энцефаломиелит тундровых животных). Иркутск: Восточно-Сибирское кн. изд-во; 1971. 192 с.

5. Егоров И.Я., Марамович А.С., Ботвинкин А.Д., редакторы. Эпидемиологический надзор за особо опасными и природно-очаговыми инфекциями в условиях Крайнего Севера. Якутск: ООО «Литограф»; 2000. 341 с.
6. Соколов Н.Н., Ча Н.И. Проблема эпизоотий «дикования» или «тундрового бешенства» млекопитающих Крайнего Севера. В кн.: Доклады на 8-й научной сессии. Ботаника, почвоведение, зоология, зоотехния. Якутск: Якут. кн. изд-во; 1957. С. 148–56.
7. Огнев Н.И. Ветеринарная служба в Якутии с 1953 по 1919 г. *Ученые записки Якутского государственного университета. Сер. Сельскохозяйственные науки*. 1962; (13):87–98.
8. Кершенгольц Б.М., Чернявский В.Ф., Репин В.Е., Никифоров О.И., Софронова О.Н. Влияние глобальных климатических изменений на реализацию потенциала инфекционных заболеваний населения в Российской Арктике (на примере Якутии). *Обзор. Экология человека*. 2009; (6):34–9.
9. Revich B., Tokarevich N., Parkinson A.J. Climate change and zoonotic infections in the Russian Arctic. *Int. J. Circumpolar Health*. 2012; 71(1):18792. DOI: 10.3402/ijch.v71i0.18792.
10. Solomonov N.G., Chernyavskiy V.F., Kerschegoltz B.M., Nikiforov O.I., Khlebnyy E.S. Global warming and expanding the range of feral conditions in Yakutia – The coldest region of the North-East Asia. *Cryobiology*. 2012; 65(3):353. DOI: 10.1016/j.cryobiol.2012.07.044.
11. Emelyanova A., Savolainen A., Oksanen A., Nieminen P., Loginova O., Abass K., Rautio A. Research on selected wildlife infections in the Circumpolar Arctic – A bibliometric review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2022; 19(18):11260. DOI: 10.3390/ijerph191811260.
12. Peters M.D.J., Godfrey C.M., Khalil H., McInerney P., Parker D., Soares C.B. Guidance for conducting systematic scoping reviews. *Int. J. Evid. Based Healthc*. 2015; 13(3):141–6. DOI: 10.1097/XEB.0000000000000050.
13. Савицкий В.П., Ботвинкин А.Д. Бешенство в Сибири и на Дальнем Востоке. Эпидемиология. Эпизоотология. Профилактика. Аннотированный библиографический указатель за 1881–1980 гг. Омск; 1981. 84 с.
14. Bunge A. Medicinische Beobachtungen in Nord-Sibirien. *St. Petersburger Med. Wochenschrift*. 1888; (7):59–61.
15. Серошевский В.Л. Якуты: Опыт этнографического исследования. СПб.: Изд-во Императ. рус. геогр. об-ва; 1896. Т. 1. 720 с.
16. Романов А.А. Пушные звери Лено-Хатангского края и их промысел. Л.; М.: Изд-во Главсевморпути; 1941. 140 с.
17. Карпов В.С. История ветеринарии в Якутии. Якутск: Издательский дом СВФУ; 2012. 224 с.
18. Строгов А.К. Этиология «дикования» песцов, лисиц и собак, обитающих в тундровой зоне Якутской АССР. В кн.: Научные сообщения Якутского филиала СО АН СССР: сборник статей. Якутск; 1961. Вып. 5. С. 101–18.
19. Колесникова Р.С. Серологические исследования при «диковании» и антигенные связи возбудителя этого заболевания с другими вирусами. В кн.: Научные сообщения Якутского филиала СО АН СССР: сборник статей. Якутск; 1962. Вып. 6. С. 125–32.
20. Строгов А.К. Основные итоги изучения двух вирусов, выделенных при диковании животных в северных районах Якутии. В кн.: Материалы по экологии и численности животных Якутии. Якутск: Якутский филиал СО АН СССР; 1973. С. 141–58.
21. Ботвинкин А.Д., Зарва И.Д., Чупин С.А., Мельников А.В., Мельцов И.В. Чукотка как портал для распространения бешенства на Камчатку (систематический обзор). *Проблемы особо опасных инфекций*. 2023; (4):6–15. DOI: 10.21055/0370-1069-2023-4-6-15.
22. Колесникова Р.С. Природная очаговость дикования и значение животных в его распространении. В кн.: Материалы по экологии и численности животных Якутии. Якутск: Якутский филиал СО АН СССР; 1973. С. 159–70.
23. Чернявский В.Ф. Эпидемиологическая характеристика зоонозов бактериальной и вирусной природы (по материалам Республики Саха-Якутия): дис. ... канд. мед. наук в форме научного доклада: 14.00.30. Омск; 1995. 40 с.
24. Мальков Г.Б., Грибанова Л.Я., Удина Н.П. К анализу заболеваемости бешенством в Алданском районе Якутской АССР. В кн.: Эпидемиология, диагностика и профилактика кишечных, респираторных и природно-очаговых инфекций. Л.; 1975. С. 194–5.
25. Петров П.А., Егоров И.Я., Чернявский В.Ф. Опыт организации антибактериальных мероприятий в Якутской АССР в период ликвидации заносного бешенства. *Здравоохранение Российской Федерации*. 1981; (8):23–5.
26. Карпов В.С., Чернявский В.Ф., Каратаева Т.Д. Основные зооантропонозы в Якутии (эпизоотология и эпидемиология). Якутск: РПО СО РАСХН; 1997. 154 с.
27. Егоров И.Я., Сергеев А.Ф., Чернявский В.Ф. Организация и итоги антибактериальных мероприятий в Якутии (по материалам 1974–1978 гг.). В кн.: Современные методы изучения природно-очаговых инфекций. Л.; 1980. С. 48–50.
28. Ключева Е.В., Татаров А.Г., Дьяконов В.И. Вирусологическое и серологическое изучение природных очагов бешенства. В кн.: Чумаков М.П., редактор. Вопросы медицинской вирусологии: Тезисы конф. (21–23 окт. 1975 г.). М.; 1975. С. 488–9.
29. Селимов М.А., Татаров А.Г., Ильясова Р.Ш., Онихимовская В.А. Вопросы природной очаговости лесного и арктического бешенства. В кн.: Современные методы изучения природно-очаговых инфекций. Л.; 1980. С. 22–31.
30. Грибанова Л.Я., Сидоров Г.Н., Ботвинкин А.Д., Чернов С.М., Чернявский В.Ф., Строева Н.Р., Егоров И.Я. Материалы к совершенствованию эпиднадзора за бешенством в Якутской АССР. В кн.: Вопросы региональной гигиены, санитарии и эпидемиологии: Тезисы докладов науч.-практ. конф. (18–19 дек. 1987 г.). Якутск; 1987. Вып. 2. С. 145–8.
31. Schneider L.G., Ødegaard Ø.A., Muller J., Selimov M. Application of monoclonal antibodies for epidemiological investigation and oral vaccination studies. II. Arctic Rabies. In: Rabies in the Tropics. Heidelberg; 1985. P. 47–59. [Электронный ресурс]. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-70060-6_6 (дата обращения 11.01.2025).
32. Селимов М.А., Ботвинкин А.Д., Татаров А.Г. Идентификация штаммов сывалатического и арктического бешенства с помощью моноклональных антител. *Вопросы вирусологии*. 1983; (2):243–4.
33. Ботвинкин А.Д., Кузьмин И.В., Хисматуллина Н.А. Итоги изучения антигенного разнообразия вируса бешенства на территории бывшего СССР. *Ветеринарная патология*. 2004; (3):117–27.
34. Романова У.Н., Вишняков И.Ф., Бакулов И.А. Недосеков В.В., Куриннов А.В. Особенности проявления рабической инфекции в Республике Саха. *Ветеринария*. 1999; (9):17–20.
35. Kuzmin I.V., Botvinkin A.D., McElhinney L.M., Smith J.S., Orciari L.A., Hughes G.J., Fooks A.R., Rupprecht C.E. Molecular epidemiology of terrestrial rabies in the former Soviet Union. *J. Wildl. Dis.* 2004; 40(4):617–31. DOI: 10.7589/0090-3558-40.4.617.
36. Kuzmin I.V., Hughes G.J., Botvinkin A.D., Gribencha S.V., Rupprecht C.E. Arctic and Arctic-like rabies viruses: distribution, phylogeny and evolutionary history. *Epidemiol. Infect.* 2008; 136(4):509–19. DOI: 10.1017/S095026880700903X.
37. Чупин С.А., Чернышова Е.В., Метлин А.Е. Генетическая характеристика полевых изолятов вируса бешенства, выявленных на территории Российской Федерации в период 2008–2011 гг. *Вопросы вирусологии*. 2013; 58(4):44–9.
38. Deviatkin A.A., Lukashchev A.N., Poleshchuk E.M., Dedkov V.G., Tkachev S.E., Sidorov G.N., Karganova G.G., Galkina I.V., Shchelkanov M.Y., Shipulin G.A. The phylogenetics of the rabies virus in the Russian Federation. *PLoS One*. 2017; 12(2):e0171855. DOI: 10.1371/journal.pone.0171855.
39. Полещук Е.М., Сидоров Г.Н., Гривенча С.В. Итоги изучения антигенного и генетического разнообразия вируса бешенства в популяциях наземных млекопитающих России. *Вопросы вирусологии*. 2013; 58(3):9–16.
40. Петров П.Л., Смолянинов Ю.И., Протодаконова Г.П., Степанюк М.А., Терновой В.А. Эпизоотическая ситуация и молекулярно-генетическая характеристика вируса бешенства, изолированного из мозга домашнего северного оленя в Якутии. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2024; 54(5):64–71. DOI: 10.26898/0370-8799-2024-5-6.
41. Чернявский В.Ф., Никифоров О.И., Репин В.Е., Кершенгольц Б.М., Сафронова О.Н. Эпизоотолого-эпидемиологический потенциал природно-очаговых инфекций в Якутии и его динамика в современных условиях. *Якутский медицинский журнал*. 2009; (1):58–61.
42. Полещук Е.М., Сидоров Г.Н., Нашатырева Д.Н., Градобоева Е.А., Пакскина Н.Д., Попова И.В. Бешенство в Российской Федерации: информационно-аналитический бюллетень. Омск: Издательский центр КАН; 2019. 110 с.
43. Полещук Е.М., Сидоров Г.Н., Березина Е.С. Бешенство в Российской Федерации: информационно-аналитический бюллетень. Омск: Полиграфический центр КАН; 2013. 65 с.
44. Полещук Е.М., Сидоров Г.Н., Сидорова Д.Г., Колычев Н.М. Бешенство в Российской Федерации: информационно-аналитический бюллетень. Омск: Полиграфический центр КАН; 2009. 49 с.
45. Захарова О.И. Бешенство диких плотоядных животных в тундровой зоне Якутии. *Вестник ИРГСХА*. 2019; (91):118–25.
46. Чернявский В.Ф., Саввинов И.А. Сравнительная география бешенства на примере тотальных и региональных картограмм. В кн.: Вопросы региональной гигиены, санитарии и эпидемиологии: Тезисы докладов науч.-практ. конф. (18–19 дек. 1987 г.). Якутск; 1987. Вып. 2. С. 139–45.
47. Сидоров Г.Н., Полещук Е.М., Сидорова Д.Г. Изменение роли млекопитающих в заражении людей бешенством в России за исторически обозримый период в 16–21 веках. *Зоологический журнал*. 2019; 98(4):437–52. DOI: 10.1134/S0044513419040159.
48. Кузьмин И.В., Ботвинкин А.Д., Рыбин С.Н., Хабиллов Т.К., Полещук Е.М., Пальчих Н.А. Современные данные о

лиссавирусах, связанных с рукокрылыми на территории СНГ. *Ветеринарная патология*. 2002; (1):31–6.

49. Статистический обзор состояния здравоохранения и заболеваемости заразными болезнями в РСФСР в 1926 г. М.: Медгиз; 1928. 17 с.

50. Селимов М.А., Каратаева Т.Д., Барашков А.Н., Васильев А.П., Аксенова Т.А., Куликова Л.Г., Ключева Е.В., Слепцов В.П., Григорьев В.П. Оральная антирабическая иммунизация песцов живой тканевой культуральной антирабической вакциной из штамма Внуково-32. В кн.: Вопросы региональной гигиены, санитарии и эпидемиологии: Тезисы докладов науч.-практ. конф. (18–19 дек. 1987 г.). Якутск; 1987. Вып. 2. С. 153–6.

51. Лайшев К.А., Южаков А.А. Научное обеспечение эпизоотического благополучия в оленеводческих стадах Арктической зоны Российской Федерации. *Ветеринария сегодня*. 2024; 13(2):110–7. DOI: 10.29326/2304-196X-2024-13-2-110-117.

References

1. Turevich E.I., Tebyakina A.E. [Rabies and the so-called “dikovanie” of animals in the Arctic]. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii [Journal of Microbiology, Epidemiology, and Immunobiology]*. 1947; (2):17–25.

2. Kantorovich R.A. [Arctic foxes – disseminators of rabies in the Far North]. *Veterinariya [Veterinary Medicine]*. 1957; (8):51–2.

3. Petrov P.A., Strogov A.K. [Research of viral diseases in the Yakut ASSR]. In: Tavrovsky V.A., editor. [The Main Results of Biological Research in the Yakut ASSR]. Yakutsk: Yakut book publishing house; 1969. P. 71–9.

4. Strogov A.K. [Dikovaniye (Viral Encephalomyelitis of Tundra Animals)]. Irkutsk: East Siberian book publishing house; 1971. 192 p.

5. Egorov I.Ya., Maramovich A.S., Botvinkin A.D., editors. [Epidemiological Surveillance over Particularly Dangerous and Natural-Focal Infections in the Far North]. Yakutsk: LLC “Litograf”; 2000. 341 p.

6. Sokolov N.N., Cha N.I. [The problem of epizootics of “dikovanie” or “tundra rabies” in mammals of the Far North]. In: [Reports of the 8th Scientific Session. Botany, Soil Science, Zoology, Animal Science]. Yakutsk: Yakut book publishing house; 1957. P. 148–56.

7. Ognev N.I. [Veterinary service in Yakutia from 1853 to 1919]. *Uchenye Zapiski Yakutskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya Sel'skokhozyaistvennyye Nauki. [Scientific Notes of the Yakutsk State University. Agricultural Sciences Series]*. 1962; (13):87–98.

8. Kershengolts B.M., Chernyavsky V.F., Repin V.E., Nikiforov O.I., Sofronova O.N. [Influence of global climatic changes on realization of potential of infectious diseases among the population in the Russian arctic regions (by the example of Yakutia). Review]. *Ekologiya Cheloveka [Human Ecology]*. 2009; (6):34–9.

9. Revich B., Tokarevich N., Parkinson A.J. Climate change and zoonotic infections in the Russian Arctic. *Int. J. Circumpolar Health*. 2012; 71(1):18792. DOI: 10.3402/ijch.v71i1.18792.

10. Solomonov N.G., Chernyavsky V.F., Kershengolts B.M., Nikiforov O.I., Khlebnyy E.S. Global warming and expanding the range of feral conditions in Yakutia – The coldest region of the North-East Asia. *Cryobiology*. 2012; 65(3):353. DOI: 10.1016/j.cryobiol.2012.07.044.

11. Emelyanova A., Savolainen A., Oksanen A., Nieminen P., Loginova O., Abass K., Rautio A. Research on selected wildlife infections in the Circumpolar Arctic – A bibliometric review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2022; 19(18):11260. DOI: 10.3390/ijerph191811260.

12. Peters M.D.J., Godfrey C.M., Khalil H., McInerney P., Parker D., Soares C.B. Guidance for conducting systematic scoping reviews. *Int. J. Evid. Based Healthc*. 2015; 13(3):141–6. DOI: 10.1097/XEB.0000000000000050.

13. Savitsky V.P., Botvinkin A.D. [Rabies in Siberia and the Far East. Epidemiology. Epizootology. Prevention. Annotated Bibliographic Index for 1881–1980]. Omsk; 1981. 84 p.

14. Bunge A. Medicinische Beobachtungen in Nord-Sibirien. *St. Petersburg Med. Wochenschrift*. 1888; (7):59–61.

15. Seroshevsky V.L. [Yakuts: An Experience of Ethnographic Research]. St. Petersburg: Publishing House of the Imperial Russian Geographical Society; 1896. Vol. 1. 720 p.

16. Romanov A.A. [Fur Animals of the Lena-Khatanga Region and their Hunting]. Leningrad; Moscow: Publishing House of the Main Northern Sea Route; 1941. 140 p.

17. Karpov V.S. [History of Veterinary Medicine in Yakutia]. Yakutsk: Publishing house of the North-Eastern Federal University; 2012. 224 p.

18. Strogov A.K. [Etiology of the “dikovanie” of arctic foxes, foxes and dogs living in the tundra zone of the Yakut ASSR]. In: [Scientific Communications. Yakut Branch of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences]. Yakutsk; 1961. Iss. 5. P. 101–8.

19. Kolesnikova R.S. [Serological studies during “dikovanie” and antigenic links of the pathogen of this disease with other viruses]. In: [Scientific Communications. Yakut Branch of the Siberian

Branch of the USSR Academy of Sciences]. Yakutsk; 1962. Iss. 6. P. 125–32.

20. Strogov A.K. [The main results of the study of two viruses isolated from animals during dikovanie in the northern regions of Yakutia]. In: [Materials on the Ecology and Number of Animals in Yakutia]. Yakutsk; 1973. P. 141–58.

21. Botvinkin A.D., Zarva I.D., Chupin S.A., Mel'nikov A.V., Mel'tsov I.V. [Chukotka as a portal for the rabies introduction into Kamchatka (systematic review)]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2023; (4):6–15. DOI: 10.21055/0370-1069-2023-4-6-15.

22. Kolesnikova R.S. [Natural focality of “dikovanie” and the importance of animals in its distribution]. In: [Materials on the Ecology and Number of Animals in Yakutia]. Yakutsk; 1973. P. 159–70.

23. Chernyavsky V.F. [Epidemiological characteristics of bacterial and viral zoonoses (based on materials from the Republic of Sakha-Yakutia). Dis. Cand. of Medical Sciences in the form of a scientific report]. Omsk; 1995. 40 p.

24. Mal'kov G.B., Gribanova L.Ya., Udina N.P. [To the analysis of rabies incidence in the Aldan region of the Yakut ASSR]. In: [Epidemiology, Diagnostics and Prevention of Intestinal, Respiratory, and Natural Focal Infections]. Leningrad; 1975. P. 194–5.

25. Petrov P.A., Egorov I.Ya., Chernyavsky V.F. [Experience in organizing anti-rabies measures in the Yakut ASSR during the period of elimination of imported rabies]. *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii [Health Care of the Russian Federation]*. 1981; (8):23–5.

26. Karpov V.S., Chernyavskiy V.F., Karataeva T.D. [Main Zoonothroposes in Yakutia (Epizootiology and Epidemiology)]. Yakutsk; 1997. 154 p.

27. Egorov I.Ya., Sergeev A.F., Chernyavsky V.F. [Organization and results of anti-rabies measures in Yakutia (based on materials from 1974–1978)]. In: [Modern Methods of Studying Natural-Focal Infections]. Leningrad; 1980. P. 48–50.

28. Klyueva E.V., Tatarov A.G., D'yakonov V.I. [Virological and serological study of natural foci of rabies]. In: Chumakov M.P., editor. [Issues of Medical Virology. Abstracts of the Conference (October 21–23, 1975)]. Moscow; 1975. P. 488–9.

29. Selimov M.A., Tatarov A.G., Il'yasova R.Sh., Onikhimovskaya V.A. [Natural focality issues of forest and arctic rabies]. In: [Modern Methods of Studying Natural Focal Infections]. Leningrad; 1980. P. 22–31.

30. Gribanova L.Ya., Sidorov G.N., Botvinkin A.D., Chernov S.M., Chernyavsky V.F., Stroeve N.R., Egorov I.Ya. [Materials for improving rabies epidemiological surveillance in the Yakut ASSR]. In: [Issues of Regional Hygiene, Sanitation and Epidemiology: Abstracts of Reports at the Scientific-Practical Conference (December 18–19, 1987)]. Yakutsk; 1987. Iss. 2. P. 145–8.

31. Schneider L.G., Ødegaard Ø.A., Muller J., Selimov M. Application of monoclonal antibodies for epidemiological investigation and oral vaccination studies. II. Arctic Viruses. In: Rabies in the Tropics. Heidelberg; 1985. P. 47–59. (Cited 11 Jan 2025). [Internet]. Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-70060-6_6.

32. Selimov M.A., Botvinkin A.D., Tatarov A.G. [Identification of sylvatic and arctic rabies strains using monoclonal antibodies]. *Voprosy Virusologii [Problems of Virology]*. 1983; (2):243–4.

33. Botvinkin A.D., Kuzmin I.V., Khismatullina N.A. [Results of studying the antigenic diversity of the rabies virus in the territory of the former USSR]. *Veterinarnaya Patologiya [Russian Journal of Veterinary Pathology]*. 2004; (3):117–27.

34. Romanova U.N., Vishnyakov I.F., Bakulov I.A., Nedosekov V.V., Kurinnov A.V. [Features of the manifestation of rabies infection in the Sakha Republic]. *Veterinariya [Veterinary Medicine]*. 1999; (9):17–20.

35. Kuzmin I.V., Botvinkin A.D., McElhinney L.M., Smith J.S., Orciari L.A., Hughes G.J., Fooks A.R., Rupprecht C.E. Molecular epidemiology of terrestrial rabies in the former Soviet Union. *J. Wildl. Dis.* 2004; 40(4):617–31. DOI: 10.7589/0090-3558-40.4.617.

36. Kuzmin I.V., Hughes G.J., Botvinkin A.D., Gribencha S.V., Rupprecht C.E. Arctic and Arctic-like rabies viruses: distribution, phylogeny and evolutionary history. *Epidemiol. Infect.* 2008; 136(4):509–19. DOI: 10.1017/S095026880700903X.

37. Chupin S.A., Chernyshova E.V., Metlin A.E. [Genetic characterization of the rabies virus field isolates detected in the Russian Federation during the period of 2008–2011]. *Voprosy Virusologii [Problems of Virology]*. 2013; 58(4):44–9.

38. Deviatkin A.A., Lukashev A.N., Poleshchuk E.M., Dedkov V.G., Tkachev S.E., Sidorov G.N., Karganova G.G., Galkina I.V., Shchelkanov M.Y., Shipulin G.A. The phylogenetics of the rabies virus in the Russian Federation. *PLoS One*. 2017; 12(2):e0171855. DOI: 10.1371/journal.pone.0171855.

39. Poleshchuk E.M., Sidorov G.N., Gribencha S.V. [A summary of the data about antigenic and genetic diversity of rabies virus circulating in the terrestrial mammals in Russia]. *Voprosy Virusologii [Problems of Virology]*. 2013; 58(3):9–16.

40. Petrov P.L., Smolyaninov Yu.I., Protodyakonova G.P., Stepanyuk M.A., Ternovoy V.A. [Epizootic situation and molecular

- genetic characteristics of the rabies virus isolated from the brain of domestic reindeer in Yakutia]. *Sibirskiy Vestnik Sel'skokhozyaystvennoy Nauki [Siberian Herald of Agricultural Science]*. 2024; 54(5):64–71. DOI: 10.26898/0370-8799-2024-5-6.
41. Chernyavsky V.F., Nikiforov O.I., Repin V.E., Kershengolts B.M., Safronova O.N. [Epizootiological-epidemiological potential of natural-focal infections in Yakutia and its dynamics in modern conditions]. *Yakutskiy Meditsinskiy Zhurnal [Yakut Medical Journal]*. 2009; (1):58–61.
42. Poleshchuk E.M., Sidorov G.N., Nashatyreva D.N., Gradoboeva E.A., Pakskina N.D., Popova I.V. [Rabies in the Russian Federation. Information and analytical bulletin]. Omsk: KAN Publishing Center; 2019. 110 p.
43. Poleshchuk E.M., Sidorov G.N., Berezina E.S. [Rabies in the Russian Federation. Information and analytical bulletin]. Omsk: KAN Publishing Center; 2013. 65 p.
44. Poleshchuk E.M., Sidorov G.N., Sidorova D.G., Kolychev N.M. [Rabies in the Russian Federation. Information and analytical bulletin]. Omsk: KAN Publishing House; 2009. 49 p.
45. Zakharova O.I. [The rabies of wild carnivorous animals in tundra zone of Yakutia]. *Vestnik IrGSKHA [Bulletin of the Irkutsk State Agricultural Academy]*. 2019; (91):118–25.
46. Chernyavsky V.F., Savvinov I.A. [Comparative geography of rabies using total and regional cartograms]. In: [Issues of Regional Hygiene, Sanitation and Epidemiology. Abstracts of reports at the scientific-practical conference (December 18–19, 1987)]. Yakutsk; 1987. Iss. 2. P. 139–45.
47. Sidorov G.N., Poleshchuk E.M., Sidorova D.G. [Changes in the role of mammals in human hydrophobia infection in Russia for a historically graspable period of the 16th to 21st centuries]. *Zoologicheskyy Zhurnal [Zoological Journal]*. 2019; 98(4):437–52. DOI: 10.1134/S0044513419040159.
48. Kuzmin I.V., Botvinkin A.D., Rybin S.N., Khabilov T.K., Poleshchuk E.M., Palchek N.A. [Current data on lyssaviruses associated with bats in the territory of the CIS]. *Veterinarnaya Patologiya [Russian Journal of Veterinary Pathology]*. 2002; (1):31–6.
49. [Statistical Review of the State of Healthcare and the Incidence of Infectious Diseases in the RSFSR in 1926]. Moscow: "Medgiz"; 1928. 17 p.
50. Selimov M.A., Karataeva T.D., Barashkov A.N., Vasiliev A.P., Aksenova T.A., Kulikova L.G., Klyueva E.V., Sleptsov V.P., Grigoriev V.P. [Oral anti-rabies immunization of arctic foxes with live tissue culture anti-rabies vaccine based on the Vnukovo-32 strain]. In: [Issues of Regional Hygiene, Sanitation and Epidemiology. Abstracts of reports at the scientific-practical conference (December 18–19, 1987)]. Yakutsk; 1987. Iss. 2. P. 153–6.
51. Laishev K.A., Yuzhakov A.A. [Science-based assurance of the disease freedom in reindeer herds of the Russian Arctic zone]. *Veterinariya Segodnya [Veterinary Science Today]*. 2024; 13(2):110–7. DOI: 10.29326/2304-196X-2024-13-2-110-117.

Authors:

Botvinkin A.D., Zarva I.D., Mel'nikov A.V. Irkutsk State Medical University. 1, Krasnogo Vosstaniya St., Irkutsk, 664003, Russian Federation. E-mail: rectorat@irkgmu.ru.

Nikitina A.A. Department of Veterinary Medicine in the Republic of Sakha (Yakutia). 30/1, Kurashova St., Yakutsk, 677000, Russian Federation.

Chernyavsky V.F. Centre of Hygiene and Epidemiology in the Republic of Sakha (Yakutia). 9/1, Oyunskogo St., Yakutsk, 677027, Russian Federation.

Об авторах:

Ботвинкин А.Д., Зарва И.Д., Мельников А.В. Иркутский государственный медицинский университет. Российская Федерация, 664003, Иркутск, ул. Красного Восстания, 1. E-mail: rectorat@irkgmu.ru.

Никитина А.А. Управление ветеринарии Республики Саха (Якутия). Российская Федерация, 677000, Якутск, ул. Курашова, 30/1.

Чернявский В.Ф. Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Саха (Якутия). Российская Федерация, 677027, Якутск, ул. Ойунского, 9/1.