



Оценка риска осложнения эпидемиологической ситуации по сибирской язве с использованием многофакторного анализа и геоинформационных технологий на примере Свердловской области

Ф.В. Логвин¹, Д.К. Герасименко², Н.П. Буравцева², А.Г. Рязанова², В.М. Мезенцев²,
А.В. Никитина², О.В. Семенова², Л.Ю. Аксенова², Т.М. Головинская², И.В. Берестов³,
С.А. Перминова³, В.А. Дорошенко³, А.Н. Куличенко²

¹ ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России,
пер. Нахичеванский, д. 29, г. Ростов-на-Дону, 344022, Российская Федерация

² ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора,
ул. Советская, д. 13–15, г. Ставрополь, 355035, Российская Федерация

³ Управление Роспотребнадзора по Свердловской области,
пер. Отдельный, д. 3, г. Екатеринбург, 620078, Российская Федерация

Резюме

Введение. Сибирская язва сохраняет актуальность в связи с практически повсеместным распространением в Российской Федерации стационарно неблагополучных по этой инфекции пунктов и почвенных очагов. Свердловская область отличается крупными сибиреязвенными эпизоотиями в прошлом.

Цель исследования: оценить риски осложнения эпидемиологической ситуации по сибирской язве по результатам ранжирования с использованием оптимизированной методики многофакторного анализа и геоинформационных технологий на примере Свердловской области.

Материалы и методы. Рассмотрены архивные и актуализированные данные Управления Роспотребнадзора по Свердловской области по сибирской язве. Ранжирование административных территорий региона осуществлено с применением ранее разработанной нами методики многофакторного анализа, основанной на определении ранговых величин характеристик стационарно неблагополучных пунктов (R_{1-8}) и дополненной поправочным коэффициентом ΣR_{1-8} , значения которого зависят от количества внутрисубъектных административных территорий. Введенная модификация позволяет унифицировать методику ранжирования, сравнивать риски по инфекции в субъектах России.

Результаты. В 58 % административных территорий региона отмечена низкая и средняя степени риска осложнения ситуации при наличии территорий высокого риска (42 %), преобладающих на юге и востоке области. Локализация территорий высокого риска и до 70 % стационарно неблагополучных пунктов соотносится с природными зонами, благоприятными для возбудителя сибирской явы (серые лесные, пойменные почвы в широколиственных, лесостепных ландшафтах и др.).

Выводы. В последние десятилетия Свердловская область относительно благополучна по сибирской язве на фоне наличия факторов риска ее осложнения. Результаты ранжирования обеспечат повышение эффективности эпидемиологического надзора за данной инфекцией.

Ключевые слова: сибирская язва, стационарно неблагополучный по сибирской язве пункт, сибиреязвенное захоронение, эпизоотологическая и эпидемиологическая обстановка, факторы риска, ранжирование территорий, ГИС-технологии.

Для цитирования: Логвин Ф.В., Герасименко Д.К., Буравцева Н.П., Рязанова А.Г., Мезенцев В.М., Никитина А.В., Семенова О.В., Аксенова Л.Ю., Головинская Т.М., Берестов И.В., Перминова С.А., Дорошенко В.А., Куличенко А.Н. Оценка риска осложнения эпидемиологической ситуации по сибирской язве с использованием многофакторного анализа и геоинформационных технологий на примере Свердловской области // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 12. С. 74–84. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-74-84

Anthrax Risk Assessment for the Sverdlovsk Region Using Multivariate Analysis and Geoinformation Technologies

Fedor V. Logvin,¹ Diana K. Gerasimenko,² Nina P. Buravtseva,² Alla G. Ryazanova,² Vladimir M. Mezentsev,²
Anna V. Nikitina,² Olga V. Semenova,² Luidmila Yu. Aksenova,² Tatyana M. Golovinskaya,² Ilia V. Berestov,³
Svetlana A. Perminova,³ Victoria A. Doroshenko,³ Alexandr N. Kulichenko²

¹ Rostov State Medical University, 29 Nakhichevsky Lane, Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation

² Stavropol Research Anti-Plague Institute, 13–15 Sovetskaya Street, Stavropol, 355035, Russian Federation

³ Sverdlovsk Regional Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, 3 Otdelny Lane, Yekaterinburg, 620078, Russian Federation

Summary

Introduction: Anthrax remains relevant due to the almost ubiquitous spread in the Russian Federation of anthrax stationary hazardous areas and soil foci. The Sverdlovsk Region is distinguished by large anthrax epizootics in the past.

Objective: To assess anthrax risks based on ranking results using optimized methodology of multiple factor analysis and geoinformation technologies in the Sverdlovsk Region.

Materials and methods: The archival and updated data on anthrax by the Sverdlovsk Regional Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing were examined. The administrative territories of the region were ranked using a previously developed multivariate analysis technique based on the determination of the rank values of characteristics of the stationary hazardous areas (R_{1-8}) and supplemented by a correction factor to ΣR_{1-8} , the values of which depend on the number of the intra-subject administrative territories. The introduced adjustment makes it possible to unify the ranking methodology and compare the risks of infection in the regions of Russia.

Results: In 58 % of the administrative territories of the region, low and medium anthrax risks were established in the presence of high-risk territories (42 %), mostly in the south and east of the region. The location of high-risk territories and

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-12-74-84>
Original Research Article

up to 70 % of stationary hazardous sites correlates with natural zones favorable for the pathogen (gray forest, floodplain soils in broad-leaved, forest-steppe landscapes, etc.).

Conclusions: In recent decades, the Sverdlovsk Region has been characterized by relative well-being in terms of anthrax despite the presence its risk factors. The ranking results will ensure better efficiency of epidemiological surveillance of this infection.

Keywords: anthrax, anthrax stationary hazardous site, anthrax burial site, epizootiological and epidemiological situation, risk factors, ranking of territories, GIS technologies.

Cite as: Logvin FV, Gerasimenko DK, [Buravtseva NP] Ryazanova AG, Mezentsev VM, Nikitina AV, Semenova OV, Aksenova LYU, Golovinskaya TM, Berestov IV, Perminova SA, Doroshenko VA, Kulichenko AN. Anthrax risk assessment for the Sverdlovsk Region using multivariate analysis and geoinformation technologies. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(12):74–84. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-74-84

Введение. Сибирская язва, особо опасное заболевание, общее для человека и животных, ежегодно регистрируется в Российской Федерации [1]. Сибиреязвенные эпизоотии сельскохозяйственных животных (СХЖ), исторически фиксирующиеся на преобладающей территории России, сопровождалась появлением множества стойких почвенных очагов инфекции (за счет способности *Bacillus (B.) anthracis* к формированию спор) с высоким потенциалом повторной активизации [2–6]. В соответствии со справочной информацией, в Российской Федерации зарегистрировано не менее 37 000 стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов (СНП), активных в XIX–XXI вв. более 72 000 раз¹.

Свердловская область – один из крупнейших субъектов Российской Федерации (16-е место по площади территории среди всех регионов России), входящий в состав Уральского федерального округа (УФО) и занимающий северную и среднюю части Уральских гор, западные окраины Западно-Сибирской равнины. Свердловская область отличается высокой численностью (5-е место по России) и плотностью населения (45-е место), является ведущим промышленным центром и значимым транспортно-логистическим узлом страны. В рамках административно-территориального устройства этот субъект УФО включает 30 районов, 25 городов областного значения (г.о.з.), 4 закрытых административно-территориальных образования (ЗАТО)².

Сибирская язва на Урале в прошлом – не редкость. На территории современной Свердловской области отмечались масштабные эпизоотии, прежде всего связанные с широким развитием в регионе скотоводства и табунного коневодства в XVIII–XIX вв.^{3,4}, и эпидемические проявления сибиреязвенной инфекции [7–14].

Вопросы оценки эпизоотолого-эпидемиологической ситуации по сибирской язве с анализом потенциальных рисков ее осложнения на тех или иных территориях Российской Федерации представляют важное направление современных исследований, способствующих совершенствованию всей системы надзора за инфекцией [5, 15–18]. Ранее нами была разработана методика многофакторного ранжирования административно-территориальных единиц (АТЕ) субъектов страны по степени риска ослож-

нения ситуации по сибирской язве [19]. Данная методика подразумевает расчет ранговых величин характеристик СНП и нахождение суммарных рейтингов (ΣR_{1-8}) по каждой АТЕ. Наличие в регионах различного количества АТЕ отражается на значениях ΣR_{1-8} , что в итоге не позволяет сравнивать риски в АТЕ, относящихся к разным субъектам. Поэтому с целью возможности проведения сравнительного анализа различных территорий по степени риска осложнения ситуации целесообразна оптимизация и унификация методики.

Важную роль в совершенствовании эпизоотолого-эпидемиологического надзора за сибирской язвой играют технологии геоинформационных систем (ГИС), обеспечивающие разностороннее и качественное изучение данных, повышение эффективности реагирования на вспышки заболевания и реализации профилактических мероприятий [20–23]. В связи с неблагополучием Свердловской области по сибирской язве в прежние годы, актуально ранжирование территории этого региона по степени риска активизации инфекции с использованием современных информационных подходов.

Цель исследования – оценить риски осложнения эпидемиологической ситуации по сибирской язве по результатам ранжирования с применением оптимизированной методики многофакторного анализа и геоинформационных технологий на примере Свердловской области.

Материалы и методы. В процессе исследования использованы актуализированные данные Управления Роспотребнадзора по Свердловской области по сибирской язве в регионе, архивные, справочные материалы. Имеющиеся сведения о СНП были систематизированы в виде геоинформационных баз данных MS Excel, актуализированы (административная принадлежность, наименования СНП, годы проявления их активности, данные о количестве случаев заболевания животных и людей, географические координаты расположения СНП и др.) и соотнесены в ГИС-программе ArcGIS 10 с административной картой региона для изучения активности СНП, рисков по инфекции и др. [15, 19, 20, 23].

В основе предложенной методики ранжирования административных территорий субъектов Российской

¹ Черкасский Б.Л., ред. Кадастр стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов Российской Федерации. М.: ИНТЕРСЭН, 2005. 829 с.

² Справочник по административно-территориальному делению Свердловской области, утв. Приказом Министерства строительства и развития инфраструктуры Свердловской области от 23.10.2024 № 515-П. <https://minstroy.midural.ru/uploads/document/2755/2024-spravochnik-po-atd-so-prikaz-ot-23102024-515-p.pdf>

³ Черкасский Б.Л. Эпидемиология и профилактика сибирской язви. М.: ИНТЕРСЭН, 2002. 384 с.

⁴ Черкасский Б.Л. Путешествие эпидемиолога во времени и пространстве. Воронеж: ФГУП ИПФ «Воронеж», 2003. 640 с.

Федерации положен анализ оптимального набора основных характеристик СНП, при совокупном учете которых рассчитываются ранговые показатели относительно каждой АТЕ субъекта: количество (ранг R_1), число лет активности (R_2) и кратность активности (R_3) СНП, количество активных СНП (R_4) и число лет их активности (R_5) за последние 10 лет, плотность (R_6) и удельный вес (R_7) СНП, индекс эпизоотичности (R_8) (обобщенный показатель неблагополучия АТЕ, напряженности ситуации, учитывающая как долю СНП, так и степень проявления их активности) [19].

Суммарный рейтинг рангов факторов по каждой АТЕ вычисляется по формуле (1):

$$\Sigma R_{1-8} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_8 \quad (1)$$

Представленная методика ранжирования регионов России предполагает учет числа выделенных внутрисубъектных территорий районов, городских округов и т. п., что ведет к прямой зависимости между значениями рангов факторов риска R_1 – R_8 и общим количеством имеющихся в субъекте АТЕ. С целью приведения методики к унифицированному виду и возможности объективного сравнения потенциальных рисков по сибирской язве в пределах АТЕ субъектов, значительно различающихся составом и общим числом административных территорий, на примере ранжирования Свердловской области были введены поправочные (выравнивающие) коэффициенты (k_n) к ΣR_{1-8} , позволяющие анализировать результаты ранжирования по единой шкале оценки степени риска. В зависимости от количества АТЕ в субъектах присваиваются поправочные коэффициенты k_n от 1,25 до 2,75. Для Свердловской области применен поправочный коэффициент $k_n = 2,75$. Суммарный рейтинг ($\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}}$) с учетом поправочного коэффициента (k_n) рассчитывается по формуле (2):

$$\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}} = (R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_8) : k_n \quad (2)$$

Ранжирование субъектов с учетом выравнивающих коэффициентов допускает распределение АТЕ регионов на 4 группы по степени риска в отношении сибирской язвы. Низкий риск (группа 1) – суммарный рейтинг ($\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}}$) от 0 до 49,9; средний риск (группа 2) – суммарный рейтинг ($\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}}$) от 50,0 до 99,9; высокий риск (группа 3) – суммарный рейтинг ($\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}}$) от 100,0 до 149,9; очень высокий

риск (группа 4) – суммарный рейтинг ($\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}}$) 150,0 и более.

Результаты ранжирования визуализировались на электронной карте субъекта в среде ArcGIS 10. Статистическая обработка выполнялась в MS Excel.

Результаты. По актуализированной информации, на территории Свердловской области насчитывается 372 СНП в 36 из 59 АТЕ (11 г.о.з. и 25 районах), активных в 1900–1984 гг. Большинство пунктов, 221 СНП (59 %), локализовано в 7 районах: Слободо-Туринском (43 СНП), Тугулымском (42), Туринском (31), Ирбитском (29), Камышловском (26), Алапаевском (25), Таборинском (25). Неблагополучными по сибирской язве являются также такие крупные города области, как Екатеринбург, Нижний Тагил, Алапаевск и др. На остальных территориях (24 АТЕ) СНП не обнаружены.

С 1900 г. в регионе сибирская язва отмечалась 595 раз с выраженным преобладанием в 1930–1939 гг. (110 активных СНП/125 вспышек) и 1940–1949 гг. (190/257) (см. рис. 1). Наибольшая частота проявлений инфекции зарегистрирована в Слободо-Туринском (всего 74 вспышки, 34 из них в 1944 г.), Алапаевском (70 очагов, 46 из которых – в 1940–1949 гг.) и Тугулымском (65 вспышек, 37 – в 1939 г.) районах. Последние вспышки зафиксированы в г.о.з. Алапаевске и Белоярском районе в 1984 г.

Согласно имеющимся данным, с 1900 по 1984 г. в 24 АТЕ сибирской язвой заболело не менее 3075 голов (гол.) СХЖ: 1362 лошади, 1260 гол. крупного рогатого скота (КРС), 415 гол. мелкого рогатого скота (МРС), 38 свиней. Значительное количество пораженных СХЖ наблюдалось в Богдановичском районе (более 1803 гол.) и г.о.з. Березовском (720).

Архивные сведения о случаях заболевания сибирской язвой людей в Свердловской области ограничены данными за определенные периоды. В 1908–1979 гг. заражения людей наблюдались в 37 населенных пунктах области с наибольшим числом в 1920–1942 гг. (70 % всех случаев). С 1920 по 1960 г. сибиреязвенная инфекция подтверждена у 856 человек. Случаи болезни людей учтены в 1927, 1945, 1946, 1950, 1974 гг. Также в процессе вспышки сибирской язвы в г. Свердловске в 1979 г. в результате реализации аспирационного механизма передачи возбудителя в инфекционный процесс

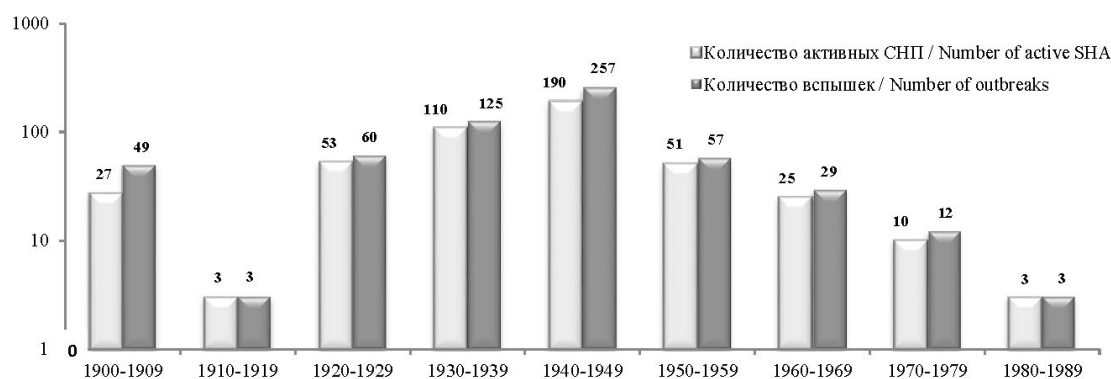


Рис. 1. Проявления активности СНП в Свердловской области по периодам в 1900–1989 гг.

Fig. 1. Manifestations of activity of stationary hazardous areas in the Sverdlovsk Region by decades, 1900–1989

были вовлечены 96 человек с развитием легочной формы болезни и свыше 60 СХЖ^{2,3} [7–14].

После 1979 г. в Свердловской области сибирская язва у людей не отмечалась, а последние зафиксированные случаи среди СХЖ наблюдались в 1983–1984 гг.

На основе оценки $\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}}$ с применением ArcGIS 10 произведено ранжирование АТЕ Свердловской области по степени риска осложнения ситуации по сибирской язве. Поскольку в состав субъекта включены 59 АТЕ, среди которых СНП отсутствуют среди более 30 % АТЕ, то при расчете $\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}}$ использован поправочный коэффициент $k_n = 2,75$. В результате административные территории области распределились на три группы с низким, средним, высоким потенциальным риском, при этом АТЕ очень высокого риска ($\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}} = 150,0$ и более) в данном регионе УФО не представлены (см. табл. и рис. 2).

Группа с низкой степенью риска включает 23 АТЕ, в которых сибирская язва не регистрировалась, СНП отсутствуют.

К группе средней степени риска отнесены 11 АТЕ (4 г.о.з. и 7 районов) с 18 СНП, активными в течение 1927–1984 гг. (22 вспышки). Известно о заболевании 25 КРС, 44 МРС, 1 свиньи, 12 лошадей в 5 АТЕ (г.о.з. Карпинск, г.о.з. Полевской, Белоярский, Верхотурский, Серовский районы). После 1960 г. активность проявляли 2 СНП Белоярского района – это с. Некрасово (1965 г.) и с. Камышево (1979 г., 1984 г.). Среди АТЕ второй группы более высокие значения суммарного рейтинга ($\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}} \geq 91,45$) получены для Пышминского (2 СНП/2 вспышки), Шалинского (3/3), Белоярского (3/4) районов.

Группа высокого риска объединяет 25 АТЕ (7 г.о.з. и 18 районов), в т. ч. г. Екатеринбург и Сысертский район, пострадавшие от вспышки сибирской язвы 1979 г. АТЕ этой группы локализируются на юге, юго-востоке и востоке области. Здесь расположено 354 СНП с 573-кратной активностью (максимум – в 1940–1949 гг.) и заболеванием сибирской язвой свыше 2900 СХЖ; из них более 790 КРС, 1200 лошадей – в Богдановичском районе в 1927–1930 гг. Крупная вспышка произошла в 1950 г. в п. Ключевске (г.о.з. Березовский) с вовлечением в эпизоотический процесс 425 КРС, 267 МРС, 20 свиней, 8 лошадей. Значительное неблагополучие отмечено в Ирбитском ($\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}} = 140,7$), Камышловском (136,7), Слободо-Туринском (148,7), Тугулымском (143,3), Туринском (139,5) районах, где находится до 46,5 % СНП региона и зарегистрировано 43,5 % всех сибиреязвенных очагов. С учетом ранговых величин R_1, R_2, R_{5-8} ($R_{cp} = 58,2$) лидирует Слободо-Туринский район, в пределах которого учтено преобладающее количество СНП (43), кратность их активности (74 очага), присутствуют наиболее высокие риски осложнения ситуации по инфекции.

Характер пространственного распределения СНП, сохранение потенциальной активности расположенных на их территории сибиреязвенных почвенных очагов, эпизоотические проявления инфекции зависят от климатических, почвенных условий среды, эрозийных, антропогенных факторов [3, 4, 8, 24, 25]. Несмотря на то что эти природные

факторы риска не представлены в используемой методике ранжирования, нами проведен анализ соотношения расположения СНП с разными типами почв и ландшафтов для изучения возможности использования данного критерия при определении территорий с более высоким риском проявления инфекции.

Свердловская область находится в трех природных районах – Восточно-Европейском равнинном, Западно-Сибирском равнинном, Уральском равнинно-горном. Климат умеренно холодный, континентальный, до 80 % всей территории входит в таежную зону, на юго-востоке, крайнем юго-западе региона встречаются участки лесостепей. В Свердловской области имеется порядка 35 типов почв.

В результате соотношения локализации СНП с зонами различных почвенно-ландшафтных типов показано, что до 340 СНП высокой (325 СНП) и средней (15) групп риска представлены на территориях, наиболее благоприятных для существования *B. anthracis*: широколиственные, таежные, лесостепные ландшафты в сочетании с дерновыми, серыми лесными, пойменными черноземными типами почв с содержанием гумуса до 6–10 %. Климатические условия перечисленных природных зон заметно более мягкие, чем в западных, северных, северо-восточных районах области.

АТЕ с низкой, средней степенью риска занимают обширные северные, западные территории, где отмечается суровый климат, повышенная кислотность с застойной переувлажненностью почв, содержание гумуса в почвах не превышает 2–5 %.

Обсуждение. Учет СНП и мониторинг их активности являются важным компонентом эпидемиологического надзора за сибирской язвой. Длительное сохранение в почве жизнеспособности спор *B. anthracis* обуславливает актуальность ретроспективных данных об активности инфекции, поэтому наличие СНП расценивается как значимый фактор потенциального риска осложнения ситуации по сибирской язве.

В процессе анализа ретроспективных проявлений инфекции в Свердловской области в 1900–1989 гг. отмечено, что динамика активности сибирской язвы претерпевала заметные изменения, а наиболее неблагополучным оказался период 1930–1949 гг. (382 вспышки). Сравнительно невысокое число активных СНП и вспышек до 1930-х гг. может указывать на отсутствие полных, официально задокументированных данных о реальных масштабах сибиреязвенных проявлений. Вводимая в СССР в 1950-х гг. плановая вакцинация восприимчивых СХЖ и становление государственного санитарного-эпидемиологического и ветеринарного надзора обеспечили достоверное снижение общего количества вспышек, а дальнейшее усовершенствование деятельности надзорных служб с ежегодной вакцинацией СХЖ привели к снижению заболеваемости данной инфекцией до спорадического уровня и прекращению ее регистрации после 1984 г. В связи с этим, все 372 СНП Свердловской области – это старые и неманифестные пункты [3].

Изучение особенностей активности сибирской язвы за весь период ее регистрации в Свердловской

Таблица. Результаты многофакторного ранжирования Свердловской области по степени риска осложнения ситуации по сибирской язве
Table. Results of multiple factor ranking of the Sverdlovsk Region by anthrax risk

№	Административно-территориальные единицы / Administrative units	Количество СНП / Number of SHA		Число лет активности СНП / Number of SHA activity years		Количество активных СНП за последние 10 лет / Number of active SHA in the last 10 years		Число лет активности СНП за последние 10 лет / Number of SHA activity years in the last 10 years		Кратность СНП / Multiplicity of SHA activity		Плотность СНП (на 1000 км²) / Density of SHA (per 1,000 km²)		Удельный вес СНП / Specific gravity of SHA		Индекс эпизоотичности / Epizootic index		ΣR_{1-8} ($k_n = 2,75$) / $\Sigma R_{1-8, \text{кор}}$ ($k_n = 2,75$)	Группа риска / Risk group	
		n	R_1	n	R_2	n	R_3	n	R_4	n	R_5	n	R_6	n	R_7	n	R_8			
1	г.о.з. Алапаевск / Alapaevsk	2	34,5	2	31,5	0	30	0	30	2	30	1,848	38	0,2	45,5	0,005	38	277,5	100,9	3
2	г.о.з. Асбест / Asbest	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
3	г.о.з. Березовский / Berезovsky	3	39	1	26,5	0	30	0	30	3	34,5	2,664	44	0,176	43	0,002	33	280	101,8	3
4	г.о.з. Верхняя Пышма / Verkhnyaya Pyshma	3	39	3	35,5	0	30	0	30	3	34,5	2,641	43	0,107	35	0,004	37	284	103,3	3
5	г.о.з. Екатеринбург / Yekaterinburg	3	39	8	51,5	0	30	0	30	15	46	2,616	42	0,158	40,5	0,015	45	324	117,8	3
6	г.о.з. Заречный / Zarechny	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
7	г.о.з. Ивдель / Ivdel	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
8	г.о.з. Ирбит / Irbt	1	28	4	40	0	30	0	30	4	39	15,625	57	1	58,5	0,048	53,5	336	122,2	3
9	г.о.з. Каменск-Уральский / Kamensk-Uralsky	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
10	г.о.з. Камышлов / Kamyshevsk	1	28	4	40	0	30	0	30	7	41	19,231	59	1	58,5	0,048	53,5	340	123,6	3
11	г.о.з. Карпинск / Karpinsk	1	28	1	26,5	0	30	0	30	1	26	0,167	25	0,111	37	0,001	30,5	233	84,73	2
12	г.о.з. Качканар / Kachkanar	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
13	г.о.з. Кировград / Kirovgrad	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
14	г.о.з. Красноуральск / Krasnourensk	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
15	г.о.з. Красноуральск / Krasnourensk	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
16	г.о.з. Красноуфимск / Krasnoufimsk	1	28	3	35,5	0	30	0	30	3	34,5	7,874	53	0,2	45,5	0,007	39	295,5	107,5	3
17	г.о.з. Кушва / Kushva	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
18	г.о.з. Нижний Тагил / Nizhny Tagil	1	28	1	26,5	0	30	0	30	1	26	0,244	27	0,045	29	0,0005	25,5	222	80,73	2
19	г.о.з. Нижняя Салда / Nizhnyaya Sald	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
20	г.о.з. Нижняя Тура / Nizhnyaya Tura	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
21	г.о.з. Первоуральск / Pervouralsk	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
22	г.о.з. Полевской / Polevskoy	1	28	1	26,5	0	30	0	30	1	26	0,645	32	0,077	34	0,0009	27,5	234	85,09	2
23	г.о.з. Ревда / Revda	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
24	г.о.з. Североуральск / Severouralsk	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1

Продолжение таблицы / Table continued

№	Административно-территориальные единицы / Administrative units	Количество СНП / Number of SHA		Число лет активности СНП / Number of SHA activity years		Количество активных СНП за последние 10 лет / Number of active SHA in the last 10 years		Число лет активности СНП за последние 10 лет / Number of SHA activity years in the last 10 years		Кратность СНП / Multiplicity of SHA activity		Плотность СНП (на 1000 км²) / Density of SHA (per 1,000 km²)		Удельный вес СНП / Specific gravity of SHA		Индекс эпизоотичности / Epizootic index		ΣR_{i-g} $(K_n = 2,75)$ $\Sigma R_{i-g}^{кор.}$ $(K_n = 2,75)$	Группа риска / Risk group	
		n	R _i	n	R ₂	n	R ₃	n	R ₄	n	R ₅	n	R ₆	n	R ₇	n	R ₈			
25	г.о.з. Серов / Serov	1	28	1	26,5	0	30	0	30	1	26	0,149	24	0,027	24	0,0003	24	212,5	77,27	2
26	ЗАТО Лесной / Lesnoy	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
27	ЗАТО Нововуральск / Novouralsk	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
28	ЗАТО Свободный / Svobodny	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
29	ЗАТО Уральский / Uralsky	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
30	Алапаевский район / Alapaevsky district	25	53,5	12	55,5	0	30	0	30	70	58	2,491	40	0,221	47	0,032	49	363	132	3
31	Артемовский район / Artemovsky district	10	45,5	4	40	0	30	0	30	11	43,5	4,993	51	0,323	50	0,014	44	334	121,5	3
32	Артинский район / Artinsky district	4	42	4	40	0	30	0	30	4	39	1,439	37	0,068	32	0,003	35	285	103,6	3
33	Ачитский район / Achitsky district	2	34,5	2	31,5	0	30	0	30	3	34,5	0,963	34	0,038	26	0,0009	27,5	248	90,18	2
34	Байкаловский район / Baykalovsky district	11	47,5	6	45,5	0	30	0	30	16	47	4,797	50	0,164	42	0,012	43	335	121,8	3
35	Белоярский район / Beloyarsky district	3	39	4	40	0	30	0	30	4	39	0,612	30,5	0,065	31	0,003	35	274,5	99,82	2
36	Богдановичский район / Bogdanovichsky district	6	44	6	45,5	0	30	0	30	12	45	4,005	47	0,154	38,5	0,011	42	322	117,1	3
37	Верхнесалдинский район / Verkhnesaldinsky district	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
38	Верхотурский район / Verkhotursky district	2	34,5	2	31,5	0	30	0	30	2	30	0,406	28	0,045	29	0,001	30,5	243,5	88,55	2
39	Гаринский район / Garinsky district	11	47,5	6	45,5	0	30	0	30	18	48	0,656	33	0,275	48	0,020	46	328	119,3	3
40	Ирбитский район / Irbitsky district	29	56	16	59	0	30	0	30	45	56	6,141	52	0,282	49	0,054	55	387	140,7	3
41	Каменский район / Kamensky district	10	45,5	5	43	0	30	0	30	11	43,5	4,660	49	0,154	38,5	0,009	41	320,5	116,5	3
42	Камышловский район / Kamyshevsky district	26	55	7	49	0	30	0	30	36	54	11,728	55	0,481	53	0,040	50	376	136,7	3
43	Красноуфимский район / Krasnoufimsky district	12	49	12	55,5	0	30	0	30	24	50,5	3,517	46	0,179	44	0,026	47	352	128	3
44	Невьянский район / Nelyaysky district	1	28	3	35,5	0	30	0	30	3	34,5	0,498	29	0,028	25	0,001	30,5	242,5	88,18	2
45	Нижнесергинский район / Nizhneserginsky district	5	43	6	45,5	0	30	0	30	9	42	1,002	35	0,109	36	0,008	40	301,5	109,6	3

Продолжение таблицы / Table continued

№	Административно-территориальные единицы / Administrative units	Количество СНП / Number of SHA		Число лет активности СНП / Number of SHA activity years		Количество активных СНП за последние 10 лет / Number of active SHA in the last 10 years		Число лет активности СНП за последние 10 лет / Number of SHA activity years in the last 10 years		Кратность СНП / Multiplicity of SHA activity		Плотность СНП (на 1000 км²) / Density of SHA (per 1,000 km²)		Удельный вес СНП / Specific gravity of SHA		Индекс эпизоотичности / Epizootic index		ΣR_{i-g} ($K_i = 2,75$) / $\Sigma R_{i-g \text{ кор.}}$ ($K_i = 2,75$)	Группа риска / Risk group
		n	R_1	n	R_2	n	R_3	n	R_4	n	R_5	n	R_6	n	R_7	n	R_8		
46	Новолялинский район / Novolyalinsky district	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	48	1
47	Пригородный район / Prigodny district	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	48	1
48	Пышминский район / Pysiminsky district	2	34,5	2	31,5	0	30	0	30	2	30	1,053	36	0,045	29	0,001	30,5	251,5	2
49	Режевской район / Rezhovsky district	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	48	1
50	Серовский район / Serovsky district	1	28	1	26,5	0	30	0	30	1	26	0,209	26	0,042	27	0,0005	25,5	219	2
51	Свободо-Туринский район / Slobodo-Turinsky district	43	59	14	57	0	30	0	30	74	59	15,873	58	0,935	57	0,156	59	409	3
52	Суходолжский район / Sukholozhsky district	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	48	1
53	Сысертский район / Sysertsy district	18	52	8	51,5	0	30	0	30	22	49	8,863	54	0,439	52	0,042	51	369,5	3
54	Таборинский район / Taborinsky district	25	53,5	7	49	0	30	0	30	31	53	2,199	39	0,781	55	0,065	57	366,5	3
55	Тавдинский район / Tavdinsky district	17	51	10	53,5	0	30	0	30	24	50,5	2,600	41	0,395	51	0,047	52	359	3
56	Талицкий район / Talitsky district	15	50	15	58	0	30	0	30	25	52	3,364	45	0,158	40,5	0,028	48	353,5	3
57	Тугулымский район / Tugulymsky district	42	58	7	49	0	30	0	30	65	57	12,601	56	0,808	56	0,067	58	394	3
58	Туринский район / Turinsky district	31	57	10	53,5	0	30	0	30	39	55	4,126	48	0,492	54	0,059	56	383,5	3
59	Шалинский район / Shalinsky district	3	39	3	35,5	0	30	0	30	3	34,5	0,612	30,5	0,071	33	0,003	35	267,5	2
Итого / Total		372	1770	—	1770	—	1770	—	1770	595	1770	—	1770	—	1770	—	1770	—	—

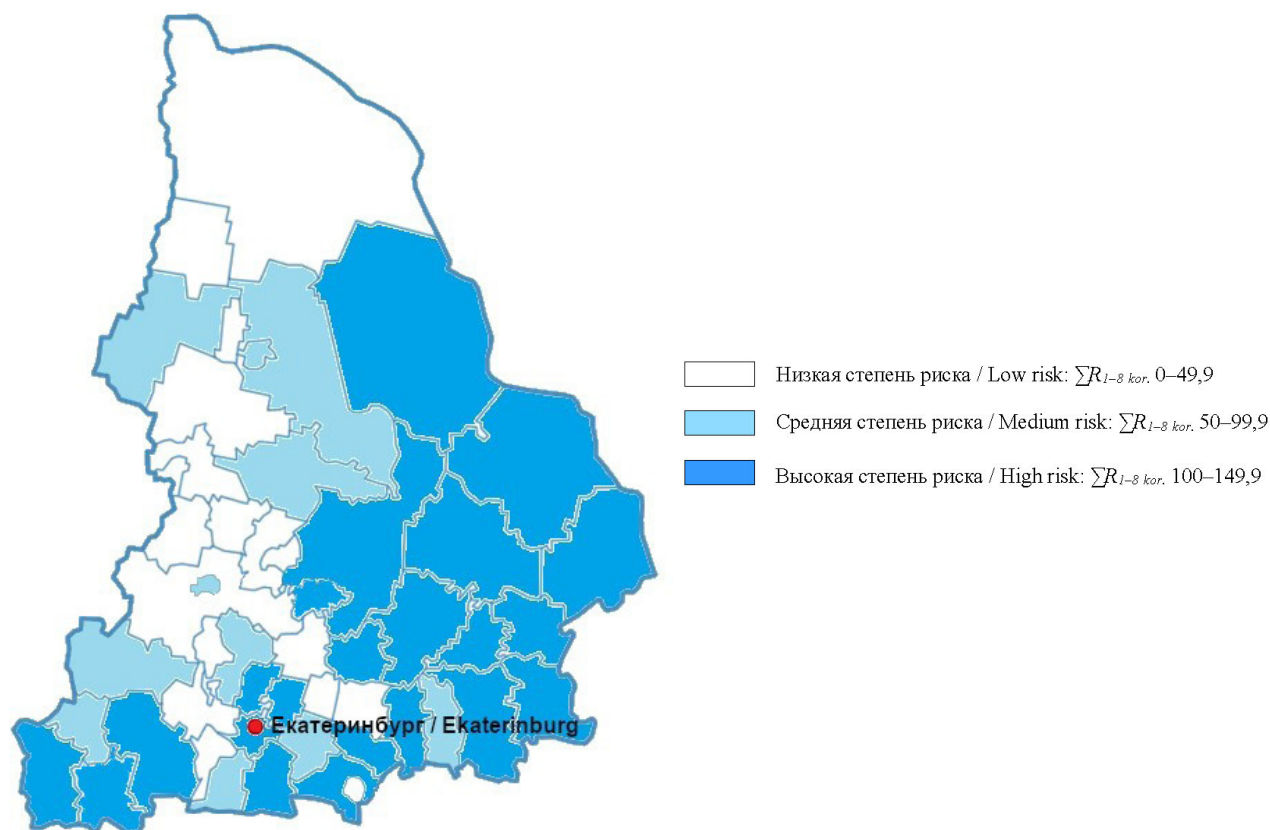


Рис. 2. Распределение административных территорий Свердловской области на группы по степени потенциального риска осложнения ситуации по сибирской язве

Fig. 2. Distribution of administrative territories of the Sverdlovsk Region by anthrax risk

области в сочетании с многофакторным ранжированием АТЕ субъекта по степени риска осложнения ситуации в отношении сибирской язвы проведены впервые. Ранжирование с учетом $\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}}$ позволило скорректировать имеющуюся методику многофакторного анализа и выделить в Свердловской области три группы АТЕ с низкой (23 АТЕ), средней (11) и высокой (25) степенью риска. В Ирбитском, Камышловском, Туринском, Слободо-Туринском, Тугулымском районах, где актуализировано не менее 45 % всех СНП с максимальным суммарным рейтингом ($\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}} \geq 136,7$), выявлены более высокие риски осложнения ситуации. При относительном благополучии региона по инфекции с отсутствием вспышек за последние 40 лет потенциальные риски осложнения ситуации определены для обширных территорий, относящихся к группам среднего и высокого риска и составляющих до 60 % всех АТЕ области (преимущественно в южных и восточных частях региона). Значительные проявления сибиреязвенного неблагополучия в прошлом и наибольшие риски осложнения ситуации в настоящее время установлены в 5 районах третьей группы, отличающихся максимальными абсолютными и ранговыми величинами количества, кратности активности СНП и связанными с ними расчетными показателями. Однако и в АТЕ среднего риска также возможна активизация болезни, что связано, со «вскрытием» почвенных очагов сибирской язвы в результате воздействия антропогенных

(неполный охват вакцинацией СХЖ и др.) и природных (климатические изменения и др.) факторов. Результаты закономерностей расположения СНП в целом показали приуроченность локализации АТЕ, входящих в группу высокого риска, к территориям с преобладанием типов почв, благоприятных для поддержания жизненного цикла *B. anthracis*.

Введение в разработанную методику ранжирования поправочных (выравнивающих) коэффициентов к ΣR_{1-8} на примере Свердловской области позволило усовершенствовать, унифицировать данную методику с возможностью межсубъектного сравнения и анализа рисков по инфекции.

Закключение. Проведенный ретроспективный анализ ситуации по сибирской язве в Свердловской области показал, что в настоящее время в данном субъекте наблюдается относительное благополучие по инфекции, свидетельствующее о действенной системе надзора и профилактики сибирской язвы, реализующейся в регионе, на фоне наличия факторов риска ее осложнения.

Использование среды ГИС позволяет изучить особенности активности СНП, связь их размещения и экологической приуроченности в пределах районов (городских округов) с условиями среды (климатическими, почвенно-ландшафтными и др.), а также характер расположения АТЕ разных групп риска с природными факторами. Данные факторы могут рассматриваться в качестве дополнительных критериев, определяющих способность *B. anthracis*

к длительной жизнеспособности в почве, для более полной оценки рисков.

Реализация результатов многофакторного ранжирования в сочетании с ГИС обеспечат повышение эффективности эпидемиологического надзора за сибирской язвой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рязанова А.Г., Скударева О.Н., Герасименко Д.К. и др. Анализ эпизоотолого-эпидемиологической обстановки по сибирской язве в 2023 году в мире, прогноз на 2024 год в Российской Федерации // Проблемы особо опасных инфекций. 2024. № 3. С. 35–41. doi: 10.21055/0370-1069-2024-3-35-41
2. Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Демина Ю.В. и др. Пути совершенствования эпидемиологического надзора и контроля за сибирской язвой в Российской Федерации // Проблемы особо опасных инфекций. 2017. № 1. С. 84–88. doi: 10.21055/0370-1069-2017-1-84-88
3. Маринин Л.И., Дятлов И.А., Шишкова Н.А., Фирстова В.В. Сибирская язва вчера и сегодня. М.: Династия, 2021. 648 с.
4. Родионов А.П., Артемьева Е.А., Мельникова Л.А., Косарев М.А., Иванова С.В. Особенности природной очаговости сибирской язвы и экологии *Bacillus anthracis* // Ветеринария сегодня. 2021. № 2. С. 151–158. doi: 10.29326/2304-196X-2021-2-37-151-158
5. Дугаржапова З.Ф., Чеснокова М.В., Иванова Т.А. и др. Совершенствование методических подходов к обследованию сибиреязвенных захоронений и скотомогильников // Проблемы особо опасных инфекций. 2019. № 4. С. 41–47. doi: 10.21055/0370-1069-2019-4-41-47
6. Игловский С.А., Крячюнас В.В. Сибиреязвенные захоронения – потенциальная угроза при изменении криолитозоны Европейского севера России // Анализ риска здоровью. 2021. № 1. С. 108–114. doi: 10.21668/health.risk/2021.1.11
7. Джупина С.И. Особенности эпизоотической вспышки сибирской язвы в Свердловской области в 1979 году // Ветеринарная патология. 2004. № 3. С. 66–72.
8. Маринин Л.И., Онищенко Г.Г., Кравченко Т.Б. и др. Сибирская язва человека: эпидемиология, профилактика, диагностика, лечение. М.: ГИГИЕНА, 2008. 416 с.
9. Meselson M, Guillemin J, Hugh-Jones M, et al. The Sverdlovsk anthrax outbreak of 1979. *Science*. 1994;266(5188):1202–1208. doi: 10.1126/science.7973702
10. Sahl JW, Pearson T, Okinaka R, et al. A *Bacillus anthracis* genome sequence from the Sverdlovsk 1979 autopsy specimens. *mBio*. 2016;7(5):e01501–e01516. doi: 10.1128/mBio.01501-16
11. Balmer B. Intelligence, ignorance, and diplomacy in the Cold War: The UK reaction to the Sverdlovsk anthrax outbreak. *JHoK*. 2021;2(1):9. doi: 10.5334/jhk.44
12. Ashiq HT, Khan B, Anjum A, et al. *Bacillus anthracis*: A bioterrorism agent. In: Abbas RZ, Saeed NM, Younus M, Aguilar-Marcelino L, Khan A, eds. *One Health Triad*. Faisalabad, Pakistan: Unique Scientific Publishers; 2023;2:34–40. doi: 10.47278/book.oh/2023.38
13. Zhang P, MacIntyre CR, Chen X, Chughtai AA. Application of the modified Grunow-Finke risk assessment tool to the Sverdlovsk anthrax outbreak of 1979. *Mil Med*. 2024;usae289. doi: 10.1093/milmed/usae289
14. Sheneni VD, Akomolafe AP. Anthrax: A global health concern. *Int J Curr Res Chem Pharm Sci*. 2023;10(7):14–31. doi: 10.22192/ijcrps.2023.10.07.003
15. Раичич С.Р., Сабурова С.А., Шабейкин А.А., Симонова Е.Г. Оценка ситуации по сибирской язве на основе ранжирования территорий по степени риска // Проблемы особо опасных инфекций. 2020. № 4. С. 125–132. doi: 10.21055/0370-1069-2020-4-125-132
16. Чеканова Т.А., Локтионова М.Н., Петремгвдлшвили К., Ладный В.И., Акимкин В.Г. Вклад Центрального научно-исследовательского института эпидемиологии в совершенствование системы эпизоотолого-эпидемиологического надзора за сибирской язвой в Российской Федерации // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2023. Т. 13, № 2. С. 9–13. doi: 10.18565/epidem.2023.13.2.9-13
17. Шабейкин А.А., Чеканова Т.А., Белименко В.В., Лопунов С.В. Анализ факторов, предопределяющих современные особенности проявления эпизоотического процесса сибирской язвы на территории Российской Федерации // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 112. С. 283–291. doi: 10.21515/1999-1703-112-283-291
18. Дугаржапова З.Ф., Ивачева М.А., Чеснокова М.В. и др. Сибирская язва в Приморском крае (1919–2020 гг.). Сообщение 2. Эпизоотолого-эпидемиологическая ситуация и районирование административных территорий // Проблемы особо опасных инфекций. 2021. № 4. С. 67–78. doi: 10.21055/0370-1069-2021-4-67-78
19. Логвин Ф.В., Куличенко А.Н., Буравцева Н.П. и др. Разработка методики ранжирования административных территорий субъектов Российской Федерации по степени риска осложнения эпизоотолого-эпидемиологической ситуации по сибирской язве на основе многофакторного анализа // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2022. № 4. С. 26–33. doi: 10.18565/epidem.2022.12.4.26-33
20. Симонова Е.Г., Шабейкин А.А., Раичич С.Р. и др. Применение геоинформационных технологий для оценки эпизоотологической и эпидемиологической ситуации по сибирской язве // Анализ риска здоровью. 2019. № 3. С. 74–82. doi: 10.21668/health.risk/2019.3.09
21. Каурова З.Г., Мкртчян Л.А., Мкртчян М.Э. и др. Применение в эпизоотологическом картографировании экологической информации // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. 2022. № 3. С. 141–149. doi: 10.31588/2413-4201-1883-3-251-141
22. Сарсков С.А., Выюшков М.В., Полянина А.В., Славин С.Л., Зайцева Н.Н. Геоинформационный программный комплекс «Эпидемиологический атлас России» по актуальным инфекционным заболеваниям // Современные технологии в медицине. 2023. Т. 15. № 6. С. 22–30. doi: 10.17691/stm2023.15.6.03
23. Буравцева Н.П., Мезенцев В.М., Рязанова А.Г. и др. Использование геоинформационных систем для создания электронной базы данных сибиреязвенных захоронений на территории Ставропольского края // Проблемы особо опасных инфекций. 2019. Т. 4. № 4. С. 31–36. doi: 10.21055/0370-1069-2019-4-31-36
24. Carlson CJ, Kracalik IT, Ross N, et al. The global distribution of *Bacillus anthracis* and associated anthrax risk to humans, livestock and wildlife. *Nat Microbiol*. 2019;4(8):1337–1343. doi: 10.1038/s41564-019-0435-4
25. Driciru M, Rwego IB, Ndimuligo SA, et al. Environmental determinants influencing anthrax distribution in Queen Elizabeth Protected Area, Western Uganda. *PLoS One*. 2020;15(8):e0237223. doi: 10.1371/journal.pone.0237223

REFERENCES

1. Ryazanova AG, Skudareva ON, Gerasimenko DK, et al. Analysis of the epizootiological and epidemiological situation on anthrax in the world in 2023, the forecast for 2024 in the Russian Federation. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy*. 2024;(3):35–41. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2024-3-35-41

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-12-74-84>
Original Research Article

2. Popova AYu, Ezhlova EB, Demina YuV, *et al.* Ways to improve the epidemiological surveillance and control of anthrax in the Russian Federation. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2017;(1):84-88. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2017-1-84-88
3. Marinin LI, Dyatlov IA, Shishkova NA, Firstova VV. [Anthrax: Yesterday and Today.] Moscow: Dynasty Publ.; 2021. (In Russ.)
4. Rodionov AP, Artemeva EA, Melnikova LA, Kosarev MA, Ivanova SV. Features of anthrax natural foci and *Bacillus anthracis* ecology. *Veterinary Science Today.* 2021;(2(37)): 151-158. doi: 10.29326/2304-196X-2021-2-37-151-158
5. Dugarzhapova ZF, Chesnokova MV, Ivanova TA, Kosilko SA, Balakhonov SV. Improvement of methodical approaches to investigation of anthrax burials and animal burial sites. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2019;(4):41-47. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2019-4-41-47
6. Iglovsky SA, Kriauciunas VV. Anthrax cattle burials as a potential threat caused by changes in cryolite zones in the Northern European part of Russia. *Health Risk Analysis.* 2021;(1):108-114. doi: 10.21668/health.risk/2021.1.11.eng
7. Dzhupina SI. [Characteristics of the epizootic outbreak of anthrax in the Sverdlovsk Region in 1979.] *Veterinarnaya Patologiya.* 2004;(3(10)):66-72. (In Russ.)
8. Marinin LI, Onishchenko GG, Kravchenko TB, *et al.* [Anthrax in Humans: Epidemiology, Prevention, Diagnostics, Treatment. Moscow: GIGIENA Publ.; 2008. (In Russ.)
9. Meselson M, Guillemin J, Hugh-Jones M, *et al.* The Sverdlovsk anthrax outbreak of 1979. *Science.* 1994;266(5188):1202-1208. doi: 10.1126/science.7973702
10. Sahl JW, Pearson T, Okinaka R, *et al.* A *Bacillus anthracis* genome sequence from the Sverdlovsk 1979 autopsy specimens. *mBio.* 2016;7(5):e01501-e01516. doi: 10.1128/mBio.01501-16
11. Balmer B. Intelligence, ignorance, and diplomacy in the Cold War: The UK reaction to the Sverdlovsk anthrax outbreak. *JHoK.* 2021;2(1):9. doi: 10.5334/jhk.44
12. Ashiq HT, Khan B, Anjum A, *et al.* *Bacillus anthracis*: A bioterrorism agent. In: Abbas RZ, Saeed NM, Younus M, Aguilar-Marcelino L, Khan A, eds. *One Health Triad.* Faisalabad, Pakistan: Unique Scientific Publishers; 2023;2:34-40. doi: 10.47278/book.oh/2023.38
13. Zhang P, MacIntyre CR, Chen X, Chughtai AA. Application of the modified Grunow-Finke risk assessment tool to the Sverdlovsk anthrax outbreak of 1979. *Mil Med.* 2024;usae289. doi: 10.1093/milmed/usae289
14. Sheneni VD, Akomolafe AP. Anthrax: A global health concern. *Int J Curr Res Chem Pharm Sci.* 2023;10(7):14-31. doi: 10.22192/ijcrps.2023.10.07.003
15. Raichich SR, Saburova SA, Shabeikin AA, Simonova EG. Assessment of the situation on anthrax based on ranking territories by the degree of risk. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2020;(4):125-132. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2020-4-125-132
16. Chekanova TA, Loktionova MN, Petremgvdilshvili K, Ladnyi VI, Akimkin VG. The contribution of the Central Research Institute of Epidemiology to the improvement of the system of epizootological and epidemiological surveillance for anthrax in the Russian Federation. *Epidemiologiya i Infektsionnye Bolezni. Aktual'nye Voprosy.* 2023;13(2):9-13. (In Russ.) doi: 10.18565/epidem.2023.13.2.9-13
17. Shabeikin AA, Chekanova TA, Belimenko VV, Lopunov SV. The factors analysis determining the modern anthrax epizootic process in the Russian Federation. *Trudy Kubanskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta.* 2024;(112):283-291. (In Russ.) doi: 10.21515/1999-1703-112-283-291
18. Dugarzhapova ZF, Ivacheva MA, Chesnokova MV, *et al.* Anthrax in Primorsky Territory (1919-2020). Communication 2. Epizootological-epidemiological situation and zoning of administrative territories. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2021;(4):67-78. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2021-4-67-78
19. Logvin FV, Kulichenko AN, Buravtseva NP, *et al.* Development of a procedure for ranking the administrative territories in the constituent entities of the Russian Federation according to the degree of risk for complicating the epizootological and epidemiological situation of anthrax on the basis of multivariate analysis. *Epidemiologiya i Infektsionnye Bolezni. Aktual'nye Voprosy.* 2022;12(4):26-33. (In Russ.) doi: 10.18565/epidem.2022.12.4.26-33
20. Simonova EG, Shabeikin AA, Raichich SR, *et al.* Geo-information technologies for assessing epizootologic and epidemiologic situation with anthrax. *Health Risk Analysis.* 2019;(3):74-82. doi: 10.21668/health.risk/2019.3.09.eng
21. Kaurova ZG, Mkrtchyan LA, Mkrtchyan ME, *et al.* Application in epizootological mapping of environmental information. *Uchenye Zapiski Kazanskoy Gosudarstvennoy Akademii Veterinarnoy Meditsiny im. N.E. Bauman.* 2022;251(3):141-149. (In Russ.) doi: 10.31588/2413_4_201_1883_3_251_141
22. Sarskov SA, Vyushkov MV, Polyanina AV, Slavin SL, Zaitseva NN. GIS software package "Epidemiological Atlas of Russia" on current infectious diseases. *Sovremennye Tekhnologii v Meditsine.* 2023;15(6):22-30. (In Russ.) doi: 10.17691/stm2023.15.6.03
23. Buravtseva NP, Mesentsev VM, Ryazanova AG, *et al.* Use of geographic information systems for creation of electronic database of anthrax burial sites in the Stavropol Territory. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2019;(4):31-36. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2019-4-31-36
24. Carlson CJ, Kracalik IT, Ross N, *et al.* The global distribution of *Bacillus anthracis* and associated anthrax risk to humans, livestock and wildlife. *Nat Microbiol.* 2019;4(8):1337-1343. doi: 10.1038/s41564-019-0435-4
25. Driciru M, Rwego IB, Ndimuligo SA, *et al.* Environmental determinants influencing anthrax distribution in Queen Elizabeth Protected Area, Western Uganda. *PLoS One.* 2020;15(8):e0237223. doi: 10.1371/journal.pone.0237223

Сведения об авторах:

✉ **Логвин Федор Васильевич** – к.м.н., доцент, заведующий кафедрой эпидемиологии ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: atlz3@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4410-1677>.

Герасименко Диана Константиновна – младший научный сотрудник лаборатории сибирской язвы ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8636-6585>.

Буравцева Нина Пантелеймоновна – д.м.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории сибирской язвы ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0756-5405>.

Рязанова Алла Геннадьевна – к.м.н., заведующий лабораторией сибирской язвы – врач-бактериолог ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5196-784X>.

Мезенцев Владимир Матвеевич – к.м.н., старший научный сотрудник лаборатории эпидемиологии ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0613-861X>.

Никитина Анна Владимировна – младший научный сотрудник лаборатории сибирской язвы ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4544-7860>.

Семенова Ольга Викторовна – к.б.н., научный сотрудник лаборатории сибирской язвы ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0274-898X>.

Аксенова Людмила Юрьевна – к.м.н., старший научный сотрудник лаборатории сибирской язвы ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7744-3112>.

Головинская Татьяна Михайловна – к.б.н., научный сотрудник лаборатории сибирской язвы ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6475-4512>.

Берестов Илья Викторович – главный специалист-эксперт отдела надзора по коммунальной гигиене Управления Роспотребнадзора по Свердловской области; e-mail: berestov_iv@66.rospotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8738-0136>.

Перминова Светлана Анатольевна – начальник отдела надзора на транспорте и санитарной охраны территории Управления Роспотребнадзора по Свердловской области; e-mail: perminova_sa@66.rospotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8838-515X>.

Дорошенко Валерия Александровна – специалист-эксперт отдела надзора на транспорте и санитарной охраны территории Управления Роспотребнадзора по Свердловской области; e-mail: doroshenko_va@66.rospotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8558-9634>.

Куличенко Александр Николаевич – академик РАН, д.м.н., профессор, директор ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: stavnipchi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9362-3949>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Логвин Ф.В., Куличенко А.Н., Рязанова А.Г., Буравцева Н.П.*; сбор данных: *Берестов И.В., Перминова С.А., Дорошенко В.А.*; анализ и интерпретация результатов: *Рязанова А.Г., Буравцева Н.П., Герасименко Д.К., Мезенцев В.М., Никитина А.В., Семенова О.В.*; литературный обзор: *Аксенова Л.Ю., Головинская Т.М.*; подготовка рукописи: *Логвин Ф.В., Рязанова А.Г., Герасименко Д.К.* Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует представления заключения комитета по био-медицинской этике или иных документов.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 11.10.24 / Принята к публикации: 10.12.24 / Опубликовано: 26.12.24

Author information:

✉ Fedor V. Logvin, Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Head of Epidemiology Department, Rostov State Medical University; e-mail: atlz3@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4410-1677>.

Diana K. Gerasimenko, Junior Researcher, Anthrax Laboratory, Stavropol Research Anti-Plague Institute; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8636-6585>.

Nina P. Buravtseva, Dr. Sci. (Med.), Prof., Chief Researcher, Anthrax laboratory, Stavropol Research Anti-Plague Institute; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0756-5405>.

Alla G. Ryazanova, Cand. Sci. (Med.), bacteriologist, Head of Anthrax Laboratory, Stavropol Research Anti-Plague Institute; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5196-784X>.

Vladimir M. Mezentssev, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Epidemiology Laboratory, Stavropol Research Anti-Plague Institute; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0613-861X>.

Anna V. Nikitina, Junior Researcher, Anthrax Laboratory, Stavropol Research Anti-Plague Institute; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4544-7860>.

Olga V. Semenova, Cand. Sci. (Biol.), Researcher, Anthrax Laboratory, Stavropol Research Anti-Plague Institute; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0274-898X>.

Luidmila Yu. Aksenova, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Anthrax Laboratory, Stavropol Research Anti-Plague Institute; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7744-3112>.

Tatyana M. Golovinskaya, Cand. Sci. (Biol.), Researcher, Anthrax Laboratory, Stavropol Research Anti-Plague Institute; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6475-4512>.

Ilia V. Berestov, Chief Specialist/Expert, Department of Municipal Hygiene Supervision, Sverdlovsk Regional Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; e-mail: berestov_iv@66.rospotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8738-0136>.

Svetlana A. Perminova, Head of Department of Transport Supervision and Sanitary Protection of Territory, Sverdlovsk Regional Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; e-mail: perminova_sa@66.rospotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8838-515X>.

Valeria A. Doroshenko, Specialist/Expert, Department of Transport Supervision and Sanitary Protection of Territory, Sverdlovsk Regional Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; e-mail: doroshenko_va@66.rospotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8558-9634>.

Alexandr N. Kulichenko, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Med.), Prof.; Director, Stavropol Research Anti-Plague Institute; e-mail: stavnipchi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9362-3949>.

Author contributions: study conception and design: *Logvin F.V., Kulichenko A.N., Ryazanova A.G., Buravtseva N.P.*; data collection: *Berestov I.V., Perminova S.A., Doroshenko V.A.*; analysis and interpretation of results: *Ryazanova A.G., Buravtseva N.P., Gerasimenko D.K., Mezentssev V.M., Nikitina A.V., Semenova O.V.*; bibliography compilation and referencing: *Aksenova L.Yu., Golovinskaya T.M.*; draft manuscript preparation: *Logvin F.V., Ryazanova A.G., Gerasimenko D.K.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Conflict of interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Received: October 11, 2024 / Accepted: December 10, 2024 / Published: December 26, 2024