

На правах рукописи

Раичич
Стефан Радолуб

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭПИЗООТОЛОГО-
ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА ЗА СИБИРСКОЙ ЯЗВОЙ
НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ РИСКОВ**

14.02.02 – эпидемиология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва – 2021

Работа выполнена в Федеральном бюджетном учреждении науки «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

Научный руководитель:

Академик РАН,
доктор медицинских наук, профессор

Покровский Валентин Иванович

Официальные оппоненты:

Лукьяненко Наталья Валентиновна – доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, профессор кафедры эпидемиологии, микробиологии и вирусологии, заместитель директора Института общественного здоровья и профилактической медицины;

Никитюк Надежда Федоровна - доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования» Федерального медико-биологического агентства России, заместитель начальника информационно-аналитического отдела.

Ведущая организация: ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Защита диссертации состоится « ____ » _____ 2021 г. в ____ час. ____ мин. на заседании диссертационного совета Д 208.114.01 в ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора по адресу: 111123, г. Москва, ул. Новогиреевская, д. 3а

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека и на сайте: www.crie.ru

Автореферат разослан « ____ » _____ 2021 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат медицинских наук

Николаева Светлана Викторовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Совершенствование эпидемиологического надзора за инфекционными болезнями с целью объективной оценки ситуации, прогнозирования ее развития в ближайшей и отдаленной перспективе является основной проблемой современной эпидемиологии. Не случайно большинство исследований последних десятилетий посвящены реализации именно этого направления, чему способствует создание новых и развитие имеющихся инструментов надзора. К ним, прежде всего, относятся средства и методы мониторинга возбудителей и факторов риска. Не является исключением и сибирская язва - инфекция по-прежнему актуальная для Российской Федерации [Онищенко Г.Г. с соавт., 2018; Рязанова А.Г. с соавт., 2016 и др.], изучение эпидемиологии которой традиционно проводилось в стенах ЦНИИ Эпидемиологии, где был установлен феномен стационарного неблагополучия территорий и разработаны основные мероприятия, направленные на борьбу с инфекцией на рубеже XX и XXI веков.

Заложенные основы эпизоотолого-эпидемиологического надзора за зоонозами позднее способствовали выявлению закономерностей территориального распределения и проявления активности стационарно неблагополучных пунктов (СНП) [Черкасский Б.Л., 1999; Симонова Е.Г., Локтионова М.Н., 2011 и др.], которые рассматривались в качестве главной причины неблагополучия по сибирской язве.

Современный этап борьбы и профилактики сибирской язвы, происходящий в новых социально-экономических условиях развития страны, требует создания и внедрения технологий эпизоотолого-эпидемиологического надзора за сибирской язвой, основанных на комплексном анализе рисков [Симонова Е.Г., Картавая С.А., 2015]. Необходимость осуществления мониторинга различных по своей природе эпидемиологических рисков продемонстрировала крупнейшая за последние десятилетия вспышка сибирской язвы, возникшая на Ямале в 2016 году [Попова А.Ю. с соавт., 2016]. Территории Крайнего Севера, также как и регионы Центральной России и Поволжья, в настоящее время характеризуются стремительным социально-экономическим развитием, требующим объективной оценки возможности осложнения ситуации по сибирской язве с выявлением соответствующих предпосылок и предвестников. Этому способствует создание и внедрение во все сферы жизни общества прогрессивных информационно-коммуникационных, в т.ч. космических и геоинформационных (ГИС) технологий. Последние рассматриваются в качестве инструмента предэпидемической диагностики и прогнозирования ситуации [Clarke, K.C., et al., 1996; Curtis, A.C., et al., 2007]. Они позволяют накапливать значительные массивы информации о факторах риска, проводить сопряженный многофакторный анализ с выявлением индикаторов эпизоотологического и эпидемиологического неблагополучия, определять тенденции и прогнозы дальнейшего развития ситуации [Blackburn J.K., 2010], устанавливать пространственно-временные характеристики эпидемического процесса, идентифицировать и прогнозировать риски осложнения эпидемиологической ситуации.

Степень разработанности темы исследования. Обзор научной литературы показал, что к настоящему времени имеется значительное число публикаций, касающихся оценки ситуации по сибирской язве в России. Она проведена на основе анализа заболеваемости за разные временные интервалы и на различных территориях [Ладный В.И., Ющенко Г.В., 2009; Антюганов С.Н. с соавт., 2012; Лукьяненко Н.В. с соавт., 2014; Базарова Г.Х. с соавт., 2016; Куличенко А.Н. с соавт., 2016; Логвин Ф.В. с соавт., 2017; Шишкова Н.А. с соавт., 2017; Дугаржапова З.Ф. с соавт., 2012, 2017; Дягилев Г.Т. с соавт., 2019]. Вместе с тем, объективной оценке ситуации на территориях Центральной России и Поволжья, характеризующихся наиболее интенсивным развитием хозяйственной деятельности, уделялось недостаточное внимание. Большой интерес исследователей в последние годы связан с изучением ситуации по инфекционным болезням, и в т.ч. сибирской язве в Арктике. Однако отечественных работ, демонстрирующих влияние меняющихся условий на развитие эпизоотического и эпидемического процессов в регионах Крайнего Севера, не много и в основном они проводятся на отдельных территориях, например, в Республике Саха (Якутия) [Каратаева Т.Д., Васильева А.А., 2007; Дягилев Г.Т., 2019].

Результаты исследования причин и условий осложнения ситуации по сибирской язве представлены в трудах Б.Л. Черкасского, а позднее его учеников и последователей. Они касаются изучения связи активности СНП с действием различных природно-климатических (почвенных, ландшафтных и др.) и некоторых антропогенных факторов [Локтионова М.Н., 2011; Картавая С.А., 2015]. Между тем, чаще всего оценка ситуации по сибирской язве связывается с мониторингом отдельных факторов риска и не учитывает их комплексное воздействие.

Применение в последние годы ГИС-технологии для совершенствования надзора за сибирской язвой чаще всего сводится к картированию отдельных рисков [Логвин Ф.В., 2019], что не позволяет оперативно выявить причинно-следственные связи при расследовании вспышек, поскольку базы данных не содержат всей необходимой информации.

Цель исследования – разработка и внедрение современных технологий надзора за сибирской язвой на основе анализа эпидемиологических рисков.

Задачи исследования:

1. Определить современные особенности эпизоотолого-эпидемиологической ситуации по сибирской язве в Российской Федерации и на отдельных ее территориях, характеризующихся сохранением неблагополучия.
2. Изучить проявления активности стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов на территориях Поволжья, Центральной России, а также Крайнего Севера.
3. Провести оценку структуры и динамики факторов риска на изучаемых территориях.
4. Разработать методологию ранжирования территорий по степени риска для выявления неблагополучных по сибирской язве субъектов и провести моделирование ситуации в зависимости от изменяющихся климатических условий в районах, относящихся к Крайнему Северу.
5. Представить возможности современных ГИС-технологий для объективной оценки эпизоотолого-эпидемиологической ситуации на основе изучения рисков.

Научная новизна исследования.

Проведенное исследование позволило оценить текущую ситуацию по сибирской язве в Российской Федерации и выявить ее современные тенденции, выражающиеся в дальнейшем снижении числа регистрируемых случаев у людей и животных при сохранении вспышечного характера заболеваемости людей и преимущественно спорадической заболеваемости животных в ряде регионов страны, в т.ч. в Поволжье, Центральной России и на отдельных территориях Крайнего Севера.

Выявлены особенности распределения и проявления активности СНП, большинство из которых были расположены на территориях с максимальной плотностью - в южных регионах России (СКФО и ЮФО - 41,5%), а также в ЦФО (22,3%) и ПФО (18,9%).

Установлены причины эпизоотического и эпидемического неблагополучия, а также предпосылки и предвестники возможного обострения ситуации по сибирской язве на территориях, характеризующихся высокой степенью хозяйственной активности (Центрально-Черноземный и Волго-Вятский экономические районы, а также районы Крайнего Севера), связанной, прежде всего, с особенностями животноводческой деятельности.

Проведена оценка структуры и динамики эпидемиологически значимых природных и социальных факторов риска, определяющих реальное неблагополучие по сибирской язве на изучаемых территориях.

Разработаны принципы ранжирования территорий Российской Федерации и комплексной оценки риска по степени возможного осложнения эпизоотолого-эпидемиологической ситуации.

Проведено моделирование ситуации по сибирской язве на территориях Арктического региона России с учетом влияния глобального изменения климата.

Показаны возможности выявления факторов риска и прогнозирования ситуации по сибирской язве с использованием ГИС-технологии.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Создана база данных для проведения динамической оценки потенциальных и реальных рисков осложнения ситуации на территориях ПФО и ЦФО. Разработаны научно-методические подходы к актуализации Кадастра СНП Российской Федерации и создания реестра почвенных очагов.

Выявлены причины и условия обострения ситуации по сибирской язве в ЯНАО в 2016 г. Продемонстрированы возможности использования результатов дистанционного спутникового мониторинга в целях выявления природно-климатических факторов риска, а также упущенные возможности вакцинации населения, относящегося к группам риска.

Установлены районы Крайнего Севера, наиболее подверженные природно-климатическим изменениям, приводящим к таянию вечной мерзлоты и активизации почвенных очагов сибирской язвы.

Проведено картирование СНП и сибиреязвенных захоронений (СЯЗ) с установленными географическими координатами. База данных ГИС дополнена данными о факторах риска, что позволило провести ранжирование территорий и выявить субъекты высокого риска по возможности осложнения ситуации по сибирской язве.

Методология и методы исследования. Методологической основой диссертационного исследования явились принципы доказательной медицины, системный подход, теоретические основы эпидемиологии, эпизоотологии и принципов профилактики сибирской язвы, изложенные в работах российских и зарубежных исследователей. Дизайн исследования построен на применении общенаучных подходов и специальных методов, адекватных поставленным в работе задачам, включающих проспективные и ретроспективные описательно-оценочные эпидемиологические, лабораторные и статистические методы.

Положения, выносимые на защиту:

1. Особенности современной эпизоотолого-эпидемиологической ситуации по сибирской язве в Российской Федерации связаны с сохранением различных по своей природе рисков, в т.ч. на отдельных территориях Поволжья, Центрального региона и Крайнем Севере.
2. Наличие почвенных очагов сибирской язвы определяет стационарное неблагополучие территорий и является основной причиной наблюдающихся осложнений.
3. Осложнению ситуации по сибирской язве способствует действие комплекса различных по происхождению факторов риска, требующих динамического изучения.
4. Современные технологии надзора за сибирской язвой позволяют установить причины неблагополучия и определить территории с максимальными потенциальными и реальными рисками.

Личное участие автора в получении результатов. Личное участие автора заключается в осуществлении всех этапов исследования, начиная с постановки исследовательских задач, сбора материалов, работы с литературными источниками, нормативными документами, а также статистической отчетностью до обобщения результатов исследования и оформления их в виде публикаций. Автор принимал непосредственное участие в изучении вспышки сибирской язвы на Ямале в 2016 г., сборе информации о факторах риска на отдельных территориях ПФО и ЦФО, создании базы данных для ГИС. Автором самостоятельно проведен аналитический обзор литературы по изучаемой проблеме, выполнен статистический анализ и интерпретация полученных результатов, сформулированы научные положения, выводы, практические рекомендации и определены перспективные направления дальнейших исследований.

Внедрение результатов исследования. Полученные результаты внедрены в практику здравоохранения на федеральном и региональных уровнях. Материалы исследования

использованы в ряде монографий (Опыт ликвидации вспышки сибирской язвы на Ямале в 2016 году / Под ред. А.Ю. Поповой и А.Н. Куличенко, 2017., Изменения климата и здоровье: оценка, индикаторы, прогнозы / Ревич Б.А., Малеев В.В, Смирнова М.Д., 2019), а также при подготовке материалов к ежегодным Государственным докладам Главного государственного санитарного врача России «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения Российской Федерации» и сборника нормативных документов (санитарно-эпидемиологических норм и правил) по профилактике инфекционных болезней. Результаты исследования освещаются в учебном процессе при проведении профессиональной подготовки специалистов и повышении квалификации эпидемиологов и медицинских работников различных специальностей на базе кафедры эпидемиологии и современных технологий вакцинации Института профессионального образования ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) Минздрава России и образовательного центра ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора.

Степень достоверности и апробация результатов работы. Все научные положения, представленные в диссертации, обоснованы, аргументированы и достоверны. Степень достоверности полученных результатов исследования определена достаточным объемом информации, адекватным числом наблюдений и репрезентативностью выборок, использованных для решения поставленных задач, а также современными методами исследования с применением адекватной статистической обработки первичного материала.

Материалы диссертации были представлены и обсуждены на II Молодежном международном форуме медицинских наук «MedWAYS», Москва, 26-27 ноября 2013 г., Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Новые технологии специфической и неспецифической профилактики инфекционных болезней», Владивосток, 2014, IX, X, XII Ежегодных Всероссийских Конгрессах по инфекционным болезням с международным участием (Москва, 2017, 2018, 2020 гг.); II и III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы болезней, общих для человека и животных» (Ставрополь, 2017, 2019); научно-практической конференции «Актуальные вопросы государственного санитарно-эпидемиологического надзора в вооруженных Силах Российской Федерации» (Санкт-Петербург, 2018 г.); XI Ежегодном Всероссийском Конгрессе по инфекционным болезням с международным участием «Инфекционные болезни в современном мире: эволюция, текущие и будущие угрозы» (Москва, 2019 г.); научно-практической конференции с международным участием «Молекулярная диагностика и биобезопасность» (Москва, 2020).

В завершённом виде диссертация была обсуждена и рекомендована к защите на заседании апробационной комиссии ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора 17.11.2020 г.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Научные положения диссертации соответствуют паспорту специальности 14.02.02. – эпидемиология. Результаты проведенного исследования соответствуют области исследования специальности, а именно, пунктам 2, 5 и 6 паспорта специальности эпидемиология.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 30 печатных работы, в том числе 6 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных научных результатов диссертаций.

Структура и объём диссертации. Работа изложена на 222-х страницах компьютерного текста, состоит из введения, обзора литературы, 5-ти глав собственных исследований, заключения, выводов, практические рекомендации и перспектив дальнейшей разработки темы, списка использованной литературы (200 источников, в том числе 117 российских и 83 зарубежных). Диссертация иллюстрирована 52 таблицами, 50 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования. Работа выполнена на базе лаборатории эпидемиологии природно-очаговых инфекций ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора в рамках темы НИР «Разработка новых технологий оценки и прогнозирования эпидемиологических рисков актуальных зоонозных и природно-очаговых инфекций». В соответствии с поставленными задачами, исследование выполнялось по нескольким последовательным направлениям, которые вместе с основными использованными материалами и их источниками представлены в Таблице 1.

Особенности ситуации по сибирской язве в XXI веке в мире и в России изучались на основе данных о числе случаев заболеваний у животных и людей, количестве зарегистрированных вспышек, а также действующих факторах риска. Организация надзора за сибирской язвой в зарубежных странах оценивалась по официальным материалам, опубликованным ВОЗ, МЭБ и национальными Центрами по контролю за болезнями, а в России – по данным публикаций.

В сравнении с ситуацией, описанной исследователями, ретроспективно изучены проявления эпизоотического и эпидемического процесса на территориях ПФО и ЦФО, а также в субъектах, относящихся к Крайнему Северу. По данным официальной статистики оценена многолетняя и внутригодовая динамика заболеваемости людей и животных, территориальное распределение вспышек, условия заражения, группы, контингенты и факторы риска, клинические формы и исходы случаев сибирской язвы у людей, а также эпидемиологическая значимость отдельных видов сельскохозяйственных животных (СХЖ).

Индекс очаговости (ИО) как количественный показатель интенсивности эпидемического процесса, выражаемый средним числом больных, приходящимся на один эпидемический очаг, рассчитывался по формуле:

$$\text{ИО} = N/n, \text{ где}$$

N – число зарегистрированных случаев сибирской язвы среди населения,

n – число эпидемических очагов.

Коэффициент очаговости (КО) рассчитывался как доля эпизоотических очагов с вторичным распространением инфекции к общему числу очагов.

Анализ современной активности СНП по сибирской язве проведен по данным Кадастра 2005 г. с дополнениями и актуализированной информации. На территориях ПФО, ЦФО и Крайнего Севера России определены такие основные показатели, характеризующие неблагополучие территорий, как плотность, удельный вес и доля СНП, проявивших активность. Особое внимание уделялось выявлению «новых» СПН, не учтенных в Кадастре ранее и проявивших активность впервые, а также активно рецидивирующих СНП, проявляющих многократную активность. На примере ЯНАО изучены особенности учета почвенных очагов сибирской язвы.

Для изучения природных факторов риска определена современная привязка вспышек сибирской язвы к природным зонам, а также активность СНП в зависимости от преобладающих типов почв и ландшафтов. По атласу почв России, а также базе данных ГИС «Сибирская язва» вычислены значения максимального показателя теплообеспеченности ($ТО_{\text{макс}}$) и средняя мощность гумусового горизонта ($МГГ_{\text{ср}}$) почв для каждого изучаемого административно-хозяйственного субъекта.

По данным гидрогеологических изысканий и результатам экомониторинга, подробно изучены природно-климатические особенности Ямала. По результатам физико-химических исследований проб почв, отобранных с территории Ямала в границах очага сибирской язвы 2016 г., изучены показатели, имеющие значение для длительного сохранения спор возбудителя (рН, содержание органических и минеральных веществ, а также металлов).

Таблица 1 – Основные материалы исследования и использованные источники первичной информации

№ задачи	Основные материалы	Источники информации
1	<p>Данные, собранные за период 2000-2019 гг.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • о числе случаев сибирской язвы у животных и людей, в т. ч. летальных; • о числе вспышек сибирской язвы; • о действующих факторах риска; • обзор систем надзора за сибирской язвой в странах Европы; • протоколы и руководства по надзору за сибирской язвой. 	<ul style="list-style-type: none"> • Материалы публикаций (статьи, монографии, диссертации, авторефераты) • данные базы ProMED за 2000-2019 гг.; • данные ВОЗ и МЭБ, зарубежных Центров по контролю за инфекциями (CDC); • открытые интернет-источники.
2	<p>Данные официальной статистики, собранные в период с 2001 по 2019 гг.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • статистические данные о заболеваемости сибирской язвой людей и животных; • информационно-аналитические и архивные материалы. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ф. № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» Роспотребнадзора; • Ф. № №23-06 и ф. № 23-09 «Сведения о вспышках инфекционных заболеваний» Роспотребнадзора; • Ф. 1-ВЕТ., ф. 1-ВЕТ А Россельхознадзора; • архивные данные, материалы отчетов НИР, данные диссертаций и публикаций по теме исследования.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Электронный кадастр стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов Российской Федерации с ежегодными дополнениями; • актуализированные региональные Кадастры СНП по сибирской язве в России и субъектах ПФО, ЦФО, а также на территориях Крайнего Севера. 	<ul style="list-style-type: none"> • Отчеты Департамента ветеринарии Минсельхоза; • статистические данные Роспотребнадзора и Россельхознадзора; о заболеваемости сибирской язвой животных и людей в России и на отдельных территориях; • данные расследования очагов.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Типы преобладающих почв и их эпидемиологически значимые характеристики (ТО и МГГ); • среднесуточные значения температур воздуха и почвы на глубине 10, 40 и 100 см; • количество атмосферных осадков на территории эпизоотических очагов, их суммарное месячное значение; • влажность атмосферного воздуха и почвы; • демографические и др. показатели социально-экономического развития регионов; • площадь сельскохозяйственных и пастбищных земель; • динамика численности поголовья КРС и коров в различных типах хозяйств; • привитость с/х животных, в т. ч. КРС, северных оленей; • привитость населения из групп риска; • данные о количестве СЯЗ, их учете и ветеринарно-санитарном состоянии и содержании. 	<ul style="list-style-type: none"> • Национальный атлас и карты почв РФ, 2011 г. (https://soilatlas.ru); • данные Центра коллективного пользования (ЦКП) "ИКИ-Мониторинг", зарегистрированного спутниковым сервисом "Вега-Science" с 2001 г.; • ГИС «Сибирская язва»; • данные Минсельхоза и Росстата, 2018 (Всероссийская сельскохозяйственная перепись); • доклады об экологической ситуации в регионах и Российской Федерации; • данные переписей населения СССР и Российской Федерации и др. источники статистической отчетности; • ф. №5 Роспотребнадзора; • актуализированная информация по их учету и паспортизации СЯЗ, полученная из Управлений Роспотребнадзора по субъектам ЦФО и ПФО; • федеральный и региональные Кадастры СНП; • Перечень скотомогильников, Россельхознадзор, 2012 и 2013 гг.; • актуализированные данные региональных реестров СЯЗ (2018 и 2019 гг.).

Пробы почвы, отобранные на глубине 10, 50 и 120 см, были направлены в Испытательный центр факультета почвоведения ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по ЯНАО».

По данным Центра коллективного пользования "ИКИ-Мониторинг", полученным через официально зарегистрированный спутниковый сервис "Vegeta-Science", изучены в сравнении за 2001-2016 гг. среднесуточные значения температуры воздуха и почвы на глубине 10, 40 и 100 см, количество атмосферных осадков, их суммарное месячное значение, а также влажность атмосферного воздуха и почвы в июне-июле месяцах в эпицентре вспышки сибирской язвы в ЯНАО в 2016 г.

Среди социальных факторов риска в динамике изучены:

- численность поголовья СХЖ, прежде всего, крупного рогатого скота (КРС) и оленей, содержащегося в малых и средних крестьянско-фермерских хозяйствах (КФХ), а также хозяйствах населения (ХН) [Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи, 2018];
- динамика площадей земель сельскохозяйственного назначения, в т. ч. используемых в качестве пастбищ [Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации, 2018, 2020];
- численность групп и контингентов риска (данные переписей населения и Роспотребнадзора);
- состояние профилактической вакцинации и ревакцинации против сибирской язвы восприимчивых животных и населения из групп риска (данные Россельхознадзора и Роспотребнадзора).

Расчет привитости населения проводился исходя из данных статистики о численности сельскохозяйственных организаций, в т.ч. КФХ, мелких сельхозпредприятий и ХН.

В основу комплексной оценки риска по сибирской язве положено поэтапное ранжирование территорий в зависимости от действия эпидемиологически значимых факторов и их динамического изменения.

Первый этап заключался в ранжировании территорий по наличию и активности почвенных очагов сибирской язвы (СНП, а также моровых полей), представляющих собой постоянный резервуар возбудителя в природе. В качестве критериев на данном этапе оценивались следующие показатели:

- количество и удельный вес неблагополучных по сибирской язве субъектов в разрезе федеральных округов;
- общее количество СНП, расположенных на анализируемых территориях и их плотность;
- число СНП, проявивших активность в XXI веке (рейтинг активности);
- доля «новых», периодически и активно рецидивирующих СНП.

Второй этап был связан с ранжированием территорий по типу преобладающих почв и их характеристикам (типы почв, TO_{\max} и $MГГ_{cp}$), а *третий этап* включал ранжирование по социальным рискам.

В ходе исследования использованы общепринятые статистические подходы с соблюдением основных принципов ранжирования. Изучаемым территориям по оцениваемым количественным (абсолютным и относительным) показателям присваивались ранги, начиная от 1 (минимальный ранг) до N (максимальный ранг, соответствующий числу субъектов региона). При совпадении оцениваемых показателей на разных территориях им присваивались средние ранговые места, при нулевом значении показателей – минимальный ранг. Итоговые ранги вычислялись путем суммирования. Общая сумма рангов проверялась на совпадение с расчетной, которая, в свою очередь, определялась по формуле:

$$\sum (R_i) = \frac{N \cdot (N + 1)}{2}$$

где N - общее количество ранжируемых значений.

Отдельный фрагмент исследования посвящен изучению влияния глобального потепления климата на характер стационарного неблагополучия по сибирской язве на территориях российской Арктики. Проведено моделирование ситуации в зависимости от изменений

состояния вечной мерзлоты (ВМ). Исследование охватывало только те муниципальные районы, в которых присутствует сплошная, прерывистая или островная ВМ, и при этом имеются почвенные очаги сибирской язвы, учтенные в Кадастре как СНП – основной показатель неблагополучия территорий [Кадастр, 2005]. Всего в исследование были включены 70 муниципальных районов из 15 субъектов Российской Федерации.

Для каждого района были вычислены коэффициенты опасности - территориальный и популяционный.

Территориальный коэффициент опасности $HQ_{\text{терг}}$ характеризует опасность активации возбудителя сибирской язвы на территории данного района под действием изменения температуры внешней среды.

Согласно принятой простейшей модели, $HQ_{\text{терг}}$ пропорционален двум величинам, одна из которых характеризует наличие возбудителя сибирской язвы в многолетней мерзлоте в «спящем» состоянии (криптобиозе), а другая – скорость повышения температур многолетних мерзлых грунтов (ММГ) в данном районе, как триггер вероятной активации возбудителя в результате протаивания ВМ в летние месяцы и размораживания потенциально опасных почв. При этом первая величина (N) - число СНП на территории района. Вторая величина ($\Delta T_{\text{ММГ}}$) - повышение летних температур ММГ за последние 60 лет:

$$HQ_{\text{терг}} = N \times \Delta T_{\text{ММГ}}$$

$$\Delta T_{\text{ММГ}} = \Delta T_{\text{возд}} \times k$$

$\Delta T_{\text{возд}}$ - тренд летних температур воздуха, который вычислялся путем нахождения ближайшей к конкретному административному району метеостанции и по ее данным вычислялась средняя температура за три летних месяца (июнь-август) с учетом сезонности инфекции и многолетние средние этой величины за два периода: 1960-1989 и 1990-2019 гг. Разница средних летних температур воздуха между этими двумя периодами являлась характеристикой скорости потепления $\Delta T_{\text{возд}}$. Такую величину можно приблизительно интерпретировать как повышение температур между серединами периодов, т.е. за 30 лет 1975–2005 гг. Данные о среднемесячных температурах получены с веб-сайта www.meteo.ru, где доступны результаты наблюдений за погодой с 518 метеостанций. Местные метеостанции, не входящие в систему наблюдений Росгидромета, не рассматривались.

Коэффициент чувствительности многолетней мерзлоты к потеплению климата k вычислялся как отношение изменения температуры ММГ на глубине около 10 м к изменению среднелетней температуры воздуха в приповерхностном слое. На этой глубине сезонные колебания температур ММГ практически отсутствуют (глубина нулевых сезонных амплитуд) [Васильев А.А. с соавт., 2020].

Популяционный коэффициент опасности $HQ_{\text{пор}}$ - это опасность возникновения сибирской язвы среди местного населения с учетом возможности инфицирования от животных, а также трансмиссивно, т. е. посредством укусов кровососущих насекомых-переносчиков возбудителя. Данный коэффициент вычислялся в зависимости от плотности населения района и был пропорционален ей. Алгебраическая связь между $HQ_{\text{терг}}$ и $HQ_{\text{пор}}$ аналогична связи между индивидуальным и популяционным риском:

$$HQ_{\text{пор}} = HQ_{\text{терг}} \times \text{pop}/S,$$

где pop – численность населения района по данным последней переписи; S – площадь района. Для более наглядной интерпретации результатов вычислений $HQ_{\text{терг}}$ введена также и безразмерная «балльная шкала».

Пространственно-временная динамика ситуации по сибирской язве на территории Российской Федерации, а также возможность ее осложнения в связи с действием факторов риска изучались на модели Республики Татарстан. Данные оценивались в ГИС приложениях, построенных на платформах ArcGIS [www.esri.com] и QGIS [www.Qgis.org]. С этой целью были созданы цифровые карты локализации и проявления активности СНП, а также расположения СЯЗ. Формирование тематических карт проводилось в несколько этапов, состоящих из разработки и наполнения картографической базы данных о зарегистрированных вспышках сибирской язвы и проявлениях активности СНП, геокодирования СНП и СЯЗ, а также последующего внедрения в разработанный ГИС-проект картографических слоев, отражающих

привязку к населенным пунктам, административное деление, природно-сельскохозяйственное районирование территории, почвенные, ландшафтные и гидрографические условия. Для исследования особенностей распределения СНП и СЯЗ на территории Республики Татарстан в ГИС-приложении были построены цифровая карта с градиентным окрашиванием административных районов в зависимости от числа вспышек сибирской язвы, а также «тепловая» карта, отражающая через градиентную заливку зоны наибольшей плотности расположения пространственных объектов.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием прикладных пакетов программ Statistica для MS Windows версии 12.6 и Excel в составе MS Office, а также статистического калькулятора (<http://medstatistic.ru/calculators>).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Современная эпизоотолого-эпидемиологическая ситуация по сибирской язве в Российской Федерации и на изучаемых территориях

С 2001 по 2019 гг. в Российской Федерации сибирской язвой заболело 177 человек. Динамика заболеваемости населения не имела тенденции к снижению и с начала XXI века приобрела характер цикличности с практически ежегодными чередованиями периодов подъемов и спадов, коррелирующими с заболеваемостью сельскохозяйственных животных (Рисунок 1).

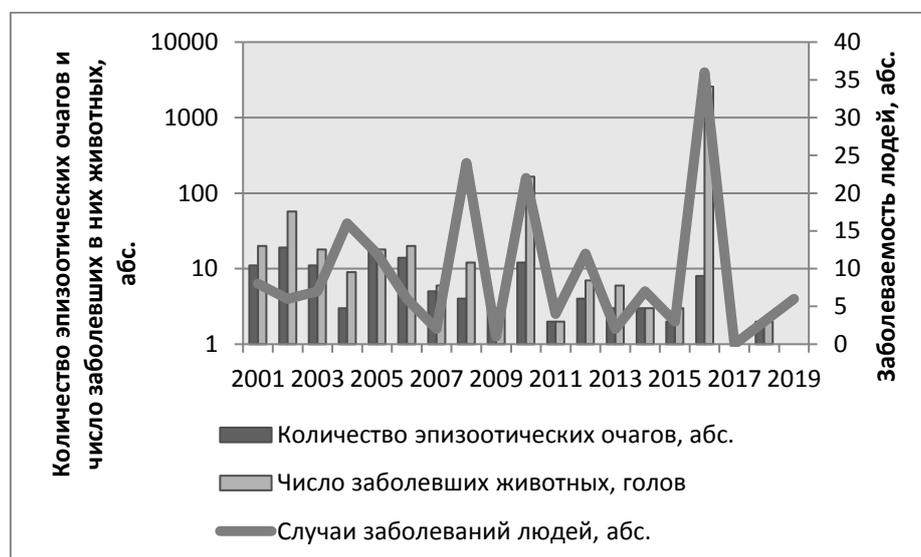


Рисунок 1 - Динамика числа зарегистрированных случаев сибирской язвы у сельскохозяйственных животных и у людей, а также количества эпизоотических очагов в Российской Федерации в 2001-2019 гг.

При относительно низкой инцидентности сибирской язвы, ее география в России остается очень широкой - заболеваемость животных отмечалась в 31 субъекте страны (всего 124 эпизоотических очага и 2928 случаев), чаще в Центрально-Черноземных районах, субъектах ЦФО, ЮФО и ПФО. Эпизоотические очаги зарегистрированы в 8-ми субъектах ЦФО (Воронежская, Белгородская, Курская, Тамбовская, Липецкая, Тульская, Рязанская и Костромская области), в 7-ми субъектах ПФО (республики Татарстан, Башкортостан и Чувашия, Оренбургская, Саратовская, Пензенская, Ульяновская области) и в 2-х субъектах, относящихся к арктическому региону (Красноярский край и ЯНАО), что свидетельствует о сохранении неблагополучия на данных территориях.

Сибирская язва у людей регистрировалась в 3-х субъектах ЦФО (Орловская область – 2 случая, Тамбовская и Ивановская области - по 1 случаю), 5-ти субъектах ПФО (Республика Башкортостан - 12 случаев, Оренбургская область - 10 случаев, Саратовская область и Республика Татарстан - по 3 случая, Пензенская область – 2 случая), а также на территориях Крайнего Севера (Красноярский край – 1 случай, ЯНАО – 36 случаев). Заболеваемость людей

носила преимущественно вспышечный характер. Так, из 177 подтвержденных в 2001-2019 гг. в России случаев 85% случаев возникли в групповых очагах, доля которых составила 56%. За весь период наблюдения ИО в среднем по стране составил 3 и колебался по субъектам от 1 (Красноярский край, Республика Татарстан, Тамбовская и Ивановская области) до 36 (ЯНАО). Высокий ИО также отмечен в Оренбургской области (6) и Республике Башкортостан (10).

Установлено, что достоверно чаще болело население активного трудоспособного возраста (30-49 лет), преимущественно мужчины - 66,5% ($p < 0,05$), что связано с более частым применением мужского труда в животноводстве. Доля сельских жителей в структуре заболеваемости в последние десятилетия составила 93,2% ($p < 0,001$). Большинство заболевших относились к категориям лиц, чья профессиональная деятельность или условия быта связаны с риском инфицирования. Так, к группам риска по-прежнему относились работники сельскохозяйственных предприятий (25%, $p < 0,05$), и прежде всего, животноводы (17,6%). Однако самой многочисленной группой риска являлось «неработающее» население и домохозяйки (62 случая, 35%, $p < 0,05$).

Результаты эпидемиологической диагностики свидетельствуют о том, что условия заражения людей по-прежнему связаны с проведением вынужденного убоя СХЖ, уходом за больными животными, разделкой туш без ветеринарного освидетельствования и их последующей реализацией, употреблением инфицированного мяса в пищу. Вынужденный убой СХЖ (53% случаев, $p < 0,001$), как правило, приводил к групповым случаям заболеваний. В таких очагах люди значительно чаще заражались от КРС (коровы, бычки) – 56%. Источниками возбудителя инфекции для людей также являлись МРС, лошади и северные олени. Животные, в свою очередь, заражались во время выпаса, от кормов, заготавливаемых на территории почвенных очагов, и в зонах, где ранее отмечался падеж животных от сибирской язвы. Все заболевшие животные, явившиеся источником возбудителя инфекции для людей, не были привиты против сибирской язвы. Среднегодовой КО был подвержен значительным колебаниям и за весь изучаемый период без учета крупных эпизоотий 2010 и 2016 гг. составлял 1,5, что свидетельствует о преобладании спорадических случаев среди СХЖ.

Особенности территориального распределения и проявления активности стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов

В 2001-2019 гг. в Российской Федерации активность по сибирской язве проявили 137 СНП на территориях всех федеральных округов, кроме СЗФО. Большинство активных СНП были расположены в ЦФО (22,3%), СКФО (21,2%), ЮФО (20,3%) и ПФО (18,9%). По-прежнему регистрировалась активность в СФО (13,1%). В результате, в XXI веке неблагополучными по сибирской язве были 44,4% субъектов ЦФО, 50% субъектов ПФО, 57,1% - СКФО, 62,5% - ЮФО и 70% - СФО. Высокой активностью (8-12 активных СНП) характеризовались отдельные территории СКФО, ЮФО и ПФО - Республика Дагестан, Ростовская область, а также Республика Татарстан. Активность выше среднего (6-7 СНП) наблюдалась в СКФО (Чеченская Республика и Ставропольский край), ЮФО (Волгоградская область и Республика Калмыкия), ЦФО (Белгородская и Воронежская области), ПФО (Оренбургская область) и СФО (Алтайский край). В 7-ми субъектах активность была средней, в 8-ми - ниже среднего и в 6-ти - низкой. Вместе с тем, показано, что средняя и низкая активность (менее 5 СНП) не может быть признана критерием эпизоотического и эпидемического благополучия, поскольку при наличии рисков заражения животных и населения возможно реальное осложнение ситуации по сибирской язве. Примером может служить вспышка 2016 г. на Ямале, когда в связи с отсутствием регистрации случаев сибирской язвы у людей и животных в последние десятилетия территория была отнесена к категории благополучных.

К особенностям проявления активности СНП в современных условиях относится увеличение частоты выявления так называемых «новых» пунктов, т.е. тех, об активности которых ранее не было известно. С начала текущего века доля таких СНП составила 28,9%. Повторно проявили активность 98 манифестных СНП. Данная активность была также приурочена к южным, центральным регионам России и Поволжью. Установлено, что эти манифестные СНП ранее проявляли активность от 1-го до 39-ти раз, в т. ч. об 11-ти СНП

известно, что они были неблагополучными в прошлом. Интервалы активности СНП с момента ее предпоследнего проявления колебались в значительном диапазоне и варьировали от двукратной (Горшеченский район Курской области, 2001 г.; с. Гвардейское Надтеречного района Чеченской Республики, 2006 г.) и ежегодной (х. Авалово Курского района Ставропольского края, 2006-2007 гг.) до практически столетней (Ямальский район ЯНАО, 2016г.). В среднем интервалы активности СНП в России составляли 44 года.

Таким образом, несмотря на снижение числа СНП, проявляющих активность, в XXI веке по-прежнему отмечается их манифестация и даже рецидивирование. Особая настороженность связана с выявлением «новых» СНП, являющихся индикатором неполного учета СНП или некачественного расследования вспышек. Возникновение вспышек сибирской язвы в пунктах, ранее считавшихся благополучными, вполне объяснимо слабостью ведения ветеринарной отчетности в первой половине XX века, утерей архивных данных (особенно в военные годы), сложностью географической привязки эпизоотологических инцидентов, происходивших на пастбищах и при перегоне скота.

Анализ активности СНП на изучаемых территориях подтвердил общие закономерности. Установлено, что в ПФО максимальное число активных СНП зарегистрировано в Республике Татарстан (8), Оренбургской (6) и Саратовской (4) областях. По 3 СНП проявили активность в Республике Башкортостан и Пензенской области и по 1 СНП – в Ульяновской области и Республике Чувашия. Наибольшее количество «новых» СНП выявлено в республиках Татарстан и Башкортостан (по 3 СНП в каждом субъекте). На территории Оренбургской и Пензенской областей выявлено по одному «новому» СНП. Как показало исследование, большинство остальных СНП в ПФО являлись периодически рецидивирующими. Только один СНП, расположенный в с. Красная Кудрявка Балашовского района Саратовской области, отнесен к активно рецидивирующим, он проявлял активность в 1957, 2000 и 2006 гг.

В ЦФО в XXI веке проявили активность 30 СНП, расположенные в Белгородской, Воронежской, Курской, Липецкой, Орловской, Рязанской, Тамбовской и Тульской областях. Показано, что именно ЦФО в настоящее время лидирует по числу выявляемых новых СНП (40%). При анализе активности ранее учтенных СНП установлено, что только два из 18-ти СНП (11%) отнесены к активно рецидивирующим, поскольку их предыдущая активность относилась к концу прошлого века. Остальные СНП представляли собой периодические рецидивирующие пункты с кратностью активности от 2-х до 6-ти раз и интервалами с момента последней активности от 39-ти до 65-ти лет.

При изучении распределения и проявлений активности СНП по сибирской язве на территориях Крайнего Севера установлено, что во всех субъектах, относящихся к данным территориям, располагаются СНП. По данным Кадастра, начиная с XVIII века, в этих субъектах учтено 2149 СНП (6% от общего числа, зарегистрированных в России). Оценивая представленную информацию, следует принимать во внимание, что в официальной отчетности на изучаемых территориях учтены далеко не все СНП и почвенные очаги. Это подтвердили результаты расследования вспышки сибирской язвы в Ямальском районе ЯНАО. Несмотря на имеющиеся архивные данные о наличии на данной территории «морозных полей», в Кадастре 2005 г. не было учтено ни одного СНП. Такая ситуация с недоучетом имеющейся опасности приводит к необъективной оценке ситуации, выражающейся в мнимом эпизоотологическом благополучии, что, в свою очередь, способствует принятию необоснованных управленческих решений. Тем не менее, данные Кадастра до начала исследования являлись единственным источником информации, позволяющим оценивать имеющееся потенциальное неблагополучие. Установлено, что таким максимальным неблагополучием характеризуется Тюменская область, на территории которой расположен 1001 СНП. В этом субъекте неблагополучны 82% населенных пунктов, а сам субъект в целом по стране занимает 4 место в рейтинге по удельному весу СНП. Характеризуются неблагополучием также Республики Саха (Якутия), Тыва и Красноярский край, здесь учтено от 173 до 461 СНП.

Таким образом, проведенное изучение активности СНП позволило выявить субъекты с высокой активностью, к которым относятся отдельные территории ПФО (Республика

Татарстан), ЦФО (Белгородская и Воронежская области), а также ряд территорий Крайнего Севера.

Оценка значимости, структуры и динамики факторов риска

Изучение *природно-климатических факторов риска* в очередной раз подтвердило закономерную приуроченность СНП к территориям с почвенными условиями, способствующими длительному сохранению возбудителя. Выявлена привязка локализации эпизоотических очагов, зарегистрированных после 2001 г., к определенным природным зонам – лесостепной (33,1%) и степной (30,6%). При сравнении границ нозоареала за разные временные отрезки, отмечено, что, начиная с конца прошлого века, значительно выросла эпизоотологическая значимость территорий ($p < 0,001$) с выщелоченно-черноземными (с 14,8% в 1929-1978 гг. до 25,4% в 1979-2002 гг. и 24,3% в 2003-2017 гг.) и обыкновенно-черноземными (с 6,5% в 1929-1953 гг. до 17,1% в 1979-2002 гг. и 24,3% в 2003-2017 гг.) почвами, тогда как доля активности территорий с серо-лесными и дерново-подзолистыми почвами заметно снизилась. Без учета экстраординарной эпизоотии в ЯНАО, современный ареал болезни (2001-2016 гг.) приходится преимущественно на лесостепную, степную, сухостепную и Кавказско-Крымскую горные зоны (81,8% вспышек). В подавляющем большинстве случаев это были районы, характеризующиеся наиболее теплым для страны климатом, традиционно развитым животноводством и значительным поголовьем скота, в т.ч. находящемся в личном пользовании сельских жителей.

Тем не менее, единичные случаи сибирской язвы продолжают постоянно регистрироваться в районах с «нехарактерными» почвами и показывают, что при определенных условиях, заражение животных и людей может произойти на любой из территорий, где ранее протекали массовые эпизоотии сибирской язвы. В этой связи нами проведена оценка почвенных и других природных факторов риска на различных территориях.

Исследование показало, что 10 из 14-ти субъектов ПФО располагаются на территориях с различными типами черноземов, практически для всех субъектов, кроме Кировской области, Республики Марий Эл и Пермского края, характерны высокая TO_{\max} (>2000), а на отдельных территориях, таких как Самарская, Оренбургская и Саратовская области, и высокие показатели $MГГ_{\text{ср}}$ по региону (51 см). В ЦФО черноземные почвы встречаются значительно реже (в 7 из 18 субъектов), при этом показатели TO_{\max} превышают 2000 в большинстве субъектов, а $MГГ_{\text{ср}}$ по региону составляет 29 см.

Почвенные и другие природно-климатические условия Крайнего Севера рассмотрены на примере Ямальского района ЯНАО, который находится в полярно-тундровой провинции арктической зоны, избыточно влажной, не обеспеченной теплом, с господством арктических и тундровых глеевых почв, а в приречных областях - с наличием песчаных почв. Исследование физико-химических свойств почв в целом по району позволило выявить очень низкий показатель TO_{\max} (200-300) при высоком увлажнении (коэффициент - 1,33). $MГГ_{\text{ср}}$ также крайне низкая (11-26 см), что, как предполагалось, не способствует сохранению возбудителя. Вместе с тем, изучение химического состава проб почвы в эпицентре эпизоотии 2016 г. показало, что кислотность солевой вытяжки (рН) составила здесь 4,6-4,9. В то время как по приводимым ранее данным, почвы Ямала характеризовались высокой кислотностью, ее значение в 1968 г. составляло рН 3,0-4,5 (Черкасский Б.Л., 2002).

Оценка современных природно-климатических факторов риска на Ямале также позволила выявить и другие условия, способствующие сохранению опасности данной территории:

1. почвенные – преобладание торфяных и подзолистых типов почв с характерной растительностью и высоким коэффициентом увлажнения;
2. ландшафтные - «овражистый» характер рельефа с глубокими и узкими долинами рек, небольшими ручьями временных водотоков, озерами;
3. гидрогеологические - преобладание поверхностного стока вод, подземный сток рек, связанный с оттаиванием многолетнемерзлых пород в весенне-летний период, что имеет значение в плане возможности выноса возбудителя сибирской язвы с территории почвенных очагов; нахождение вод в безнапорном, часто застойном состоянии; близкое залегание к

поверхности (0,2 - 1,4 м) надмерзлотных вод сезонного слоя и возможность загрязнения возбудителем подземных и поверхностных вод.

Между тем, в качестве основного природно-климатического фактора, действие которого повлекло за собой активизацию почвенных очагов сибирской язвы на Ямале, рассматривалось аномально жаркое лето. Действительно, по данным Гидрометцентра России, в июне-июле 2016 г. в ЯНАО, в особенности на полуострове Ямал, наблюдалась сильнейшая температурная аномалия - отклонения от нормы средней температуры составили в июне $+6,7^{\circ}\text{C}$, в июле - $+5,7^{\circ}\text{C}$. Посуточный мониторинг эпидемиологически значимых природно-климатических факторов в эпицентре вспышки позволил установить, что в период с 07 по 21 июля 2016 г., т.е. в течение 15 дней, $T_{\text{возд/средн}}$ находилась на отметках $>25^{\circ}\text{C}$ ($18-29^{\circ}\text{C}$). Суммарное количество осадков в этот период составило $15,1 \text{ кг/м}^3$, 77% из них выпали в первой половине июня (12-13 июня), остальные – 26 июля. Показано, что с 1900 года - это самые высокие температуры воздуха и самое низкое количество осадков, выпавших в летние месяцы. К 15 июля минимальных отметок достигла и влажность воздуха, а уже на следующий день, 16 июля, начался массовый падеж животных. Именно такие природные явления, нетипичные для лета в тундрах ЯНАО, описаны в архивных материалах [Худавердиев И.Н., Черкасский Б.Л., 1968]. Приведенные метеорологические факторы отразились на почвенных условиях. Впервые за 16-летний период наблюдений, а, возможно, и за всю более чем 200-летнюю историю, температура почвы на глубине 10 см на территории почвенных очагов 15 июля прогрелась до 20°C и выше, на глубине 40 см - до 12°C , на глубине 100 см – до 5°C . Дальнейший прогрев почвы продолжался в течение недели, к концу которой температура почвы на соответствующих глубинах составила 25, 14 и 7°C , а влажность – менее 30%. Данные метеорологические факторы способствовали интенсивному выводу кровососущих насекомых, которые традиционно для этих территорий рассматриваются в качестве переносчика возбудителя и одной из причин быстрого распространения эпизоотий.

Социальные факторы риска в исследовании рассмотрены в связи со структурой и динамикой численности поголовья СХЖ, их нахождением и выпасом на территориях почвенных очагов, восприимчивостью к возбудителю животных, опасностью СЯЗ, степенью контактов с животными населения из групп риска и их специфической защитой. Так, изучение структуры животноводства в динамике показало, что по сравнению с концом прошлого века поголовье КРС в России значительно сократилось. Однако с учетом стратегии развития сельского хозяйства в последние годы на этом фоне отмечалась тенденция к росту поголовья КРС, находящегося в частном владении. В 2006-2016 гг. поголовье КРС и коров в государственных сельскохозяйственных организациях и ХН в целом по стране снизилось на 20-30%. При этом оно в 1,6 и 2 раза, соответственно, выросло в КФХ и у индивидуальных предпринимателей. К концу 2018 г. в России соотношение сельскохозяйственных предприятий, ХН и КФХ, содержащих КРС, составило 45:41:14. Таким образом, более половины поголовья КРС в России находится в частном владении, что требует особого внимания к соблюдению санитарно-ветеринарных правил по профилактике сибирской язвы.

Показано, что доля частного скотоводства значительно преобладает на территориях Юга России, в ПФО, а также в ДФО. На территории Центральной России, а также в СЗФО, напротив, преобладают государственные предприятия по выращиванию КРС. Вместе с тем, интенсивность скотоводства в частном секторе значительно варьирует в зависимости от природно-климатических и социально-экономических условий. По данным Росстата, среди животноводческих субъектов не только ПФО, но и России в целом регионами-лидерами по поголовью КРС в 2018 г. являлись республики Башкортостан и Татарстан, а также Оренбургская область (около 1 млн голов). На данных территориях, а также в Чувашской Республике, Саратовской, Самарской, Пензенской и Ульяновской областях установлена самая высокая доля КРС, содержащегося в частных хозяйствах.

В ЦФО, по данным последней Всероссийской сельскохозяйственной переписи, находится 15% КРС, учтенного в России. Основное поголовье сосредоточено в субъектах традиционного животноводства - в Воронежской (460 тыс. голов) и Брянской (449 тыс. голов) областях. При этом лидерами по доле КРС, содержащегося в ХН, а также мелких и средних КФХ на начало

2019 г. были Тамбовская (68%), Липецкая (41%) и Курская (38%) области. В Воронежской и Брянской областях доля частного скотоводства сильно отличалась – 35% и 8%, соответственно, что связано с вытеснением частной собственности крупными холдингами, развивающимися в последнее время на отдельных территориях.

Для 15-ти субъектов, относящихся к Крайнему Северу России, эпидемиологически значимыми животными являлись северные олени. В динамике за последние годы в сельхозорганизациях на этих территориях в целом имело место незначительное сокращение поголовья оленей и КРС. При этом отмечался стремительный рост поголовья оленей в ЯНАО. На начало 2016 г. численность поголовья оленей на Ямале была самой большой не только в нашей стране, но и в мире и составляла 773 тыс. голов, причем более 80% поголовья находилось в ХН. Для сравнения - в 30-х годах прошлого века численность поголовья оленей в ЯНАО составляла всего 346 тыс., в 60-е годы - около 360 тыс., а в начале 2000-х - около 550 тыс. голов. Та же тенденция к росту поголовья оленей преимущественно в ХН присутствовала и на других территориях Крайнего Севера. Только за 2017-2018 гг. оно выросло в 1,5-2 раза в Магаданской области, Республике Саха (Якутия), на Камчатке и в НАО.

Обзор проведенных ранее исследований, а также изучение современной ситуации по сибирской язве в России и на отдельных ее территориях, показал, что основной причиной инфицирования СХЖ является выпас восприимчивого скота на территориях почвенных очагов – на моровых полях и вблизи одиночных СЯЗ. Определяя риски, связанные с животноводческой деятельностью, представляло интерес изучение площадей земель, используемых для выпаса скота, который осуществляется преимущественно частными владельцами, поскольку крупные животноводческие хозяйства в настоящее время, как правило, используют безвыпасные технологии. Установлено, что в динамике в России наблюдалось увеличение площадей сельскохозяйственного назначения. На начало 2019 г. эти земли занимали 382,5 млн га (22,3%). Общая площадь сельскохозяйственных угодий в России в 2016 г. составляла около 198 млн. га (22,4% от общего земельного фонда), из них около 29% (57,20 млн га) традиционно использовались как пастбища. Доля пастбищ при таком распределении земель в последние десятилетия оставалась практически неизменной, при этом их большая часть приходилась на СФО, ЮФО и ПФО. Так, доля пастбищных земель в ПФО составляла в среднем 22%, в ЦФО - 13,3%. Максимальная доля земель, используемых непосредственно под пастбища в ПФО, расположена в Оренбургской, Саратовской, Самарской областях, а также в республиках Башкортостан и Татарстан. В ЦФО максимальные площади земель, используемые под пастбища, расположены в Воронежской, Тамбовской, Тверской, Рязанской и Курской областях.

Показано, что значительно повышает риски осложнения ситуации по сибирской язве нерегулируемый выпас СХЖ, находящихся в частной собственности. Особенно очевидной эта проблема стала после вспышки на Ямале. Следует отметить, что до середины XX в. пути сезонных кочевий оленей (каслания) по возможности проходили по эпизоотически безопасным в отношении сибирской язвы территориям. Однако, учитывая недостаточную объективность информации о точном местоположении моровых полей, маршруты каслания с высокой долей вероятности могли проходить и по местам, в прошлом неблагополучным по этой инфекции. При этом заболеваемость оленей сибирской язвой в указанный период не регистрировалась, что связывают с обязательной вакцинацией животных, которой в конце 40-х годов прошлого века было охвачено почти все поголовье оленей. В 60-е годы охват прививками северных оленей Ямала составлял в среднем около 65%, а в отдельные годы достигал 76% [Худавердиев И.Н., 1973]. Однако на основании изучения условий течения сибиреязвенных эпизоотий на Ямале была признана несостоятельной гипотеза о стационарном неблагополучии «падёжных мест» и поставлен вопрос о пересмотре теоретических и практических подходов к оценке опасности ведения хозяйственной деятельности на неблагополучных территориях и планирования противоэпизоотических мероприятий не только на Ямале, но и во всех арктических регионах России [Лайшев К.А., Забродин В.А., 2012]. В результате, с 2007 г. на территории Ямала была прекращена массовая вакцинация северных оленей, которая в условиях ресурсных ограничений и роста поголовья животных стала к тому же сложно выполнимой и затратной задачей.

Восприимчивость к возбудителю сибирской язвы эпидемиологически значимых СХЖ изучена в целом по стране, а также на отдельных территориях. По имеющимся данным об иммунном статусе заболевших животных в 2001-2019 гг. в 113 эпизоотических очагах, у животных в 63 пунктах вакцинация не проводилась. Но в тоже время в 50 СНП животные, согласно отчетности, были вакцинированы, что ставит вопрос об эффективности использованных вакцинных препаратов или о достоверности представляемых данных. Между тем, плановая профилактическая вакцинация всех восприимчивых СХЖ, независимо от их принадлежности, финансируется государством и должна проводиться на всех неблагополучных территориях. Особую значимость это мероприятие приобретает на территориях с высокой плотностью СНП и их активностью в последние годы.

Анализ привитости против сибирской язвы СХЖ показал, что особое внимание уделяется выполнению планов профилактической вакцинации КРС. В среднем по стране с начала века она выполнялась на 97,8%. Вместе с тем, значительное перевыполнение вакцинации свиней, а также отсутствие данных в отношении привитости других видов животных указывает на имеющиеся недостатки в учете и планировании. Проведенный анализ официальной отчетности показал, что в среднем за период с 2005 по 2016 гг. план прививок (вакцинация и ревакцинация) поголовья КРС в субъектах ПФО и ЦФО выполнен на 101,5% и 94,7%. Максимальный охват прививками ($\geq 100\%$) отмечен в республиках Марий Эл и Мордовия, Саратовской, Ярославской и Владимирской областях. Это может свидетельствовать как о недоучете животных и некорректном планировании вакцинации в условиях роста поголовья, так и об учете на отдельных территориях вакцинации животных по эпизоотическим показаниям. Минимальная привитость поголовья скота ($< 95\%$) наблюдалась в отдельных субъектах ЦФО, характеризующихся как относительным потенциальным благополучием (Московская, Тверская, Смоленская Ивановская области), так и неблагополучием (Тамбовская область).

В качестве фактора инфицирования населения рассмотрена профилактическая вакцинация и ревакцинация против сибирской язвы групп риска. Приходится констатировать, что в 2001 -2015 гг. отмечалось резкое сокращение объемов плановой иммунизации контингентов, входящих в группы риска, на что неоднократно указывали исследователи [Симонова Е.Г. с соавт., 2012; Рязанова А.Г. с соавт., 2015 и др.]. Установлено, что за 26 лет объемы вакцинации против сибирской язвы сократились в 10 раз (с 57559 чел. в 1991 г. до 5731 чел. в 2015 г.), ревакцинации – в 24,5 раз (с 189694 чел. в 1991 г. до 7743 чел. в 2015 г.). За последние 15 лет объемы вакцинации сократились в 6,7 раз (с 38830 чел. до 5731 чел.), объемы ревакцинации - в 12,5 раз (с 94878 чел. до 7743 чел.). Полностью прекратились прививки группам риска в УФО.

Оценивая привитость групп риска, к числу которых, как показали наши исследования, относятся, прежде всего, лица, частным порядком занимающиеся выращиванием скота и производством продукции животноводства, мы исходили их числа мелких сельскохозяйственных предприятий и ХН. По данным государственного статистического учета, на 1 июля 2016 г. число таких хозяйств в России составляло 206648, т. е. число привитых должно быть, как минимум, таким же. Вместе с тем, анализ привитости показал, что в целом по стране на начало 2016 г. от сибирской язвы были защищены не более 6,5% населения, подвергавшегося риску инфицирования. В ПФО и ЦФО привитость населения соответственно составила 19,9% и 3,4%. На отдельных территориях, характеризующихся неблагополучием по другим факторам риска, в т.ч. по низкому охвату прививками против сибирской язвы КРС, привитость населения их групп риска значительно различалась. Так, в Республике Татарстан она составила 46%, а в Тамбовской области, также как и на территориях УФО, включая ЯНАО, прививки не проводились вовсе.

Исследование показало, что современная ситуация по сибирской язве требует пересмотра групп риска. Так, до 2016 г. не учитывались контингенты, риски инфицирования которых были обусловлены ведением хозяйственной деятельности и условиями быта. К числу таких контингентов следует относить коренные малочисленные народы Севера, чья жизнедеятельность связана непосредственно с оленеводством. Изучение в динамике численности населения, проведенное по данным девяти переписей, показало, что с 1926 г. по

настоящее время численность ненцев, традиционно занимающихся оленеводством, в т.ч. на Ямале, выросла в 2,4 раза. При этом, несмотря на происходящие процессы урбанизации, ассимиляции, смены этнической идентификации у потомков смешанных браков, народные традиции, формировавшиеся веками, сохраняются и в настоящее время [Лукин Ю.Ф., 2013]. Из почти 30-ти тысячного населения ненцев 83% проживают в сельской местности, большая часть из них занята в сфере оленеводства, которое является не только источником доходов семей, но и способом ведения личного хозяйства. В этой связи, для данной группы населения характерны не только профессиональные, но и бытовые риски заражения, что и подтвердили итоги расследования вспышки в ЯНАО в 2016 г. [Попова А.Ю. с соавт., 2017].

На других территориях страны, как показало исследование, основным контингентом риска также являются владельцы частного скота (56,7%, $p < 0,05$). При этом данная категория населения абсолютно не защищена от сибирской язвы, а также плохо информирована о рисках заражения и профилактике сибирской язвы.

Пересмотр групп риска позволил с 2017 г. значительно расширить перечень контингентов, подлежащих плановой иммунизации против сибирской язвы. Так, в ЯНАО в число декретированных контингентов включены зооветеринарные работники; лица, занятые предубойным содержанием скота, а также убойем, снятием шкур и разделкой туш; лица, занятые сбором, хранением, транспортировкой и первичной переработкой сырья животного происхождения; оленеводы и члены их семей, каслающее население автономного округа с 14 лет, в т. ч. дети с 14 лет, поступающие в школы интернаты; медицинские работники медицинских организаций на неблагополучных по сибирской язве сельских территориях ЯНАО; вахтовые рабочие и медицинские работники ведомственных медицинских организаций из стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов; сотрудники лабораторий, работающие с материалом подозрительным на инфицирование возбудителем сибирской язвы, а так же сотрудники клинично-диагностических лабораторий медицинских организаций в неблагополучных по сибирской язве территориях ЯНАО; прочие контингенты, такие как работники МЧС, вертолетчики. В общей сложности численность групп риска составила 598 чел.

После вспышки сибирской язвы в ЯНАО против сибирской язвы в России было привито в 7,8 раз (45014 чел.), ревакцинировано в 2,3 раза больше по сравнению с 2015 г. (17561 чел.). После долгого перерыва в УФО в 6-ти субъектах было привито 19581 чел. Таким образом, на примере ЯНАО продемонстрированы упущенные возможности вакцинации населения, относящегося к группам риска.

Современные технологии эпизоотолого-эпидемиологического надзора за сибирской язвой

Ранжирование территорий на основе комплексной оценки риска показало, что в ПФО максимальное неблагополучие наблюдается в республиках Башкортостан, Татарстан, Чувашской Республике, Саратовской, Оренбургской и Пензенской областях (I группа). Средние риски выявлены в Самарской, Ульяновской, Нижегородской областях, а также республиках Удмуртская и Мордовия (II группа). Низкие риски характерны для Пермского края, Кировской области и Республики Марий Эл (III группа).

В ЦФО к I-ой группе отнесены территории Воронежской, Курской, Тамбовской, Рязанской, Белгородской, Орловской и Липецкой областей, для которых суммарные ранги превысили 150. Ко II-ой группе относятся Калужская, Тульская, Смоленская, Брянская, Тверская, Ивановская и Московская области. И, наконец, в III-ю группу входят Костромская, Ярославская, Владимирская области и г. Москва.

Моделирование ситуации в зависимости от изменения климатических факторов. Для региона Крайнего Севера изучены риски осложнения ситуации по сибирской язве в связи наблюдающимся с увеличением $T_{возд}$, приводящим к таянию ВМ. Установлено, что 28 районов из 70 (40%) имеют высокий $HQ_{тепп}$ - ≥ 2 баллов. Максимальной опасностью (6 баллов) характеризуются Среднеколымский, Мирнинский, Нюрбинский районы Республики Саха (Якутия), Нарьян-Марский г.о. НАО, а также Дудинский г.о. Таймырского Долгано-Ненецкого района Красноярского края. В результате ранжирования территорий по $HQ_{пор}$ установлено, что к

наиболее проблемным районам относятся Нарьян-Марский, Сыктывкарский, Якутский, Лесосибирский, Чусовской, Ухтинский городские округа и два района Якутии - Намский и Усть-Алданский. Именно для этих районов Крайнего Севера особо значима актуализация Кадастра СНП, поскольку здесь в последнее время происходили значительные изменения в административно-территориальном делении.

ГИС-технологии в надзоре за сибирской язвой. В качестве модели для демонстрации возможностей ГИС в совершенствовании надзора за сибирской язвой в части оценки рисков выбрана Республика Татарстан – субъект, входящий в зону постоянного эпизоотического неблагополучия. Картирование СНП показало, что максимальное эпизоотическое неблагополучие в XXI веке приходится на северную и центральную части республики (Рисунок 2А). Максимальная плотность СНП отмечена в Балтасинском, Елабужском, Менделевском, Альметьевском, Чистопольском, Атнинском и Кукморском районах, а также в г. Набережные Челны. Практически во всех перечисленных районах широко развито животноводство. Здесь в сельскохозяйственных организациях различных форм собственности, в т.ч. в КФХ, число которых на отдельных территориях (Кукморский район) превышает сотню, разводят КРС и МРС, свиней и лошадей, что сопряжено с риском инфицирования СХЖ. Картирование СЯЗ показало, что они присутствуют в большинстве районов Татарстана (Рисунок 2Б).

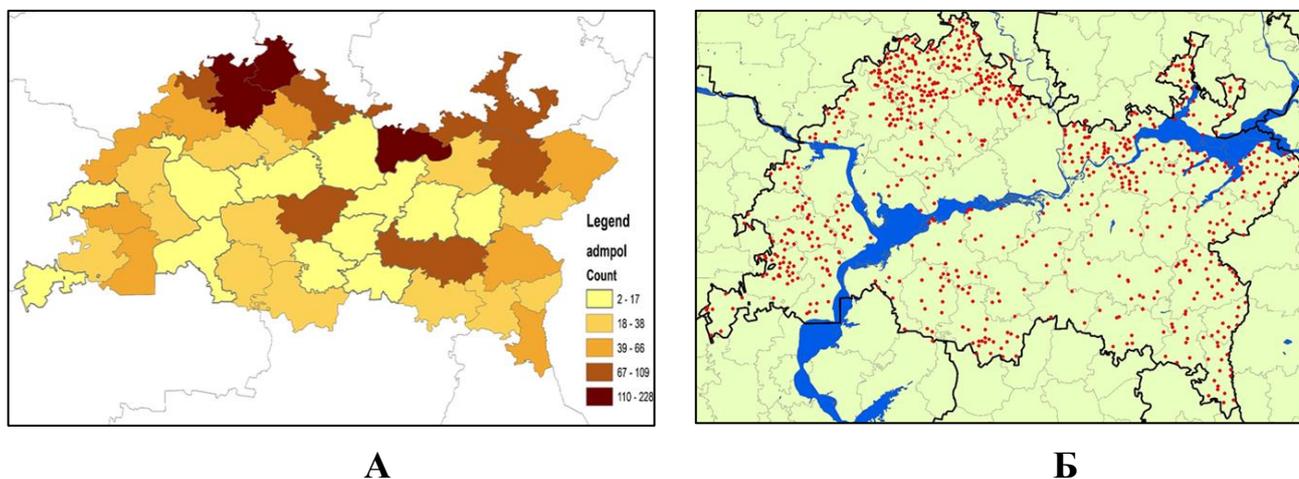


Рисунок 2 - Распределение стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов (А) и локализация известных сибиреязвенных захоронений (Б) на территории Республики Татарстан.

Вместе с тем, пространственный анализ не обнаружил четкой привязки СЯЗ к активным в последние 20 лет СНП. Все захоронения удалены от СНП на расстояние 1000 м и более, что объясняется формированием в прошлом множественных почвенных очагов сибирской язвы в местах падежа животных, которые часто находились в удалении от границ участков, где впоследствии были организованы скотомогильники. Одновременно на любой территории нельзя исключать наличие спонтанных, нигде не учтенных СЯЗ, которые могли быть сделаны в период массовых эпизоотий XIX и начала XX века.

При анализе плотности расположения объектов риска установлено, что СЯЗ приурочены преимущественно к районам, находящимся ближе к границам республики, с максимальной плотностью в её северной части (Рисунок 3А). Полученные результаты закономерно совпадают с характером распределения СНП и соответствуют местам регистрации эпизоотий сибирской язвы, возникавших здесь в XX веке. В ретроспективе последних 100 лет, наиболее сильно от эпизоотий сибирской язвы страдали животноводческие районы на севере Татарстана (Рисунок 3Б), что должно было привести к наиболее интенсивной контаминации этих районов *B.anthraxis*. Однако здесь расположены земли со средним содержанием гумуса, преимущественно серо-лесные почвы, а черноземы расположены в центре и на юге субъекта.

Таким образом, в условиях Республики Татарстан мы сталкиваемся с ситуацией, когда первоначально максимальное число почвенных очагов было сформировано на севере республики, тогда как наиболее стойкие почвенные очаги должны были сформироваться в центре и на юге. Данной гипотезе вполне соответствует регистрируемая эпизоотическая ситуация. За последние 30 лет вспышки сибирской язвы примерно в равной пропорции были распределены между районами с выщелоченными черноземными и серыми лесными почвами – 35% и 31%, соответственно. С 2003 г. было зарегистрировано 4 вспышки сибирской язвы в 4-х районах Республики Татарстан, расположенных на севере (Кукморский район), западе (Зеленодольский район), востоке (Сармановский район) и юго-востоке (Бавлинский район).

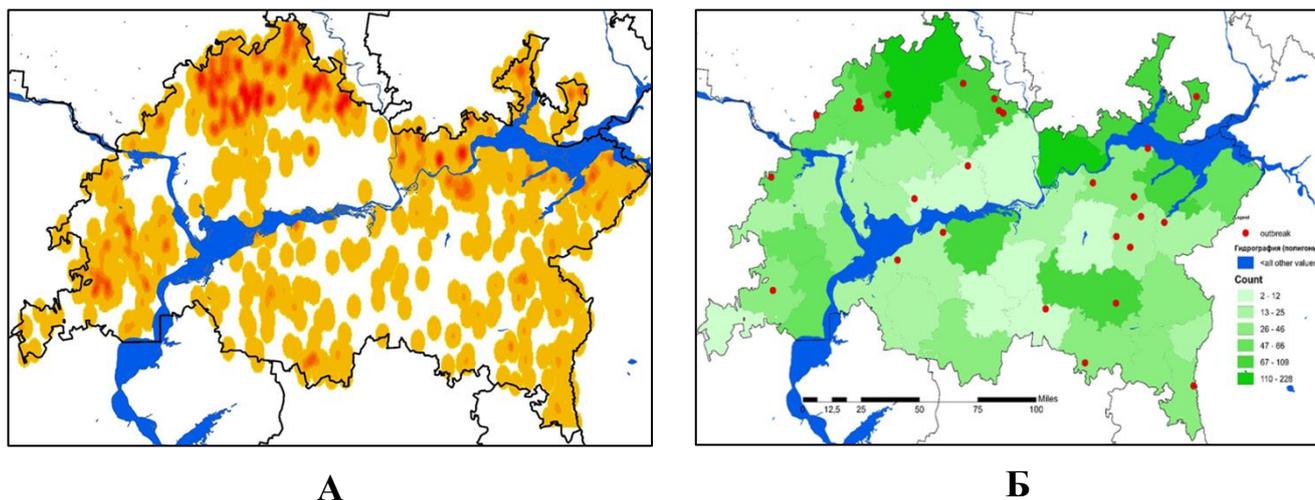


Рисунок 3 - «Тепловая» карта плотности расположения сибиреязвенных захоронений (А) и карта плотности вспышек сибирской язвы на территории Республики Татарстан.

При этом сибиреязвенное неблагополучие в основном (три вспышки) было связано с рецидивированием СНП, расположенных на черноземных почвах. Исключение составляет вспышка 2014 г., возникшая в Кукморском районе – на территории с высокой плотностью СНП и преобладанием серо-лесных почв, в которую были вовлечены несколько населенных пунктов и заболело 2 человека. Причиной формирования эпизоотии могло стать рецидивирование активности почвенных очагов, способствующее контаминации возбудителем заготавливаемых кормов, а также завоз зараженного скота с других неблагополучных территорий.

Таким образом, накопленные в картографических базах данные позволяют провести развернутый пространственно-временной анализ распространенности сибирской язвы на территории Российской Федерации. Его результаты свидетельствуют о продолжении смещения зоны максимального эпизоотологического и эпидемиологического риска в районы с черноземными почвами. При этом в ряде регионов, в т.ч. в Республике Татарстан, сохраняется эпизоотологическая значимость других типов почв, особенно серых лесных и каштановых.

Интегрирование данных о СНП и СЯЗ с картографической основой административно-территориального деления и природно-сельскохозяйственного районирования на платформе ГИС-приложений является важным шагом на пути совершенствования прогнозирования рисков и обеспечения информационной поддержки принятия решений в области надзора и контроля за сибирской язвой на территории России.

ВЫВОДЫ

1. Современная ситуация по сибирской язве в Российской Федерации характеризуется сохранением рисков ее осложнения, о чем свидетельствует заболеваемость сельскохозяйственных животных и населения. С начала текущего века в 124-х эпизоотических и 59-ти эпидемических очагах выявлено около 3000 случаев заболеваний животных и 177 случаев сибирской язвы у людей, которые регистрировались в 26-ти из 85 субъектов России, в т.ч. в

Поволжье (5 субъектов, 30 случаев, 16,9%), Центральной России (4 субъекта, 5 случаев, 2,8%), а также на отдельных территориях Крайнего Севера - в Красноярском крае (1 случай) и ЯНАО (36 случаев, 20,3%).

2. К современным эпидемиологическим особенностям сибирской язвы следует отнести сохранение вспышечного характера заболеваемости (1 50 случаев, 85%) со снижением индекса очаговости до 3-х в среднем по стране, преобладанием среди заболевших мужчин (66,5%, $p < 0,05$) активного трудоспособного возраста (30-49 лет), проживающих в сельской местности (93,2%, $p < 0,001$). Самой многочисленной социальной группой риска в современных условиях является «неработающее» население и домохозяйки (35%, $p < 0,05$), а максимальный риск инфицирования по-прежнему связан с вынужденным убоем сельскохозяйственных животных (53%, $p < 0,001$), преимущественно восприимчивого КРС (56%), находящегося в частной собственности и на свободном выпасе на территориях почвенных очагов.

3. В 2001-2019 гг. активность проявили 137 СНП, расположенных в 32-х субъектах всех федеральных округов России, кроме СЗФО. Практически каждый третий СНП представлял собой новый, ранее не зарегистрированный пункт. Повторно проявили активность 98 СНП (более 70%), приуроченных не только к южным, но и к Центральным регионам России, а также Поволжью (более 80%). Кратность активности колебалась от 1-го до 39-ти раз, а средний интервал составлял 44 года.

4. Предпосылками осложнения ситуации является наличие почвенных очагов сибирской язвы на конкретных территориях, потенциальное неблагополучие которых определяют природные факторы, а реальное - социальные условия. Ранжирование с учетом действия комплекса факторов выявило территории максимального риска в ПФО (республики Башкортостан, Татарстан, Чувашия, Саратовская, Оренбургская и Пензенская области) и в ЦФО (Воронежская, Курская, Тамбовская, Рязанская, Белгородская, Орловская и Липецкая области).

5. Причинами и условиями возникновения вспышки сибирской язвы на Ямале в 2016 г. явилось действие комплекса природно-климатических (длительные периоды высоких температур при отсутствии осадков и высокой увлажненности и прогреве почвы), социальных (нерегулируемые маршруты калания значительного по численности поголовья северных оленей и его выпас на стационарно неблагополучных территориях, традиции и образ жизни оленеводов и членов их семей) и биологических (восприимчивость животных и людей) факторов риска.

6. К территориям Крайнего Севера, характеризующимся максимальной опасностью по величине территориального коэффициента, отнесены Среднеколымский, Мирнинский, Нюрбинский районы Республики Саха (Якутия), Нарьян-Марский и Дудинский городские округа, по популяционной опасности - Нарьян-Марский, Сыктывкарский, Якутский, Лесосибирский, Чусовской, Ухтинский городские округа, а также Намский и Усть-Алданский районы Якутии.

7. Применение ГИС-технологий позволяет значительно повысить эффективность надзора за сибирской язвой - на примере Республики Татарстан установлены административно-территориальные единицы с максимальным риском осложнения ситуации по сибирской язве, а также причины формирования эпизоотии, заключающиеся в рецидивировании активности почвенных очагов, контаминации возбудителем заготавливаемых кормов, а также завозе зараженных животных с других неблагополучных территорий.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Исходя из полученных в исследовании результатов, рекомендуется унифицировать подходы к учету и регистрации СНП по сибирской язве и СЯЗ путем создания региональных (субъектовых) актуализированных баз данных и реестров захоронений с использованием разработанной методики и при тесном межведомственном взаимодействии органов Роспотребнадзора и Россельхознадзора.

С целью дальнейшей оптимизации надзора и контроля за сибирской язвой на локальных и региональных уровнях следует создать и постоянно обновлять реестры рисков, проводить ранжирование территорий по степени рисков осложнения ситуации по

предложенной методике, а также внедрить на локальных уровнях ГИС-технологии для повышения качества и эффективности эпидемиологической диагностики и прогнозирования дальнейшей динамики эпизоотического и эпидемического процессов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Проведенное исследование показало, что, с учетом накопленных данных о закономерностях возникновения и распространения эпизоотического и эпидемического процессов сибирской язвы, дальнейшие направления совершенствования надзора должны быть связаны с алгоритмизацией и автоматизацией сбора, хранения, обработки первичной информации и представления ее для быстрого принятия необходимых управленческих решений. Этому способствуют происходящая в Российской Федерации на всех уровнях исполнительной и законодательной власти информатизация и цифровизация общества, способствующая быстрому получению эпидемиологически значимой информации о динамически изменяющихся факторах риска. Создание и внедрение в практику современных программных продуктов, безусловно, будет направлено на унификацию подходов к сбору и анализу больших информационных массивов, повысит эффективность эпизоотолого-эпидемиологического надзора за сибирской язвой, в т.ч. в условиях недостатка кадров с соответствующими профессиональными компетенциями на локальном уровне.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Раичич С.Р. Изучение эколого-эпидемиологической опасности сибиреязвенных захоронений на территории Тверской области / С.А. Картавая, С.Р. Раичич // II Молодежный международный форум медицинских наук «MedWAYS». - М., 2013. С.213.
2. Раичич С.Р. Прогнозирование ситуации по сибирской язве на основе анализа рисков/ С.А. Картавая, С.Р. Раичич, Е.Г. Симонова // Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Новые технологии специфической и неспецифической профилактики инфекционных болезней». - Владивосток, 2014. С.26.
3. **Раичич С.Р. Научное обоснование размеров санитарно-защитных зон сибиреязвенных захоронений на основе комплексной оценки риска / С.А. Картавая, Е.Г. Симонова, М.Н. Локтионова, О.А. Колганова, В.И. Ладный, С.Р. Раичич // Гигиена и санитария. 2016. 95(7). С. 601-606.**
4. Раичич С.Р. Сибирская язва на Ямале: оценка рисков / Е.Г. Симонова, С.А. Картавая, А.В. Титков, С.Р. Раичич // Материалы IX Ежегодного Всероссийского Конгресса по инфекционным болезням с международным участием. – М., 2017. С. 255.
5. **Раичич С.Р. Сибирская язва на Ямале: оценка эпизоотологических и эпидемиологических рисков / Е.Г. Симонова, С.А. Картавая, А.В. Титков, М.Н. Локтионова, С.Р. Раичич, В.А. Толпин, Е.А. Лупян, А.Е. Платонов // Проблемы особо опасных инфекций. 2017. №1. С. 89-93.**
6. Раичич С.Р. Современные проявления активности стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов в Российской Федерации / С.А. Картавая, С.Р. Раичич, Е.Г. Симонова // Инфекционные болезни. 2017. Т. 15. № S1. С. 123.
7. Раичич С.Р. Научно-методические основы определения опасности сибиреязвенных захоронений на территории Российской Федерации / Е.Г. Симонова, С.А. Картавая, С.Р. Раичич // Актуальные проблемы болезней, общих для человека и животных. Сб. материалов II Всероссийской научно-практической конференции/под ред. А.Н. Куличенко. – Ставрополь, 2017. С. 183-185.
8. Раичич С.Р. Опыт работ по актуализации кадастра стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов на примере Белгородской области / С.А. Картавая, Е.Е. Оглезнева, Е.Г. Симонова, С.Р. Раичич // Инфекция и иммунитет. 2017. № S. С. 358.
9. Раичич С.Р. Использование геоинформационных систем для оценки потенциальной эпизоотолого-эпидемиологической опасности почвенных очагов сибирской язвы / Е.Г. Симонова, М.И. Гулюкин, А.А. Шабейкин, А.М. Гулюкин, С.А. Картавая, С.Р. Раичич // Инфекция и иммунитет. 2017. № S. С. 215.
10. **Раичич С.Р. Проявления активности стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов Российской Федерации в современных условиях / Е.Г. Симонова, С.Р. Раичич, С.А. Картавая, М.Н. Локтионова, А.А. Шабейкин // Проблемы особо опасных инфекций. 2018. № 2. С. 90-94.**

11. **Раичич С.Р. Сибирская язва в Российской Федерации: совершенствование эпизоотолого-эпидемиологического надзора на современном этапе / Е.Г. Симонова, С.А. Картавая, С.Р. Раичич, М.Н. Локтионова, А.А. Шабейкин // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2018. Т. 17. № 2 (99). С. 57-62.**
12. Раичич С.Р. Эпизоотологическая ситуация по сибирской язве в Российской Федерации в 2001-2016 гг. / А.А. Шабейкин, М.Н. Локтионова, С.Р. Раичич, Е.Г. Симонова // В книге: Инфекционные болезни в современном мире: эволюция, текущие и будущие угрозы. Материалы X Ежегодного Всероссийского конгресса по инфекционным болезням с международным участием. – М., 2018. С. 255.
13. Раичич С.Р. Современные проявления активности стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов на территории Российской Федерации // Е.Г. Симонова, М.Н. Локтионова, С.Р. Раичич, С.А. Картавая // В книге: Инфекционные болезни в современном мире: эволюция, текущие и будущие угрозы. Материалы X Ежегодного Всероссийского конгресса по инфекционным болезням с международным участием. – М., 2018. С. 203.
14. Раичич С.Р. Эпидемиологическая ситуация по сибирской язве в Российской Федерации в 2001-2016 гг. / М.Н. Локтионова, С.Р. Раичич, Е.Г. Симонова, С.А. Картавая // В книге: Инфекционные болезни в современном мире: эволюция, текущие и будущие угрозы. Материалы X Ежегодного Всероссийского конгресса по инфекционным болезням с международным участием. – М., 2018. С. 128.
15. Раичич С.Р. Сибирская язва в Российской Федерации / С.Р. Раичич, С.А. Сабурова, Е.Г. Симонова, М.Н. Локтионова // В сборнике тезисов научно-практической конференции «Актуальные вопросы государственного санитарно-эпидемиологического надзора в вооруженных Силах Российской Федерации». – СПб., 2018. С. 99.
16. **Раичич С.Р. Применение геоинформационных технологий для оценки эпизоотологической и эпидемиологической ситуации по сибирской язве / Е.Г. Симонова, А.А. Шабейкин, С.Р. Раичич, М.Н. Локтионова, С.А. Сабурова, М.А. Пятяшина, В.И. Ладный, А.М. Гулюкин // Анализ риска здоровью. 2019. № 3. С. 74-82.**
17. Раичич С.Р. Геоинформационные системы как инструмент оценки эпизоотологических и эпидемиологических рисков в надзоре за сибирской язвой / С.Р. Раичич, А.А. Шабейкин, С.А. Сабурова, Е.Г. Симонова, А.М. Гулюкин, М.А. Пятяшина, Л.Г. Авдонина, Л.О. Борисова // В сборнике: Актуальные проблемы болезней, общих для человека и животных. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием под ред. А.Н. Куличенко. – Ставрополь, 2019. С. 248-250.
18. Раичич С.Р. Актуализация кадастра стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов в Нижегородской области / Е.Г. Симонова, С.А. Сабурова, С.Р. Раичич, Н.С. Кучеренко, О.Е. Степанова, Н.А. Садыкова, Д.А. Липшиц // В сборнике: Инфекционные болезни в современном мире: эволюция, текущие и будущие угрозы. Материалы XI Ежегодного Всероссийского Конгресса по инфекционным болезням с международным участием. – М., 2019. С. 189.
19. Раичич С.Р. Результаты первого этапа актуализации кадастра стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов и создания единого реестра сибиреязвенных захоронений // Е.Г. Симонова, М.Н. Локтионова, С.Р. Раичич // В сборнике: Инфекционные болезни в современном мире: эволюция, текущие и будущие угрозы. Материалы XI Ежегодного Всероссийского Конгресса по инфекционным болезням с международным участием. – М., 2019. С. 187-188.
20. Раичич С.Р. Сибиреязвенные захоронения на территории Нижегородской области / Е.Г. Симонова, С.А. Сабурова, С.Р. Раичич, А.А. Шабейкин, Н.С. Кучеренко, О.Е. Степанова, Н.А. Садыкова, Д.А. Липшиц // В сборнике: Инфекционные болезни в современном мире: эволюция, текущие и будущие угрозы. Материалы XI Ежегодного Всероссийского Конгресса по инфекционным болезням с международным участием. – М., 2019. С. 187.
21. Раичич С.Р. Применение ГИС-технологий для оценки эпизоотолого-эпидемиологического риска возникновения сибирской язвы на примере Республики Татарстан / Е.Г. Симонова, А.А. Шабейкин, В.И. Ладный, С.Р. Раичич, М.А. Пятяшина, Л.Г. Авдонина, Л.О. Борисова // В сборнике: Инфекционные болезни в современном мире: эволюция, текущие и будущие угрозы. Материалы XI Ежегодного Всероссийского Конгресса по инфекционным болезням с международным участием. – М., 2019. С. 188.
22. Раичич С.Р. Сибиреязвенные захоронения как объекты биологической опасности на территории Центрального федерального округа Российской Федерации / М.Н. Локтионова, С.Р. Раичич, С.А. Сабурова, Е.Г. Симонова, Т.А. Чеканова // В книге: Молекулярная диагностика и биобезопасность – 2020. Сборник материалов под ред. В.Г. Акимкина, М.Г. Твороговой. – М., 2020. С. 24.
23. Раичич С.Р. Результаты второго этапа актуализации кадастров стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов на территориях Центральной России и Поволжья / С.Р. Раичич, М.Н.

- Локтионова, Е.Г. Симонова, С.А. Сабурова, Т.А. Чеканова // В книге: Молекулярная диагностика и биобезопасность – 2020. Сборник материалов под ред. В.Г. Акимкина, М.Г. Твороговой. - М., 2020. С. 26.
24. Раичич С.Р. Совершенствование научно-методической базы для анализа и прогнозирования эпидемиологических рисков при проведении работ, связанных с установлением санитарно-защитных зон сибиреязвенных захоронений / С.А. Сабурова, С.Р. Раичич, М.Н. Локтионова, Е.Г. Симонова, Т.А. Чеканова // В книге: Молекулярная диагностика и биобезопасность – 2020. Сборник материалов под ред. В.Г. Акимкина, М.Г. Твороговой. - М., 2020. С. 27.
25. Раичич С.Р. Мониторинг сибиреязвенных захоронений и их санитарно-защитных зон на территории Республики Татарстан / В.И. Ладный, М.А. Пятяшина, Л.Г. Авдоница, Л.О. Борисова, Е.Г. Симонова, М.Н. Локтионова, С.А. Сабурова, С.Р. Раичич, Т.А. Чеканова // В книге: Инфекционные болезни в современном мире: эпидемиология, диагностика, лечение и профилактика. Сборник трудов XII Ежегодного Всероссийского интернет-конгресса по инфекционным болезням с международным участием. Под ред. В.И. Покровского. – М., 2020. С. 121.
26. Раичич С.Р. Потенциальные риски осложнения ситуации по сибирской язве на территории Северо-Западного федерального округа Российской Федерации / М.Н. Локтионова, С.Р. Раичич, С.А. Сабурова, В.И. Ладный, Т.А. Чеканова, Е.Г. Симонова // В книге: Инфекционные болезни в современном мире: эпидемиология, диагностика, лечение и профилактика. Сборник трудов XII Ежегодного Всероссийского интернет-конгресса по инфекционным болезням с международным участием. Под ред. В.И. Покровского. – М., 2020. С. 133.
27. Раичич С.Р. Сибиреязвенные захоронения на территории Приволжского федерального округа Российской Федерации / С.Р. Раичич, М.Н. Локтионова, С.А. Сабурова, А.А. Шабейкин, Е.Г. Симонова, Т.А. Чеканова // В книге: Инфекционные болезни в современном мире: эпидемиология, диагностика, лечение и профилактика. Сборник трудов XII Ежегодного Всероссийского интернет-конгресса по инфекционным болезням с международным участием. Под ред. В.И. Покровского. – М., 2020. С. 191-192.
28. Раичич С.Р. Мониторинг активности стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов и актуализация кадастра биологически опасных объектов Пензенской области / С.А. Сабурова, С.Р. Раичич, М.Н. Локтионова, Е.Г. Симонова, Т.А. Чеканова, М.В. Перекусихин, О.А. Николаев // В книге: Инфекционные болезни в современном мире: эпидемиология, диагностика, лечение и профилактика. Сборник трудов XII Ежегодного Всероссийского интернет-конгресса по инфекционным болезням с международным участием. Под ред. В.И. Покровского. – М., 2020. С. 198.
29. Раичич С.Р. Сибиреязвенные захоронения на территории Пензенской области / С.А. Сабурова, С.Р. Раичич, А.А. Шабейкин, М.Н. Локтионова, Е.Г. Симонова, Т.А. Чеканова, М.В. Перекусихин, О.А. Николаев, Ю.В. Корочкина // В книге: Инфекционные болезни в современном мире: эпидемиология, диагностика, лечение и профилактика. Сборник трудов XII Ежегодного Всероссийского интернет-конгресса по инфекционным болезням с международным участием. Под ред. В.И. Покровского. – М., 2020. С. 198-199.
30. Раичич С.Р. Оценка ситуации по сибирской язве на основе ранжирования территорий по степени риска/ С.Р. Раичич, С.А. Сабурова, А.А. Шабейкин, Е.Г.Симонова // Проблемы особо опасных инфекций. 2020. № 4. С. 125-132.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВОЗ - Всемирная организация здравоохранения
 ВМ – вечная мерзлота
 ГИС – геоинформационная система
 ДФО – Дальневосточный федеральный округ
 ИО – индекс очаговости
 КО – коэффициент очаговости
 КРС – крупный рогатый скот
 КФХ – крестьянско-фермерское хозяйство
 МГГ – мощность гумусового горизонта
 ММГ – многолетние мерзлые грунты
 МРС – мелкий рогатый скот
 МЧС – министерство чрезвычайных ситуаций
 МЭБ – международное эпизоотическое бюро

ПФО – Приволжский федеральный округ
 СЗФО – Северо – Западный федеральный округ
 СКФО – Северо – Кавказский федеральный округ
 СНП – стационарно неблагополучный пункт
 СФО – Сибирский федеральный округ
 СХЖ – сельскохозяйственные животные
 СЯЗ – сибиреязвенное захоронение
 ТО – теплообеспеченность почвы
 УФО – Уральский федеральный округ
 ХН – хозяйство населения
 ЦФО – Центральный федеральный округ
 ЮФО – Южный федеральный округ
 ЯНАО – Ямало-Ненецкий автономный округ