



**МАТЕРИАЛЫ  
XVII МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ СНГ  
«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ТЕРРИТОРИИ  
И СНИЖЕНИЯ РИСКОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЧУМЫ  
И ДРУГИХ ОПАСНЫХ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ»**

**PROCEEDINGS  
OF THE XVII INTERSTATE SCIENTIFIC AND PRACTICAL  
CONFERENCE OF THE CIS MEMBER STATES  
“CURRENT ISSUES OF SANITARY PROTECTION OF THE TERRITORIES  
AND RISK REDUCTION IN THE SPREAD OF PLAGUE  
AND OTHER DANGEROUS INFECTIOUS DISEASES”**

**8–9 ОКТЯБРЯ 2024 ГОДА  
ИРКУТСК**



# **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ТЕРРИТОРИИ И СНИЖЕНИЯ РИСКОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЧУМЫ И ДРУГИХ ОПАСНЫХ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ**

Материалы  
XVII Межгосударственной научно-практической конференции  
8–9 октября 2024 г., Иркутск

## **CURRENT ISSUES OF SANITARY PROTECTION OF TERRITORIES AND RISK REDUCTION IN THE SPREAD OF PLAGUE AND OTHER DANGEROUS INFECTIOUS DISEASES**

Proceedings of the XVII Interstate Scientific and Practical Conference  
of CIS Member States

CIS Healthcare Cooperation Council  
Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing  
Federal Government Health Institution Irkutsk Antiplague Research Institute of Siberia  
and Far East awarded with Order of the Red Banner of Labor  
Federal State Scientific Institution Russian Research Anti-Plague Institute "MICROB"

# **CURRENT ISSUES OF SANITARY PROTECTION OF TERRITORIES AND RISK REDUCTION IN THE SPREAD OF PLAGUE AND OTHER DANGEROUS INFECTIOUS DISEASES**

Proceedings of the XVII Interstate Scientific and Practical Conference  
of CIS Member States

Edited by  
Doctor of Medical Sciences, Professor *A. Yu. Popova*  
Doctor of Medical Science, Professor *S. V. Balakhonov*



Совет по сотрудничеству в области здравоохранения СНГ  
Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека  
Федеральное казенное учреждение здравоохранения  
Иркутский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский  
противочумный институт Сибири и Дальнего Востока  
Федеральное казенное учреждение науки Российский научно-исследовательский  
противочумный институт «МИКРОБ»

# **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ТЕРРИТОРИИ И СНИЖЕНИЯ РИСКОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЧУМЫ И ДРУГИХ ОПАСНЫХ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ**

Материалы  
XVII Межгосударственной научно-практической конференции  
8–9 октября 2024 г., Иркутск

Под редакцией  
доктора медицинских наук профессора *А. Ю. Поповой*  
доктора медицинских наук профессора *С. В. Балахонова*





УДК 616-036.22  
ББК 51.9  
А43

**Редакционная коллегия:**

С. В. Балахонов, В. А. Вишняков, Е. Ю. Киселева, В. М. Корзун,  
Е. В. Кравец, Е. С. Куликалова, А. В. Ляпунов, Е. Ю. Марков,  
Л. В. Миронова, Е. Г. Токмакова, А. Г. Трухина

А43

**Актуальные вопросы санитарной охраны территории и снижения рисков распространения чумы и других опасных инфекционных болезней : материалы XVII Межгосударственной научно-практической конференции, 8–9 октября 2024 г., Иркутск / под ред. А. Ю. Поповой, С. В. Балахонова. – Иркутск : Издательство ИГУ, 2024. – 299 с.  
ISBN 978-5-9624-2313-5**

В сборник вошли работы ведущих ученых и специалистов Российской Федерации, стран Содружества Независимых Государств и дальнего зарубежья, в которых представлены основные достижения в области обеспечения эпидемиологического благополучия в трансграничных природных очагах чумы, других опасных зоонозных и природноочаговых инфекций бактериальной и вирусной этиологии. Рассмотрены актуальные аспекты международного сотрудничества и межгосударственного взаимодействия по снижению рисков возникновения эпидемиологических осложнений, надзору и контролю за чумой и другими актуальными опасными, новыми и возвращающимися инфекционными болезнями. Представлены современная ситуация и проблемы профилактики опасных инфекционных болезней, в том числе в трансграничных природных очагах. Отражены вопросы разработки и внедрения инновационных диагностических, профилактических, биоинформационных и ГИС-технологий с целью совершенствования системы эпидемиологического надзора за опасными зоонозными и другими природноочаговыми инфекционными болезнями. Рассмотрены актуальные вопросы и перспективы обеспечения биологической безопасности микробиологических лабораторий, работающих с патогенными микроорганизмами, в том числе подготовки кадров по опасным инфекционным болезням и биологической безопасности.

Уделено внимание проблеме обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и биологической безопасности населения при COVID-19 в постпандемический период.

Предназначено для широкого круга специалистов: эпидемиологов, микробиологов, инфекционистов, руководителей учреждений здравоохранения санитарно-эпидемиологического и лечебно-профилактического профилей.

---

The collection of the Conference Proceedings comprises the works of leading researchers and specialists from the member-states of the Commonwealth of Independent States and far abroad, representing major achievements in the sphere of providing epidemiological wellbeing at transborder natural plague foci and other dangerous zoonotic and focal infectious of bacterial and viral etiology. Considered important aspects of international cooperation and international engagement in cushioning of epidemiological aggravations' emersion risks, monitoring and supervision of plague and other currently important dangerous new emerging and re-emerging infections. Presented the current situation and problems of dangerous infectious disease prophylaxis, whether in transboundary natural foci. Also represented the development and introduction questions of groundbreaking technologies' innovation in diagnostic, prophylaxis, bioinformatics and GIS solutions for improving the system of epidemiological surveillance on dangerous zoonotic and other focal infectious diseases. Regarded topical issues and prospects of biological safety and security arrangements for microbiological laboratories, which works with pathogenic microorganisms, including training of specialists on dangerous infectious diseases and biological safety.

Attention is paid to the problem of ensuring sanitary-epidemiological wellbeing and biological safety of the population during the COVID-19 pandemic and the postpandemic period.

This Collection is intended for a wide range of specialists: epidemiologists, microbiologists, infectious disease experts and heads of health institutions of sanitary-epidemiological and treatment-and-prevention specialty.

УДК 616-036.22  
ББК 51.9

ISBN 978-5-9624-2313-5

© Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2024  
© ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт, 2024

**Участникам XVII Межгосударственной научно-практической  
конференции государств – участников СНГ  
«Актуальные вопросы санитарной охраны территории и снижения  
рисков распространения чумы и других опасных инфекционных  
болезней»**



Уважаемые коллеги!

Опасные инфекционные болезни остаются одной из наиболее значимых угроз в современном мире. Под влиянием ряда природных, социальных и техногенных факторов, нарастающего антропогенного воздействия на функционирование паразитарных систем активно изменяются характер и проявления эпидемического процесса многих инфекционных болезней, которые в ходе своей эволюции приобретают новый потенциал распространения, в том числе на ранее неэндемичных территориях. Поддержание санитарно-эпидемиологического благополучия – основа устойчивого социально-экономического развития страны. Обеспечение биологической безопасности населения Российской Федерации приобретает еще большую актуальность как неотъемлемый компонент стратегии национальной безопасности государства и общества. Этот принцип закреплен Указом Президента Российской Федерации от 11 марта 2019 г. № 97 «Об основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» и Федеральным законом «О биологической безопасности в Российской Федерации» от 30 декабря 2020 г. № 492-ФЗ.

Российская Федерация следует принципам открытости и доброй воли, выстраивая международное сотрудничество по вопросам реагирования на угрозы биологического характера. Наша страна активно взаимодействует в области изучения и профилактики опасных, зоонозных и природноочаговых инфекций с дружественными странами ближнего и дальнего зарубежья, включая Центральную, Среднюю и Юго-Восточную Азию, Африку, Латинскую Америку, Восточную Европу. Эффективными платформами международного сотрудничества остаются такие межгосударственные объединения, как ЕАЭС, СНГ, БРИКС и ШОС. Важнейшее значение имеет сотрудничество стран в области мониторинга и профилактики болезней, эндемичность которых носит трансграничный характер: чумы, холеры, сибирской язвы, туляремии, лихорадки денге и Зика, инфекций, передаваемых клещами, и других болезней бактериальной и вирусной этиологии. Одной из значимых угроз, способных стать причиной чрезвычайной ситуации санитарно-

эпидемиологического характера международного масштаба в современном мире, остается чума. В последние годы на фоне нарастания эпизоотической активности природных очагов происходит рост их эпидемического потенциала, что способствует обострению ситуации по чуме на эндемичных территориях. В связи с этим сохраняются риск заражения людей чумой в природных очагах и вероятность ее заноса из зарубежных стран, в том числе с территорий трансграничных природных очагов.

В рамках реализации распоряжений Правительства Российской Федерации Роспотребнадзор проводит мероприятия по формированию единой системы реагирования на чрезвычайные ситуации санитарно-эпидемиологического характера на пространстве стран СНГ, развивает взаимодействие и с государствами дальнего зарубежья. В ходе этой работы мы выстраиваем научно-методическое взаимодействие противочумной системы Российской Федерации и профильных учреждений стран-партнеров, нарабатываем опыт совместного мониторинга природных очагов чумы, укрепляем кадровый потенциал и материально-техническую базу, что позволяет актуализировать информацию об эпизоотолого-эпидемиологической ситуации по чуме на территории соседних стран, повысить эффективность противоэпидемических и профилактических мероприятий. Для развития и совершенствования системы реагирования на биологические угрозы необходим постоянно обновляемый научный базис.

Уверена, что представленные в рамках Конференции результаты научной и практической деятельности послужат общему делу обеспечения устойчивого эпидемиологического благополучия населения в отношении опасных инфекционных болезней.

Желаю участникам Конференции результативной работы, расширения горизонтов научных знаний и практических навыков в сфере сохранения здоровья населения!

Руководитель Роспотребнадзора –  
Главный государственный санитарный  
врач Российской Федерации



А. Ю. Попова

# **Участникам XVII Межгосударственной научно-практической конференции государств – участников СНГ «Актуальные вопросы санитарной охраны территории и снижения рисков распространения чумы и других опасных инфекционных болезней»**

Уважаемые друзья!

От имени Исполнительного комитета Содружества Независимых Государств приветствую участников XVII Межгосударственной научно-практической конференции государств – участников СНГ «Актуальные вопросы санитарной охраны территории и снижения рисков распространения чумы и других опасных инфекционных болезней».

Конференция объединяет известных ученых, ведущих экспертов противочумных и профильных научных учреждений, представителей практического здравоохранения не только государств Содружества, но и стран Юго-Восточной Азии. Опыт и знания, которыми обладает каждый из участников Конференции – уникален и важен.

К сожалению, инфекционные болезни по-прежнему представляют реальную угрозу для всех стран мира как в контексте трансграничного распространения, так и их способности вызывать развитие чрезвычайных ситуаций эпидемиологического характера.

Пандемия COVID-19 продемонстрировала человечеству, насколько быстро инфекционное заболевание может распространиться по всему миру, и подтвердила необходимость единения усилий медицинского и научного сообществ для повышения готовности к ответу на инфекционные угрозы.

Следует отметить, что на пространстве Содружества Независимых Государств сформирована единая система мониторинга и оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации в области общественного здравоохранения санитарно-эпидемиологического характера. Ключевая роль в данном направлении нашего сотрудничества возложена на Координационный совет по проблемам санитарной охраны территорий от завоза и распространения особо опасных инфекционных болезней.

Особо хочу подчеркнуть объединяющую роль Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Символично, что площадкой для Конференции выбран Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора, который в этом году празднует свой 90-летний юбилей. Институт успешно участвует в решении ключевых задач по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения по особо опасным, другим зоонозным и природноочаговым инфекционным болезням не только Российской Федерации, но и государств Содружества. Желаю коллективу института дальнейших успехов и новых научных открытий, здоровья и благополучия.

Дорогие друзья! Уверен, что работа Конференции позволит специалистам ознакомиться с новейшими научными исследованиями и разработками, повысить профессиональные компетенции по вопросам санитарной охраны территории и снижения рисков распространения чумы и других опасных инфекционных болезней.

Желаю всем участникам мероприятия конструктивного и интересного диалога, плодотворной работы и научных открытий во благо граждан наших государств.

Генеральный секретарь СНГ

С. Н. Лебедев

# ИРКУТСКОМУ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМУ ПРОТИВОЧУМНОМУ ИНСТИТУТУ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА – 90 ЛЕТ

С. В. Балахонов, В. А. Вишняков, Л. В. Миронова, А. Г. Трухина,  
В. И. Дубровина, М. Б. Шаракшанов, В. М. Корзун

Иркутский государственный противочумный институт Сибири и Дальневосточного края Наркомздрава с противочумными станциями в Чите и Хабаровске создан Приказом уполномоченного Совета Труда и Оборона № 1 от 5 июня 1934 г. на основании Постановления Совета Народных Комиссаров СССР, предусматривающего практические мероприятия по борьбе с чумой в Советском Союзе. Пятого июня 1934 г. Народным комиссариатом здравоохранения РСФСР утверждено Положение об институте, которым определялось, что учреждение «является научно-оперативным органом уполномоченного Совета Труда и Оборона СССР по борьбе с чумой и противочумным центром Сибири и Дальневосточного края». Основные задачи учреждения на этапе его становления заключались в координации организационных и профилактических мероприятий по обеспечению эпидемиологического благополучия по чуме, в том числе предупреждению заноса болезни из-за рубежа, а также организации научно-исследовательской работы по изучению закономерностей эпизоотий, путей и методов ликвидации энзоотичности чумы на курируемой территории.

Институт стал преемником противочумной лаборатории, в свою очередь организованной в 1923 г. на базе Иркутского химико-бактериологического института «Химбактин». Руководителем лаборатории (1923–1934 гг.) и первым директором Иркутского противочумного института (1934–1937 гг.) назначен заведующий кафедрой инфекционных болезней Иркутского медицинского института профессор Алексей Михайлович Скородумов. 27 сентября 1934 г. им подписан Приказ № 1, в соответствии с которым устанавливался штат института численностью семь человек. По существу, это был расширенный коллектив противочумной лаборатории, в которой, помимо самого директора, не было ни одного дипломированного специалиста – врача или биолога. Неприспособленным для научно-исследовательской и оперативной работы, особенно с культурами чумы, оказалось и старое деревянное здание на берегу Ангары. А. М. Скородумов направил большие усилия на подготовку кадров и обеспечение нормальных условий для работы. Уже к 1937 г. в учреждении работали специалисты всех профилей – микробиологи, эпидемиологи, зоологи, энтомологи. Одними из первых сотрудников были Э. И. Клёц, О. И. Скалон, Н. В. Некипелов. В 1938 г. институт получил специально спроектированное новое здание, оснащённое по последнему слову науки и техники того времени, что позволило развернуть весь комплекс противэпидемической, научно-исследовательской и производственной работы по особо опасным инфекциям. В довоенные годы завершено создание основных структурных подразделений.

Активная деятельность по созданию сибирской противочумной службы, её хозяйственному, кадровому и организационному укреплению в этот период сочетается с не менее напряжённой работой по ликвидации вспышек чумы в Забайкалье, Монголии, Маньчжурии, выявлению источников инфекции и изучению причин энзоотий. Накопленные материалы обобщаются и публикуются в научных трудах института. В 1937 г. выходит в свет монография А. М. Скородумова «Чума в Сибири», которая до настоящего времени не потеряла своей актуальности. К сожалению, научная и организационная деятельность Алексея Михайловича оборвалась в 1937 г., когда он был арестован по ложному обвинению, осуждён как «участник диверсионно-террористической организации» и 14 апреля 1939 г. приговорён к расстрелу; 20 октября 1955 г. реабилитирован. Профессор

Скородумов, без преувеличения, был не только основателем Иркутского противочумного института, но и организатором противочумной службы в Сибири и на Дальнем Востоке.

В дальнейшем институт возглавляли: д-р биол. наук А. С. Фетисов (1937–1938), Ф. Ф. Бугайчук (1938–1940), канд. мед. наук В. Н. Тер-Вартанов (1940–1941), Н. И. Макаров (1941–1945), канд. наук Н. Т. Быков (1945–1948), канд. мед. наук Н. Д. Алтарёва (1948–1957), д-р мед. наук, д-р биол. наук действительный член РАМН И. В. Домарадский (1957–1964), канд. биол. наук М. И. Анциферов (1964–1965), канд. мед. наук А. Д. Сафонова (1965–1978), д-р мед. наук профессор Е. П. Голубинский (1978–2008). В 2008 г. Приказом руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека директором назначен д-р мед. наук профессор С. В. Балахонов.

На всём протяжении истории института его структура постоянно совершенствовалась за счёт создания новых и укрепления уже функционировавших подразделений. В зависимости от складывавшейся эпизоотологической и эпидемиологической обстановки совершенствовалась и сеть подведомственных противочумных учреждений.

Благодаря проведённой институтом огромной организационной работе к началу Великой Отечественной войны на всей территории Сибири и Дальнего Востока в известных природных очагах чумы и в местах, где наблюдались случаи заноса инфекции извне, была создана сеть противочумных станций с отделениями и пунктами, подчинённая институту в оперативном и научно-методическом отношении. В 1940 г. в дополнение к уже существовавшим Читинской и Хабаровской противочумным станциям на базе Уссурийского противочумного отделения создана Приморская противочумная станция. Все учреждения были укомплектованы врачами, биологами, другими специалистами и вспомогательным персоналом, подготовленным для работы по чуме и другим особо опасным инфекциям на курсах первичной специализации на базе Иркутского противочумного института. Имелось необходимое медицинское оборудование и материальное оснащение.

К 1941 г. эпидемиологическая ситуация, определяющая направления научно-исследовательской и организационно-методической работы института, была сложной: оставался активным Забайкальский природный очаг чумы, регистрировались вспышки туляремии и высокая заболеваемость бруцеллёзом. Война внесла резкие коррективы в жизнь всей страны, всего советского народа. «Всё для фронта! Всё для Победы!» – этим лозунгом жил не только фронт, но и такой глубокий тыл, каким была Сибирь. Большое число сотрудников института и противочумных станций с первых дней войны ушли на фронт. Их обязанности легли на плечи оставшихся.

В годы Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) Иркутским научно-исследовательским противочумным институтом руководил Николай Иванович Макаров. С учётом новых задач перестраивалась структура учреждения. Созданы паразитологический и биохимический отделы, новые отделы для производства бактериальных препаратов.

Обеспечение эпидемиологического благополучия Красной Армии потребовало серьёзной работы не только военных, но и гражданских чумологов. Значительная часть Забайкальского фронта проходила по территории природных очагов чумы Забайкалья и Монголии. Вся неблагополучная по чуме территория широко подвергалась эпизоотологическому обследованию. В течение 1941–1945 гг. институт, противочумные станции и отделения ежегодно выставляли двенадцать обследовательских врачебно-зоологических отрядов, в задачи которых входило установление границ эпизоотий, выявление носителей и переносчиков, проведение необходимых санитарно-профилактических мероприятий. Основное внимание было обращено на Забайкальский природный очаг: в его обследовании ежегодно принимали участие шесть-семь эпидотрядов под руководством врачей З. С. Кудиновой, Б. Я. Усовой, Т. Г. Донской, В. С. Михно. В составе групп работали зоологи Г. В. Якубовская, В. Е. Родд, П. П. Тарасов, И. П. Бром, паразитолог Н. Д. Емельянова. Работа велась при остром недостатке кадров и оборудования.

В 1941–1945 гг. при участии воинских частей в Юго-Восточном Забайкалье проведены ширококомасштабные истребительные работы против основного носителя чумы в очаге (сурка-тарбагана) на площади 375 тыс. гектаров с помощью цианплава. Об объёмах, сложности и важности этих работ говорит то, что в них приняли участие в 1941 г. 900, 1942 – 600, 1943 – 240, 1944 – 400 и в 1945 – 260 человек.

По инициативе Н. И. Макарова в г. Улан-Баторе организовано первое совместное совещание специалистов противочумных учреждений СССР и Монголии, в котором участвовали 72 человека, в том числе председатель Малого Хурала Монголии, министр здравоохранения Монголии и посол СССР в Монголии. На основе резолюции совещания 29 октября 1943 г. утверждено Постановление Совета министров Монголии «О мероприятиях по борьбе с чумой».

В апреле 1945 г. по распоряжению Наркомздрава СССР, в связи с падежом грызунов, в Тувинскую автономную область отправлена экспедиция института в составе Е. Я. Усовой, И. П. Брома, С. Б. Рамкулова, Н. И. Десятникова. Так начались работы, которые завершились открытием в 1964 г. Тувинского природного очага чумы.

В 1945 г. в связи с реальной угрозой нападения на СССР милитаристской Японии, возникла необходимость быстрой передислокации советских войск. Эпидемиологическая обстановка на Дальнем Востоке была тяжёлой. Военнослужащие оказались рассредоточены по территории Маньчжурского природного очага чумы. За обеспечение эпидемиологического благополучия среди военного контингента отвечали специалисты Иркутского противочумного института: директор Н. И. Макаров, заместитель по научной работе Н. А. Гайский. На фоне своевременной прививки живой вакциной на основе штамма *Yersinia pestis* EV линии НИИЭГ 98,5 % личного состава Красной Армии ни один человек не заболел. Аналогичная ситуация отмечалась в Ванемя (Маньчжурия), где регистрировались случаи чумы (60 местных жителей), но среди дислоцированных там привитых советских военнослужащих случаев болезни не зафиксировано.

Противоэпидемическая деятельность института в Бурят-Монгольской АССР, Забайкалье, Иркутской области не ограничивалась чумой. В 1941 г. в пойме р. Селенги, на территории Кабанского района современной Бурятии был выявлен, а позже изучен природный очаг туляремии пойменно-болотного типа. Наряду с этим в годы Великой Отечественной войны сотрудники института принимали участие в ликвидации эпидемии туляремии в Кировской области. В рамках мероприятий по санитарной охране территории в пограничных районах Хабаровского и Приморского краев проводились систематические наблюдения за грызунами и их эктопаразитами.

Становление производства бактериальных препаратов и питательных сред также проходило в тяжёлые годы войны. Производство лечебных и диагностических бактериальных препаратов по чуме имело важнейшее оборонное значение. К этой работе институт приступил, не имея достаточного количества производственных площадей, необходимого оборудования, лабораторной посуды, сырья и материалов. Первоначально производство было организовано на базе созданной в 1939 г. лаборатории диагностических сывороток и питательных сред. В 1941 г. сформированы отдел по производству противочумной АД-вакцины и противочумной сыворотки, а также контрольная лаборатория, призванная осуществлять контроль качества выпускаемой продукции. Возглавляли эту работу в качестве заместителя директора по производству вначале канд. мед. наук Н. Д. Алтарёва, а затем А. В. Коротаева. В состав производственного отдела входили лаборатории питательных сред, вакцинная и сывороточная.

Лаборатория питательных сред производила бактериальные препараты для обеспечения противоэпидемических мероприятий в Юго-Восточном Забайкалье и на Дальнем Востоке. Организаторами лаборатории были врач А. Ф. Николаева и лаборант А. С. Ухалов. В годы войны её возглавляла врач А. И. Спрогис. Чтобы обеспечить производство теплом, приходилось самим добывать уголь, заготавливать сено и овощи для лабораторных

животных, строить овощехранилище. Все манипуляции проводились вручную, работа была круглосуточной. Ежегодно отдел поставлял 25–30 тыс. л питательных сред и около 10 тыс. л физиологического раствора. Первым руководителем сывороточной лаборатории был Л. Д. Мартиросов, с октября 1942 г. – Л. Г. Лопатухина. В задачи лаборатории входило производство лечебной противочумной сыворотки в плановом объеме от 600 до 1400 л в год. Недостаток реактивов, стеклопосуды, плохое качество и нехватка кормов для животных-продуцентов, перебои в снабжении паром, водой и электроэнергией создавали большие трудности в работе. Тем не менее планы выполнялись в срок и с должным качеством. В 1943–1944 гг. начат выпуск холерной вакцины, холерного бактериофага. К 1946 г. были предложены новаторские методы изготовления противочумной сыворотки и испытания её бактерицидных свойств.

Чумологи проявляли исключительную самоотверженность как при подавлении эпидемических вспышек, так и при проведении экспериментальных работ. Показателен в этом отношении факт, когда в опытах по апробации туляремийной вакцины Н. А. Гайского (1942 г.) на людях несколько вакцинированных сотрудников подвергли себя экспериментальному заражению вирулентным штаммом туляремийного микроба для проверки напряжённости иммунитета. Подобным образом пошел на смертельный риск врач В. П. Смирнов при разработке конъюнктивального метода вакцинации против чумы.

В годы войны не прекращалось изучение энзоотии чумы в Сибири. Одновременно с проведением противоэпидемических мероприятий в Забайкальском очаге эпидотряды собирают и ценные научные материалы об эпизоотиях, носителях и переносчиках. Разрабатываются методы профилактических мероприятий. Заметный вклад в изучение природных очагов Забайкалья и Монголии внесли военные врачи и зоологи В. В. Шунаев, Л. И. Лешкович, В. Б. Дубинин, В. В. Кучерук. Продолжено всестороннее изучение роли монгольского сурка (тарбагана) как основного звена в биоценозе очагов чумы в Забайкалье и Монголии. Получены новые сведения по экологии и физиологии сурка в связи с его эпизоотологическим значением при чуме. Установлены условия и длительность сохранения возбудителя инфекции в мясе и шкурках тарбагана, разработаны способы дезинфекции последних. Начаты наблюдения по экологии блох основного носителя. Одновременно изучались факторы, обуславливающие изменения численности основных и потенциальных переносчиков (блох, вшей, клещей) и возможная роль в эпизоотиях других обитателей очага: млекопитающих и птиц. Приоритетными для того времени являлись исследования по патоморфологии, патогенезу бубонной и легочной чумы, базирующиеся на большом экспериментальном материале.

В результате обследования Забайкальского очага чумы под руководством Н. И. Макарова уточнен видовой состав и распространение мелких млекопитающих, обнаружены новые виды грызунов и хищников, положено начало изучению биологии и экологии основных носителей возбудителя чумы, что позволило выработать методику учета грызунов и подойти к разработке рациональных мер борьбы с ними. Зоологи и паразитологи постоянно вели исследования по изысканию новых методов обнаружения эпизоотий: был предложен метод сбора и исследования остатков стола хищных птиц, блох из входов нор грызунов. Помимо монгольского сурка (тарбагана), выявлены другие млекопитающие – естественные носители возбудителя в природе. Получены важные с эпидемиологической точки зрения факты обнаружения чумного микроба в блохах, вшах, клещах тарбагана. Большой вклад в эту работу внесли сотрудники паразитологического отдела, который был организован в феврале 1941 г.

Несмотря на сложности военного времени, в 1942 г. составлен первый план научно-исследовательской работы института, состоящий из десяти научных тем, в 1943 г. дополнительно включено еще пять тем по разработке специфической профилактики туляремии. Активно велись исследования по изучению иммунитета у людей и животных, вакцинированных аттенуированными штаммами возбудителя туляремии, стабильности им-



муногенных и других биологических свойств этих штаммов. В 1943 г. успешно защищена диссертация Н. А. Гайским, составлен план подготовки четырёх кандидатских и докторской диссертационных работ по проблемам экологии и эпизоотологии чумы и туляремии. Подготовлены и изданы два сборника, монография, периодически проводились научные конференции. Большое внимание уделялось подготовке кадров. Ежегодно проводились курсы специализации врачей, лаборантов, зоологов по особо опасным инфекциям, тематические циклы, семинары по туляремии, холере.

Сконструированная профессором Н. А. Гайским совместно с Б. Я. Эльбертом и внедрённая в практику высокоэффективная живая аттенуированная туляремиальная вакцина, которая остаётся на вооружении отечественного здравоохранения и в настоящее время, отмечена в 1946 г. Государственной (Сталинской) премией СССР. Массовое производство вакцины Гайского было развернуто в Иркутском противочумном институте и институте «Микроб»: с 1944 по 1953 г. произведено 16 млн человеко-доз. Широкое внедрение вакцинации против туляремии в противозидемическую работу в годы войны спасло тысячи жизней и обусловило снижение заболеваемости более чем в две тысячи раз.

В тяжёлое военное время значительный вклад в работу института внесли Н. Д. Алтарёва, В. В. Донсков, Н. Д. Емельянова, Л. А. Смирнова, Н. Т. Быков, С. М. Затурухина, Т. Г. Линник, И. П. Бром, А. В. Коротаева, З. М. Вовчинская, В. С. Колесник, З. С. Кудинова, Е. Я. Усова, Т. Г. Донская, В. С. Михно, М. И. Безрукова, Г. В. Якубовская, В. Е. Родд, П. П. Тарасов, А. И. Спрогис и др. Многие сотрудники Иркутского научно-исследовательского противочумного института, принимавшие участие в боевых действиях, после окончания войны продолжили активную работу по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения Сибири и Дальнего Востока. В разные годы в институте работали ветераны Великой Отечественной войны: канд. мед. наук М. И. Анциферов, канд. мед. наук Н. Т. Быков, канд. вет. наук И. П. Волгин, канд. мед. наук В. Я. Головачёва, заслуженный деятель науки РФ д-р биол. наук профессор И. Ф. Жовтый, канд. мед. наук Э. И. Клёц, д-р биол. наук профессор В. В. Кириллов, канд. биол. наук Г. И. Кирьянов, д-р мед. наук профессор Г. Г. Коробков, канд. мед. наук Н. Н. Краминская, д-р мед. наук В. А. Краминский, А. Е. Лавриненко, канд. биол. наук В. П. Леонов, Л. В. Осипова, д-р мед. наук профессор А. Ф. Пинигин, канд. мед. наук А. Д. Сафонова, д-р биол. наук профессор В. Н. Скалон, И. Ф. Терещенко, канд. мед. наук А. З. Феоктистов, канд. биол. наук П. А. Шершнёв.

Как и вся страна, коллектив института стойко переносил все тяготы войны: сокращение штата из-за призыва в армию части сотрудников, трудности в обеспечении лабораторной посудой, спецодеждой, горюче-смазочными материалами, отвлечение сотрудников на другие работы в городе и на селе, перебои в подаче электроэнергии и др. Очень сложной была хозяйственная работа: обеспечение производственных отделов всем необходимым, заготовка топлива, кормов для животных, ремонт зданий осуществлялись силами сотрудников. Несмотря на это, институт успешно решал все поставленные задачи. Испытывая колоссальные трудности, коллектив оказывал материальную помощь семьям фронтовиков, инвалидам, брал на воспитание подростков из бывших беспризорных, оказывал шефскую помощь прикрепленному госпиталю, отчислял одно- и двухдневный заработок для фронта и восстановления освобождённых городов.

В наши дни коллектив института свято чтит память героев Великой Отечественной войны, оказывает постоянную помощь и поддержку ветеранам фронта и тыла. Ежегодно в преддверии Дня Победы работники института возлагают цветы к памятнику сотрудникам учреждения, погибшим на фронтах. В мае 2021 г. состоялось торжественное открытие обновлённого памятника, установленного на средства, собранные коллективом. На мемориале начертаны слова: «Они погибли, чтобы мы жили». Сотрудники оказывают регулярную помощь землякам, которые сегодня героически борются с неонацизмом и национализмом в зоне специальной военной операции: направляют комплекты необходимых вещей для мобилизованных из Иркутской области.

Плодотворной стала деятельность института и в последующие годы XX в.

В 1951 г. в Кызыле (Тувинская автономная область) институтом организовано ведомственное противочумное отделение, преобразованное в 1966 г. в самостоятельную Тувинскую противочумную станцию. Подобным образом в 1953 г. противочумное отделение создано в Горно-Алтайске (Горно-Алтайская автономная область), в 1966 г. оно реорганизовано в лабораторию, а в 1973 г. – в Алтайскую противочумную станцию. Специалистами института были обнаружены природные очаги чумы на юге Сибири: Горно-Алтайский (Сайлюгемский) в 1961 г. и Тувинский в 1964 г., изучены их пространственная и биоценотическая структура, особенности экологии носителей и переносчиков, биологические и культурально-морфологические свойства возбудителя, определены основные закономерности протекания эпизоотического процесса. Выполнены экспериментальные исследования по изучению восприимчивости и чувствительности носителей к чумному микробу, изучены взаимоотношения возбудителя и блох массовых видов, определена эпизоотологическая роль отдельных видов блох.

Большие достижения в области изучения биохимии и метаболизма чумного и псевдотуберкулёзного микробов связаны с деятельностью директора (1957–1964 гг.) Иркутского противочумного института д-ра мед. наук, д-ра биол. наук профессора И. В. Домардского. Внесены важные изменения в таксономию иерсиний. Проведена приоритетная серия работ по изучению сохранения возбудителя чумы в почве.

Изучена этиологическая, биоценотическая, пространственная структура природных очагов клещевого вирусного энцефалита в Сибири и на Дальнем Востоке, в отдельных регионах Монголии; выделен и изучен штамм Айна/1448, признанный прототипом самостоятельного сибирского подтипа вируса клещевого энцефалита (Н. Н. Краминская, 1965). Впервые выявлены очаги бруцеллёза северных и пятнистых оленей, маралов, яков, инфекционного эпидидимита баранов. Установлена природная очаговость бруцеллёза в районах Крайнего Севера. Проведена типизация природных очагов туляремии Сибири и Дальнего Востока. Сотрудниками института выполнены масштабные экспериментальные исследования по экологии возбудителей холеры, бруцеллёза, сибирской язвы, арбовирусных инфекций, в ряде случаев максимально приближенные к естественным условиям, и показана их роль в формировании региональной патологии и иммуноструктуры населения.

В 80–90-е гг. XX в. проведён ряд исследований по разработке и усовершенствованию методов экспресс-диагностики чумы, туляремии и сибирской язвы. Разработан, апробирован и внедрён в практику научных исследований природных очагов Сибири метод иммуноферментного анализа. Установлены роль L-форм в персистенции чумного микроба и значение отдельных его антигенов в активации бактерицидных систем фагоцитов в процессе иммуногенеза. Расшифрована вспышка массовой гибели байкальской нерпы, вызванной морбилливирусом. Выполнен приоритетный цикл работ по изучению биологических свойств и диагностике филовирюсов Марбург и Эбола. Впервые в Прибайкалье выделены вирусы Инко, Гета, Батаи, установлено существование природных очагов геморрагической лихорадки с почечным синдромом.

Разработаны и внедрены в практику сухие питательные среды на основе мясных, казеино-дрожжевых гидролизатов для диагностики и дифференциации возбудителей опасных инфекционных болезней; иммуноферментный (чума, холера, туляремия, бруцеллёз), иммунофлуоресцентный (сибирская язва) и иммуноэритроадсорбционный (бруцеллёз) методы; клеточный вариант ИФА для выявления антител к вирусу клещевого энцефалита, ДОТ-иммуноанализ с использованием антител или антигенов, меченных коллоидными металлами и углеродом, для диагностики чумы, бруцеллёза, туляремии, ботулизма. Сконструированы цветные сухие туляремийный и бруцеллёзный диагностикумы. С применением молекулярно-биологических методов ДНК-ДНК-гибридизации, генного зондирования и ПЦР-генотипирования выполнены исследования по таксономии возбудителей опасных инфекционных болезней. Получен иммуногенный препарат клеточных

мембран холерного вибриона, раскрыты индуцируемые им механизмы и закономерности формирования естественной резистентности организма, и на этой основе разработаны пути эффективной иммунизации. Проведена серия работ по конструированию вакцинных препаратов против чумы и бруцеллёза. Исследованы клеточные, гуморальные, эндокринные факторы иммунитета при чуме, туляремии, псевдотуберкулёзе.

Под руководством д-ра мед. наук профессора С. В. Балахонова получены приоритетные данные по плазмидному составу сибирских и монгольских штаммов чумного микроба, в том числе уникальных внехромосомных маркеров.

В разные годы сотрудники института участвовали в противоэпидемическом сопровождении крупнейших новостроек Сибири: Ангарской, Богучанской и Нижне-Бурейской ГЭС, Байкало-Амурской магистрали, Накынского рудного поля, железнодорожной трассы Нерюнгри – Якутск, Томмотского транспортного узла и Талаканского нефтяного месторождения в Республике Саха (Якутия), газонефтепровода «Сахалин-2», трубопроводной системы «Восточная Сибирь – Тихий океан», объектов саммита «Большой восьмёрки» на о. Русский (г. Владивосток).

Большую работу по проведению противоэпидемических и профилактических мероприятий в 1970–1990-е гг. выполняли созданные в 1969 г. специализированные противоэпидемические бригады (СПЭБ), принявшие активное участие в ликвидации вспышек холеры в СССР. За свою историю СПЭБ и их оперативные группы в составе ведущих специалистов участвовали в ликвидации последствий 51 чрезвычайной ситуации эпидемиологического характера, осуществляли проведение противоэпидемических и профилактических мероприятий в очагах холеры (Средняя Азия, Поволжье, Черноморское побережье, Украина, Западная Сибирь – 1960–1990-е гг.), сибирской язвы, бруцеллёза, туляремии, псевдотуберкулёза (Западная и Восточная Сибирь), завозных случаев с подозрением на чуму (Новосибирская область, Красноярский край). В разные годы СПЭБ руководили А. З. Феоктистов, Ю. И. Соркин, А. С. Марамович, С. М. Макеев, Л. М. Михайлов, А. В. Родзиковский, А. К. Носков, в настоящее время – М. Б. Шаракшанов, Е. С. Куликалова.

В начале XXI в. проведена успешная интеграция Иркутского противочумного института в систему научно-практических учреждений Роспотребнадзора. В 2000–2010-х гг. проделана большая работа по реконструкции помещений и оснащению современным оборудованием.

В настоящее время Иркутский научно-исследовательский противочумный институт – многопрофильное научно-исследовательское и противоэпидемическое учреждение, обеспечивающее совместно с центрами гигиены и эпидемиологии, управлениями Роспотребнадзора и противочумными станциями эпидемиологическое благополучие по опасным зоонозным и природноочаговым инфекционным болезням бактериальной и вирусной этиологии в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах.

Сегодня в институте трудятся 115 научных сотрудников и врачей, из них 9 докторов и 44 кандидата медицинских и биологических наук. Сотрудниками опубликовано более 50 монографий и 7000 научных работ, подготовлено свыше 400 нормативно-технических и методических документов, получено более 110 авторских свидетельств и патентов на изобретения и полезные модели, защищены 183 кандидатских и 35 докторских диссертаций.

Совместно со специалистами курируемых институтом противочумных станций продолжается совершенствование эпизоотологического мониторинга природных очагов чумы Сибири на фоне резкого повышения их эпизоотической активности, приведших к росту риска заражения людей. Впервые в 2014–2016 гг. на территории современной России в Горном Алтае были зарегистрированы спорадические случаи заболевания человека чумой. Благодаря эффективному взаимодействию всех заинтересованных служб и ведомств при непосредственном участии сотрудников института оперативно проведён

комплекс организационных, противоэпидемических и профилактических мероприятий. При локализации и ликвидации эпидемических очагов чумы в Кош-Агачском районе Республики Алтай удалось не допустить передачи этой опасной инфекционной болезни от человека человеку и вывоз её за пределы энзоотичной территории. Реализация в 2017–2024 гг. Комплексного плана мероприятий учреждений Роспотребнадзора по оздоровлению Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы в Кош-Агачском районе Республики Алтай позволила существенно снизить риск заражения местного населения и обеспечить эпидемиологическое благополучие по чуме на территории республики. В ходе мероприятий по ликвидации эпидемических очагов институтом была разработана и реализована концепция интегрированного подхода к организации вакцинации и проведению эпидемиологического наблюдения за населением, предусматривающая выполнение системного комплекса обследований и профилактических мероприятий. В последние годы получены новые данные о расширении энзоотичной по чуме территории Тувинского горного очага к востоку.

Обострение эпидемической обстановки по чуме в Западной Монголии, вызванное резкой активизацией и трансформацией структуры ряда расположенных здесь горных природных очагов, и в природных очагах Южной Сибири на территории республик Алтай и Тыва вызвало необходимость принятия усиленных мер для обеспечения эпидемиологического благополучия населения России и Монголии по чуме, в первую очередь на территории трансграничных и приграничных природных очагов Северо-Западной Монголии. Предложения по организации и проведению комплексной работы в области борьбы с распространением чумы нашли поддержку на уровне руководства Российской Федерации, для этих целей были выделены средства федерального бюджета. Работы начали осуществлять с 2017 г. в рамках распоряжений Правительства РФ от 05.09.2016 № 1864-р (2017–2019 гг.) и от 12.10.2019 № 2403-р (2020–2022 гг.), приказов руководителя Роспотребнадзора от 29.12.2016 № 1289 и от 07.05.2020 № 266. В 2023 и 2024 гг. мероприятия продолжены в соответствии с приказом руководителя Роспотребнадзора от 30.05.2023 № 324 по реализации распоряжения Правительства РФ от 18.04.2023 № 973-р. Среди широкого спектра вопросов, решаемых при выполнении работ, определено несколько основных направлений: проведение совместного российско-монгольского эпизоотологического мониторинга природных очагов чумы, подготовка кадров для противочумных учреждений Монголии, осуществление совместных российско-монгольских учений по локализации и ликвидации эпидемических очагов, оказание материально-технической помощи профильным учреждениям Монголии. Исследования по оценке современной эпизоотолого-эпидемиологической ситуации в трансграничных природных очагах Монголии осуществляются совместно с Национальным центром зоонозных инфекций Министерства здравоохранения страны, аймачными Центрами зоонозных инфекций Монголии, Алтайской и Тувинской противочумными станциями.

В XXI в. активно развиваются направления исследований, связанные с изучением молекулярно-биологических и протеометрических характеристик, генодиагностики, таксономии, генетического разнообразия и изменчивости возбудителей чумы, холеры, сибирской язвы, вирусов клещевого энцефалита и бешенства на основе современных молекулярно-генетических (ПЦР в реальном времени, полногеномное и фрагментное сиквенс-типирование) и иммунологических (иммуноблоттинг) методов, протеомного анализа (MALDI-ToF масс-спектрометрия). Определены полные нуклеотидные последовательности геномов важных в эпидемиологическом отношении штаммов возбудителей чумы и холеры. Установлены особенности эпидемиологических проявлений холеры в Сибирском и Дальневосточном регионах в современный период, заключающиеся в регистрации спорадических случаев или острых местных вспышек, связанных с завозом возбудителей холеры, ретроспективно определены направления завоза и пути распространения, установлены причины развития эпидемических осложнений. Оптимизированы подходы к не-

специфической профилактики природноочаговых инфекций; проведена дифференциация территории Сибири и Дальнего Востока по риску контакта населения с клещами и риску заражения клещевым вирусным энцефалитом.

Проводятся научные исследования, направленные на совершенствование системы санитарной охраны территории Российской Федерации, внутри- и межведомственного взаимодействия органов и учреждений Роспотребнадзора по направлению надзора за опасными инфекционными болезнями. Осуществляется разработка методологических аспектов и комплексных методик для объективной оценки внешних и внутренних эпидемиологических рисков, в том числе способных приводить к чрезвычайным ситуациям санитарно-эпидемиологического характера. Разрабатываются вопросы противодействия биологическому терроризму и обеспечения биологической безопасности.

Особую актуальность в начале XXI в. приобрела противоэпидемическая работа, направленная на разработку мер адекватного реагирования на риски осложнения санитарно-эпидемиологической обстановки при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера. Во исполнение решений саммита «Группы восьми» (Санкт-Петербург, 2006 г.), в целях повышения эффективности мероприятий, направленных на борьбу с инфекционными болезнями, Распоряжением Правительства РФ № 642р от 21.05.2007 проведена коренная модернизация СПЭБ, выполнена их аккредитация в качестве нештатных аварийно-спасательных формирований (НАСФ) федерального подчинения. Введена система подготовки личного состава бригад для аттестации на звание «Спасатель». Материально-техническая база СПЭБ пополнилась современными пневмокаркасными модулями и мобильными комплексами на базе автошасси (МК), что позволило значительно расширить их применение в различных форматах в зависимости от масштабов, особенностей характера ЧС и поставленных задач: полный состав для автономной работы на базе МК или пневмокаркасных систем (ПКС); частичное выдвижение с доукомплектацией на месте с использованием резервного состава; оперативные группы специалистов. Лабораторные подразделения бригад прошли аккредитацию в системе «Росаккредитация». В настоящее время СПЭБ оснащены полнофункциональными МК второго поколения.

Модернизированные СПЭБ успешно зарекомендовали себя при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения в период подготовки и проведения саммита АТЭС-2012 (Владивосток, 2012 г.) и крупных международных спортивных мероприятий: I зимних Международных спортивных игр «Дети Азии» (Южно-Сахалинск, 2019 г.), XXIX Всемирной зимней универсиады (Красноярск, 2019 г.), во время ЧС природного характера, вызванных масштабным дождевым паводком в Приамурье в 2013 г., сильными наводнениями в Алтайском крае, республиках Хакасия, Тыва (2014 г.), Иркутской области (2019 г.). Работа СПЭБ была направлена на оказание практической помощи в проведении комплекса мероприятий по санитарно-гигиеническому и эпидемиологическому мониторингу воды централизованного и децентрализованного водоснабжения, поверхностных водоемов на вибриофлору, материалов от больных с подозрением на острые кишечные инфекции вирусной этиологии, эпидемиологическое обследование территорий, пострадавших от стихийных бедствий и прогноз ситуации по сибирской язве, туляремии, ГЛПС, лептоспирозу и другим природноочаговым инфекционным болезням. Рекомендованы и организованы дератизационные мероприятия и оценка их эффективности. В результате проведенной работы сохранена стабильная санитарно-эпидемиологическая обстановка.

СПЭБ Иркутского противочумного института принимают активное участие в обучении и практике команд быстрого реагирования Российской Федерации, Содружества Независимых Государств и дружественных стран дальнего зарубежья, которые направлены на создание единой системы реагирования на чрезвычайные ситуации различного характера по всему миру. Специалисты СПЭБ ежегодно участвуют в международных

учениях команд быстрого реагирования, расширяется география научных и оперативных зарубежных командировок (Монголия, Республика Таджикистан, Боливарианская Республика Венесуэла и др. ). Практический опыт работы СПЭБ подвергается непрерывному научному анализу и является базисом для приоритетных исследований, направленных на совершенствование системных основ санитарной охраны территории, межведомственного взаимодействия, тактики применения и организации работы мобильных формирований в различных условиях функционирования.

На базе Иркутского противочумного института функционируют: Центр индикации возбудителей инфекционных болезней I–II групп патогенности и обеспечения противоэпидемической готовности; Научно-методический центр по мониторингу за возбудителями инфекционных и паразитарных болезней II–IV групп патогенности; Испытательный лабораторный центр (ИЛЦ). Имея большой опыт работы по инфекционным болезням, передаваемым клещами, с 2017 г. институт выполняет функции Референс-центра по мониторингу за клещевым вирусным энцефалитом.

Институт успешно сотрудничает с научными организациями России и зарубежья: ГНЦ прикладной микробиологии и биотехнологии (пос. Оболенск Московской области), Институтом эпидемиологии и микробиологии им. Пастера (г. Санкт-Петербург), Центральным НИИ эпидемиологии, Институтом полиомиелита и вирусных энцефалитов им. М. П. Чумакова, НИИ дезинфектологии, Лимнологическим институтом (г. Иркутск), Хабаровским институтом эпидемиологии и микробиологии, Всероссийским НИИ бруцеллёза и туберкулёза животных. Институт поддерживает научные связи с региональным отделением Китайской Академии Инспекции и Карантина во Внутренней Монголии – по изучению природноочаговых инфекционных болезней на приграничных территориях России и Китая; с Национальным центром зоонозных инфекций Министерства здравоохранения Монголии и Казахским научным центром карантинных и зоонозных инфекций им. Масгута Айкимбаева – по мониторингу энзоотичных по чуме сопредельных территорий двух стран.

С 1938 г. и по настоящее время институт непрерывно проводит профессиональную подготовку врачей, биологов и лаборантов по особо опасным инфекциям для учреждений Роспотребнадзора, лечебной и ветеринарной служб, противочумной службы Монголии. Всего подготовлено более 3200 специалистов, в том числе 80 врачей из Монголии.

Преимущество поколений и непрерывное развитие научной мысли – необходимые условия достижения максимальных результатов при решении поставленных перед институтом научных и прикладных задач. Налажена практика привлечения перспективной, талантливой молодёжи. На базе учреждения проходят производственную практику врачи-ординаторы, выполняют дипломные и курсовые работы студенты вузов. С 1976 по 1991 г. функционировал Совет молодых учёных и специалистов (СМУ), который возрождён в 2008 г. В разные годы Совет возглавляли Г. А. Воронова, С. Н. Бараховская, С. В. Балахонов, Ж. А. Коновалова, М. В. Афанасьев, С. А. Витязева, Е. В. Кравец, Н. О. Бочалгин, а в настоящее время – К. М. Кобытов. Куратором Совета является д-р биол. наук В. И. Дубровина. Активная работа СМУ способствует профессиональному росту молодёжи и передаче опыта научно-исследовательской и практической деятельности от поколения к поколению. В последние годы институт существенно пополнил свой кадровый состав молодыми специалистами. Для сохранения научных кадров, создания условий их дальнейшего научного роста молодые специалисты привлекаются к выполнению приоритетных научных исследований и разработок, федеральных целевых программ, отраслевых научно-исследовательских программ по актуальным проблемам эпидемиологии, эпизоотологии и микробиологии. Повышению эффективности и расширению спектра научных исследований молодых учёных способствует модернизация материально-технической базы, подготовка кадров по программам дополнительного профессионального образования.

В период пандемии новой коронавирусной инфекции Иркутский противочумный институт наряду с территориальными учреждениями Роспотребнадзора, практическими и научными учреждениями Министерства здравоохранения и других ведомств не только непосредственно участвовал в организации и проведении противоэпидемических, профилактических мероприятий, лабораторных исследований, но также осуществлял ретроспективный и оперативный эпидемиологический анализ на различных уровнях, консультативную, учебно-методическую и научную работу. Институт выполнял функцию методического центра для медицинских организаций и учреждений Роспотребнадзора Сибири и Дальнего Востока по вопросам развёртывания ПЦР-лабораторий, обеспечения биологической безопасности при проведении диагностических исследований. В 2020–2022 гг. институт принял участие в реализации Проекта Роспотребнадзора по проведению уникального научного исследования коллективного иммунитета жителей Российской Федерации к COVID-19. В 2022 г. лауреатом общественной медицинской премии Российской Федерации «Призвание» от ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора стал директор д-р мед. наук профессор С. В. Балахонов. Под его руководством сотрудники лаборатории патофизиологии изучали коллективный иммунитет к вирусу SARS-CoV-2 у населения Иркутской области. На основании полученных данных сформулированы научно обоснованные рекомендации по организации профилактических мероприятий, включая тактику вакцинации и прогнозирование развития эпидемиологической ситуации.

Активная научная и практическая деятельность учреждения и его сотрудников в разные годы была отмечена наградами различного уровня.

В 1984 г. за заслуги в противоэпидемической, научно-исследовательской и научно-производственной работе институт к 50-летию юбилею награждён орденом Трудового Красного Знамени.

За заслуги в противоэпидемической, научно-исследовательской и научно-производственной работе сотрудники института награждены орденом Трудового Красного Знамени (А. М. Скородумов, Г. В. Якубовская, И. Ф. Жовтый, А. А. Бондаренко, Л. О. Носкова, Л. В. Васюхина, И. П. Бром), орденом Дружбы народов (Е. П. Голубинский, Т. И. Иннокентьева, А. Ф. Пинигин), медалью «За доблестный труд», нагрудным знаком «Почётный работник Роспотребнадзора» (Е. И. Андаев, Н. М. Андреевская, В. Т. Климов), знаком «Отличник здравоохранения», юбилейными медалями и другими ведомственными (125 сотрудников), региональными и общественными наградами. Работники института удостоены почётных званий «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» (И. Ф. Жовтый, Е. П. Голубинский), «Заслуженный работник здравоохранения Российской Федерации» (В. М. Корзун), «Ветеран труда».

За оказанную помощь в организации работы по предотвращению развития эпидемий в Приамурье во время и после наводнения 2013 г., за высокий профессионализм и самоотверженность 18 сотрудников из личного состава СПЭБ награждены медалями «90-летие Госсанэпидслужбы», 12 – Почётными грамотами Роспотребнадзора, 18 – объявлены благодарности руководителя Роспотребнадзора. Л. М. Михайлов, А. К. Носков, С. А. Косилко и М. В. Афанасьев стали лауреатами Премии Министерства здравоохранения Российской Федерации и Первого канала ТВ «Призвание» в номинации «Специальная премия врачам, оказывающим помощь пострадавшим во время войн, террористических актов и стихийных бедствий».

За большой вклад в обеспечение эпидемиологического благополучия Монголии по чуме и другим опасным инфекционным болезням профессор С. В. Балахонов награждён Медалью дружбы (2018 г.).

Указами Президента Российской Федерации В. В. Путина № 408 от 21.06.2020 и № 267 от 04.05.2021 за большой вклад в организацию работы по предупреждению и предотвращению распространения коронавирусной инфекции COVID-19 орденом Пирогова награждены директор С. В. Балахонов, врач-инфекционист В. А. Вишняков, врач-вирусолог Е. А. Сидорова, врач-эпидемиолог М. Б. Шаракшанов.

За многолетний значительный вклад в обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия по особо опасным инфекциям в Монголии, большую консультативную и практическую помощь директор института С. В. Балахонов, заведующая эпидемиологическим отделом Е. С. Куликалова, заведующий зоолого-паразитологическим отделом В. М. Корзун, заведующая лабораторией патофизиологии В. И. Дубровина, главный научный сотрудник Д. Б. Вержуцкий награждены государственной юбилейной медалью «100-летие Монгольской народно-революционной партии».

В 2024 г. врач-вирусолог лаборатории природноочаговых вирусных инфекций Е. А. Сидорова заняла III место в номинации «Лучший санитарный врач» во Всероссийском конкурсе врачей и специалистов с высшим немедицинским образованием, организованном Министерством здравоохранения Российской Федерации.

Сегодня Иркутский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский противочумный институт, руководствуясь принципом неразрывной связи науки и практики в области медицины и здравоохранения, успешно выполняет ключевые задачи по сохранению санитарно-эпидемиологического благополучия населения Сибири и Дальнего Востока России по особо опасным, опасным и природноочаговым инфекционным болезням, в том числе в рамках федерального проекта «Санитарный щит страны – безопасность для здоровья (предупреждение, выявление, реагирование)» и Государственной программы «Обеспечение химической и биологической безопасности Российской Федерации».



# ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗОЛЯТОВ ВИРУСА БЕШЕНСТВА ИЗ СРЕДНЕЙ СИБИРИ И ЗАБАЙКАЛЬЯ

Р. В. Адельшин<sup>1,2</sup>, В. А. Бабаш<sup>1</sup>, А. Н. Бондарюк<sup>1</sup>, К. В. Лопатовская<sup>1</sup>,  
Л. В. Шматова<sup>3</sup>, А. Б. Мошкин<sup>4</sup>, И. Н. Быкова<sup>5</sup>, В. С. Степина<sup>6</sup>,  
А. Д. Ботвинкин<sup>7</sup>, Е. И. Андаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», Иркутск, Россия

<sup>3</sup>КГКУ «Краевая ветеринарная лаборатория», Красноярск, Россия

<sup>4</sup>ФКУЗ Читинская противочумная станция Роспотребнадзора, Чита, Россия

<sup>5</sup>Управление Роспотребнадзора по Забайкальскому краю, Чита, Россия

<sup>6</sup>ГУ Забайкальская краевая ветеринарная лаборатория, Чита, Россия

<sup>7</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Иркутск, Россия

**Аннотация.** Проведено секвенирование нуклеотидных последовательностей гена нуклеокапсида (N) вируса бешенства, выделенного от диких и домашних животных из Красноярского ( $n = 14$ ) и Забайкальского ( $n = 4$ ) краев в 2023–2024 гг. В Красноярском крае выделены три филогенетические группы вируса. Можно предположить, что группа 3 в Красноярском крае сформировалась в 2021–2022 гг. в результате заноса вируса из Внутренней Монголии (Китай) через Республики Хакасия и Алтай. Вирус, выделенный в Забайкальском крае в 2023–2024 гг., филогенетически не связан со вспышкой 2015–2016 гг. на этой территории. Выявлена новая интродукция вируса с территории Внутренней Монголии, произошедшая в 2020–2021 гг.

## PHYLOGENETIC ANALYSIS OF RABIES VIRUS ISOLATES FROM CENTRAL SIBERIA AND TRANSBAIKALREGION

R. V. Adelshin<sup>1,2</sup>, V. A. Babash<sup>1</sup>, A. N. Bondariuk<sup>1</sup>, K. V. Lopatovskaya<sup>1</sup>,  
L. V. Shmatova<sup>3</sup>, A. B. Moshkin<sup>4</sup>, I. N. Bykova<sup>5</sup>, V. S. Stepina<sup>6</sup>,  
A. D. Botvinkin<sup>7</sup>, E. I. Andaev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

<sup>3</sup>Krasnoyarsk Veterinary Laboratory, Krasnoyarsk, Russian Federation

<sup>4</sup>Chita Anti-Plague Station, Chita, Russian Federation

<sup>5</sup>Department of Rospotrebnadzor for Transbaikal Territory, Chita, Russian Federation

<sup>6</sup>Transbaikal Regional Veterinary Laboratory, Chita, Russian Federation

<sup>7</sup>Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** The nucleotide sequences of the nucleocapsid (N) gene of rabies virus isolated from wild and domestic animals from Krasnoyarsk ( $n = 14$ ) and Transbaikal ( $n = 4$ ) regions in 2023–2024 were sequenced. Three phylogenetic groups of virus were identified in Krasnoyarsk region. It can be assumed that group 3 in Krasnoyarsk region was formed in 2021–2022 as a result of virus introduction from Inner Mongolia (China) through Republics of Khakassia and Altay. The virus isolated in Transbaikalregion in 2023–2024 is phylogenetically unrelated to the 2015–2016 outbreak in this territory. A new virus introduction was identified from the territory of Inner Mongolia, which occurred in 2020–2021.

**Введение.** Бешенство остается важной социально-экономической проблемой, решение которой требует фундаментальных знаний об особенностях эпизоотического и эпидемического процессов в России и сопредельных стран. В России наблюдается тенденция к снижению числа случаев заболевания бешенством людей, в то время как эпизоотическая обстановка остается неблагоприятной.

**Материалы и методы.** В основу работы положены результаты лабораторного исследования биологического материала от подозрительных на бешенство или павших диких и домашних животных из Красноярского ( $n = 14$ ) и Забайкальского ( $n = 4$ ) краев (2023–2024 гг.). Выделение нуклеиновых кислот проведено с помощью набора «Рибо-преп» (ФГУН ЦНИИЭ, Москва). ОТ-ПЦР проводили с праймерами (Campos et al., 2011; Poleschuk et al., 2013) и набором реактивов ПЦР-РВ («Синтол», Москва). Полученные ПЦР-продукты расшифровывали с помощью набора реактивов ABI PrismBigDyeTerminator v.3.1 CycleSequencingKit на секвенаторе 3500xLGeneticAnalyzer (AppliedBiosystems). С помощью программы BEASTv. 1.10.4 (Suchard et al., 2018) проведен филогенетический анализ расшифрованных последовательностей и сиквенсов гена N вируса бешенства из международной базы данных GenBank ( $n = 175$ , 2005–2024 гг.).

**Результаты и обсуждение.** Расшифрованы нуклеотидные последовательности гена нуклеокапсида (N) вируса бешенства, изолированного из головного мозга диких и домашних животных Красноярского ( $n = 14$ ) и Забайкальского ( $n = 4$ ) краев в 2023–2024 гг. В результате исследования на территории Красноярского края выявлены три филогенетические группы вируса бешенства. *Группа 1* объединяет образцы 2017–2024 гг. из Красноярского края (Уярский, Балахтинский, Пировский, Ужурский, Шарыповский, Назаровский, Боготольский, Сухобузимский районы) и Республики Горный Алтай. В *группу 2* входят последовательности изолятов, выделенных в 2017–2024 гг. в Красноярском крае (Минусинская котловина: Минусинский, Курагинский, Краснотуранский, районы; Новоселовский, Уярский, Ужурский, Пировский, Рыбинский, Партизанский, Канский, Березовский, Каратузский, Тюхтетский районы) и Республики Хакасия (2015–2017 гг.). *Группа 3* объединяет образцы, изолированные в Минусинском и Ермаковском районах Красноярского края в 2024 г. На филогенетическом древе последовательности группы 3 кластеризуются с сиквенсами вируса бешенства из Внутренней Монголии (изоляция штаммов в 2018–2020 гг.) и не связаны с последовательностями групп 1 и 2. На основании филогенетического анализа можно предположить, что группа 3 сформировалась в 2021–2022 гг. в результате заноса вируса бешенства с территории Внутренней Монголии. Возможными путями заноса могут быть замерзшие русла рек в республиках Алтай и Хакасия. В образце мозга полярного волка с полуострова Таймыр выявлен вирус бешенства линии arctic-3.

Вирус бешенства, изолированный в Агинском, Чернышевском, Борзинском и Балеиском районах Забайкальского края в 2023–2024 гг., филогенетически не связан со вспышкой 2015–2016 гг. на территории края. Определен новый занос вируса бешенства с территории Внутренней Монголии, который произошел в 2020–2021 гг.

Кроме выявленного заноса вируса бешенства в Красноярский и Забайкальский края со стороны Внутренней Монголии (КНР), возможен занос вируса с территории Монголии. Так как в базе данных GenBank отсутствуют последовательности гена N вируса бешенства, изолированного в Монголии после 2018 г., подтвердить или опровергнуть это пока не предоставляется возможным.

# ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКАЯ ЗОНА ПРИРОДНОЙ ОЧАГОВОСТИ ЧУМЫ: СОВРЕМЕННЫЙ ЭПИДЕМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ, РИСКИ И ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФЕКЦИИ

С. В. Балахонов<sup>1</sup>, Д. Б. Вержущий<sup>1</sup>, В. М. Корзун<sup>1</sup>, Е. С. Куликалова<sup>1</sup>,  
М. Б. Шаракшанов<sup>1</sup>, Э. А. Глушков<sup>2</sup>, А. Б. Мошкин<sup>3</sup>, Е. Н. Рождественский<sup>4</sup>,  
Б. Амгаланбаяр<sup>5</sup>, Д. Цэрэнноров<sup>5</sup>, Д. Отгонбаяр<sup>5</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ФКУЗ Тувинская противочумная станция Роспотребнадзора, Кызыл, Россия

<sup>3</sup>ФКУЗ Читинская противочумная станция Роспотребнадзора, Чита, Россия

<sup>4</sup>ФКУЗ Алтайская противочумная станция Роспотребнадзора, Горно-Алтайск, Россия

<sup>5</sup>Национальный центр зоонозных инфекций, Улан-Батор, Монголия

**Аннотация.** С 2012 г. регистрируется значительный рост активности природных очагов чумы в котловине Больших Озер Монголии и на прилегающих территориях всего региона Центральной Азии. Отмечается трансформация биоценотической структуры природных очагов чумы и изменение их пространственных границ. Активизация возбудителя чумы в природе вызвала и изменение эпидемиологической обстановки с ростом заболеваемости людей чумой в этом регионе. Данная ситуация требует максимального внимания со стороны противозидемических ведомств России, Монголии и Китая.

## CENTRAL ASIAN PLAGUE NATURAL FOCAL ZONE: CURRENT EPIDEMIC POTENTIAL, RISKS AND POSSIBLE DIRECTIONS OF SPREAD OF INFECTION

S. V. Balakhonov<sup>1</sup>, D. B. Verzhuckij<sup>1</sup>, V. M. Korzun<sup>1</sup>, E. S. Kulikalova<sup>1</sup>,  
M. B. Sharakshanov<sup>1</sup>, E. A. Glushkov<sup>2</sup>, A. B. Moshkin<sup>3</sup>, E. N. Rozhdestvenskii<sup>4</sup>,  
B. Amgalanbayar<sup>5</sup>, D. Tserennorov<sup>5</sup>, D. Otgonbayar<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Tuva Anti-Plague Station, Kyzyl, Russian Federation

<sup>3</sup>Chita Anti-Plague Station, Chita, Russian Federation

<sup>4</sup>Altai Anti-Plague Station, Gorno-Altai, Russian Federation

<sup>5</sup>National Center for Zoonotic Diseases, Ulaanbaatar, Mongolia

**Abstract.** Since 2012, an essential phenomenal increase in the activity of natural plague foci has been recorded in the basin of the Great Lakes of Mongolia and in the adjacent territories of the entire Central Asia region. There is a transformation in the biocenotic structure of natural plague foci and a change in their spatial boundaries. The activation of the plague pathogen in nature also caused a change in the epidemiological situation with an increase in the incidence of human plague in this region. This situation requires maximum attention from the anti-epidemic departments of Russia, Mongolia and China.

Эпидемиологическая ситуация по чуме в регионе Центральной Азии во втором-третьем десятилетиях нового века вызывает серьезные опасения. После продолжительного и последовательного снижения эпизоотической активности природных очагов чумы, с соответствующим сокращением числа заболеваний людей, на всей этой территории произошло кардинальное изменение обстановки. С 2012 г. в Тувинском природном очаге чумы зарегистрирован взрывной рост активности очага с повсеместным развитием эпизоотий высокой интенсивности и широким распространением инфекционного начала на многие новые территории. Такая высокая активность продолжается до настоящего времени. В Горно-Алтайском природном очаге чумы в 2012 г. отмечено появление нетипичного ранее для очага высоковирулентного варианта возбудителя, проникшего, судя по

всем имеющимся данным, на территорию Российской Федерации из Монголии. Новый вариант чумного микроба распространился в поселениях серого сурка по значительной части территории очага и вызвал заболевания людей чумой в 2014–2016 гг. Исследования прилегающей к очагу части Монголии совместными российско-монгольскими противочумными эпидотрядами позволили установить, что возбудитель этого подвида уже широко распространен по приграничной территории Монголии и также циркулирует в местных популяциях серого сурка с развитием интенсивных эпизоотий во многих сомонах Баян-Улгийского аймака. Данные наблюдения позволили предположить, что активизация природных очагов чумы, вероятно, может захватывать и другие территории, расположенные в регионе Центральной Азии. Резкое обострение эпидемической обстановки в Западной Монголии и Северном Китае однозначно подтверждает эти выводы. Наиболее интенсивный и тщательный мониторинг расположенных здесь природных очагов чумы ведется на территории Тувинского и Горно-Алтайского очагов, находящихся в Республике Тыва и Республике Алтай (Российская Федерация).

В *Тувинском природном очаге чумы* за период с 1964 по 2023 г. исследовано на чуму 201,0 тыс. мелких млекопитающих, 1,75 млн эктопаразитов, в том числе 1250,7 тыс. блох; выделено 1793 культуры возбудителя чумы. Эпизоотическая активность в очаге почти во все годы его изучения характеризовалась низким уровнем, вялотекущим характером с выраженной микроочаговостью. Очаг отличался незначительным эпидемическим потенциалом (Балахонов и др., 2009). Регистрировалась выраженная моногостальность и моновекторность очага (90,7 % изолятов от носителей за период с 1964 по 2011 г. приходилось на длиннохвостого суслика и 69,7 % культур, выделенных от блох за тот же период, было получено от блохи *Citellophilus tesquorum*). Общая площадь очага на 2011 г. составляла 6400 км<sup>2</sup> (Балахонов и др., 2019).

Начиная с 2012 г. в очаге отмечается чрезвычайно высокая эпизоотическая активность с преобладанием эпизоотий разлитого типа. Возбудитель чумы начал обнаруживаться в высотном диапазоне от опустыненных степей (1500 м над у. м.) до верхних границ субальпикки (2550 м над у. м.). Продолжительность протекания эпизоотий резко расширила временные рамки – инфицированные животные сейчас регистрируются с апреля по сентябрь. Общая площадь очага за последние годы увеличилась почти вдвое и в настоящее время оценивается в 10 826,2 км<sup>2</sup> (Балахонов и др., 2023). За весь период обследования этого очага зафиксировано 10 случаев вовлечения в эпизоотический процесс эпидемически наиболее значимого вида – тарбагана (*Marmota sibirica*) и его эктопаразитов, из них 8 случаев произошли в период с 2012 по 2023 г. Выявление инфицированных или контактировавших с возбудителем чумы тарбаганов и их эктопаразитов отмечено на обширной территории (Кара-Бельдырский, Каргинский, Барлыкский, Боро-Шайский и Чозинский мезоочаги). Эти данные свидетельствуют о повсеместном включении этого вида в эпизоотический процесс. На многих участках отмечается появление новых жилых бутанов, нередко располагаемых непосредственно на участках стойкой очаговости чумы. Учитывая продолжающийся неконтролируемый промысел зверька местным населением, традиционно считающим мясо тарбагана деликатесом, можно предполагать, что эпидемические проявления в Республике Тыва могут начаться в любое время.

На территории *Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы* с начала обнаружения присутствия возбудителя и по настоящее время эпизоотии различной интенсивности регистрируют ежегодно. За период с 1961 по 2023 г. в очаге исследовано более 300 тыс. мелких млекопитающих и свыше 1,6 млн блох. Выделена 2621 культура возбудителя чумы. Ранее в очаге отмечалась циркуляция только центральноазиатского подвида чумного микроба, но в 2012 г. на этой территории впервые изолирован высоковирулентный штамм возбудителя чумы основного подвида (Балахонов и др., 2013; Корзун и др., 2016). В дальнейшем произошло распространение данного подвида чумного микроба в поселениях серого сурка на большей части территории очага. С этого времени

в очаге наблюдается совместная циркуляция двух подвигов чумного микроба *Yersinia pestis* ssp. *central asiatica* bv. *altaica* и *Y. pestis* ssp. *pestis* (Корзун и др., 2017; Попов и др., 2020). Среди всех штаммов чумного микроба, изолированных в очаге с 1961 по 2023 г., к центральноазиатскому подвиду относились 2438 штаммов и 183 к основному подвиду.

Появление высоковирулентного подвида возбудителя чумы резко изменило эпидемиологическую ситуацию в Горном Алтае. Слабо контролируемый промысел сурка привел к неизбежному заражению людей чумой – три случая заболеваний местных жителей отмечались в 2014–2016 гг. Благодаря своевременному выявлению присутствия на территории очага опасного с эпидемиологической точки зрения варианта чумного микроба, соответствующими службами были приняты все необходимые меры и проведены адекватные противоэпидемические и профилактические мероприятия, что позволило вовремя локализовать и не дать распространиться инфекции за пределы района. Тем не менее в настоящее время высокие эпидемические риски в очаге сохраняются и необходимость наблюдения за этой территорией и проведения всего комплекса профилактических мероприятий не вызывает сомнений.

**На территории Монголии** расположено 45 отдельных природных очагов чумы (Вержуцкий, Адъясурэн, 2019). Почти треть площади страны (около 450 тыс. км<sup>2</sup>) считается энзоотичной по чуме, при этом на 47,1 % неблагополучной территории расположены высокоактивные в настоящее время природные очаги этой инфекции (Bolgmaa et al., 2010; Балахонов и др., 2021). В первом десятилетии XXI в. в целом эпидемиологическая ситуация была относительно стабильна с тенденцией на снижение числа заболеваний (Адъясурэн и др., 2014). В 2014–2018 гг. в ряде аймаков Западной Монголии отмечалось повышение эпизоотической активности природных очагов чумы, что неизбежно должно было сказаться и на эпидемиологической ситуации. В 2019 г. в Баян-Улгийском аймаке, в непосредственной близости от границы с Российской Федерацией, после употребления в пищу сурков два человека заболело чумой, оба случая закончились летальным исходом. В 2020 г. в Монголии произошел резкий скачок заболеваемости чумой. Официально было зарегистрировано 19 подозрительных на чуму случаев заболеваний в 8 аймаках страны. Большинство эпидемических проявлений отмечалось в западной части страны. Все случаи были связаны с контактом с сурками, подозрительные имели клинические проявления, характерные для чумы, но лабораторно диагноз был подтвержден только у 6 больных с 3 летальными исходами. Повышенный уровень заболеваемости людей чумой в Монголии отмечался и в последующие годы. Всего за период с 2019 по 2023 г. в этой стране официально зарегистрировано 16 случаев заболевания людей с 7 погибшими.

**На территории Китая** выделяется 23 самостоятельных природных очага чумы, их общая площадь оценивается в 2,47 млн км<sup>2</sup> (Вержуцкий, 2022). С 1950 по 2018 г. заболевания людей чумой отмечались в 197 уездах из 17 провинций Китая (Cheng, 2019). В северной части Китая (провинции Хэйлуцзян, Ганьсу, север Синьцзян-Уйгурского Автономного округа и Автономный округ Внутренняя Монголия) находятся 9 природных очагов чумы, из которых 8 продолжают проявлять эпизоотическую активность. В последние три десятилетия на территории Северного Китая эпидемические проявления по чуме были единичны (Wei, 2019). В 2019 г. в провинции Внутренняя Монголия после длительного эпидблагополучия произошло сразу 4 случая заболевания людей этой инфекцией. Если ранее основная заболеваемость чумой людей в Китае была в подавляющем большинстве случаев связана с Автономным округом Тибет, провинциями Цинхай и Юньнань, то с 2019 г. почти все эпидпроявления по чуме в этой стране регистрируются в ее северной части. Эпизоотологическое обследование этой территории выявило высокую активность находящихся здесь природных очагов чумы. В целом за 2019–2023 гг. в Китае отмечено 16 случаев заболевания людей чумой с 6 летальными исходами (13 и 4 – в Северном Китае соответственно).

Оценивая складывающуюся обстановку в Центральной Азии, можно заключить, что происходит небывалая за последние семьдесят лет активизация очагов чумы в самом сердце этого региона – по периметру котловины Больших Озер и на прилегающей к ней территории. Наблюдается быстрая трансформация природных очагов с резким и повсеместным повышением эпизоотической активности чумы, расширением сезонных сроков проявления эпизоотий, появлением на несвойственных ранее территориях высоковирулентных штаммов возбудителя и их распространением на десятки и сотни километров, в районы, где этот вариант чумного микроба никогда прежде не обнаруживали (Вержущкий, 2018).

На основании имеющихся данных пока сложно точно определить, к каким именно последствиям приведет дальнейшее развитие ситуации, но сам по себе факт разбалансирования природных очагов чумы и выхода их из-под сдерживающих биоценотических механизмов требует самого пристального внимания со стороны соответствующих служб России, Монголии и Китая.

Следует также учитывать, что в ноябре 2022 г. в западных регионах Монголии (аймаки Ховд и Баян-Улгий) завершилось строительство автодороги протяженностью 745 км, соединяющей Россию и Китай. Международная автомагистраль АН-4 имеет общую протяженность транспортного коридора более 4500 км и связывает г. Новосибирск с г. Урумчи в Синьцзян-Уйгурском автономном округе Китая. В связи с этим ускоренными темпами происходит реконструкция КПП Цагааннуур (Баян-Улгийский аймак) и КПП Боршоо (аймак Увс). В 2023 г. транзит транспорта между Российской Федерацией и Монголией через данные КПП составил соответственно 40,0 тыс. и 33,6 единиц, в 2027 г. планируется выход на уровень 373 тыс. и 70 тыс. единиц автотранспорта в год.

Транспортные потоки направляются через районы, где расположены высокоактивные очаги чумы, что резко увеличивает эпидемиологические риски и требует усиления профилактических и противоэпидемических мероприятий и новых подходов по взаимодействию Российской Федерации, Монголии и Китая в целях обеспечения эпидблагополучия по чуме на данной территории.

## ЗАВОЗНОЙ СЛУЧАЙ ЛАБОРАТОРНО ПОДТВЕРЖДЕННОГО МЕЛИОИДОЗА В РОССИИ

С. В. Балахонов<sup>1</sup>, З. Ф. Дугаржапова<sup>1</sup>, Т. О. Таликина<sup>1</sup>, М. И. Толмачёва<sup>1</sup>,  
Е. В. Кравец<sup>1</sup>, М. А. Ивачева<sup>1</sup>, В. В. Дуденков<sup>2</sup>, С. А. Стоян<sup>2</sup>, Н. Н. Чемезова<sup>4,3</sup>,  
З. А. Ефременко<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ОГАУЗ Ангарская городская детская больница № 1, Ангарск, Россия

<sup>3</sup>Клинико-диагностическая лаборатория ООО «ЮНИЛАБ-ИРКУТСК», Иркутск, Россия

<sup>4</sup>ИГМАПО – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Иркутск, Россия

**Аннотация.** Мелиоидоз – инфекционное заболевание, требующее проведения мероприятий по санитарной охране на территории Российской Федерации. Риск роста завозных случаев мелиоидоза из эндемичных стран связан с массовыми туристическими потоками. Описан случай лабораторного подтверждения завоза острого мелиоидоза на территорию Иркутской области. Показаны результаты экспресс-методов лабораторной диагностики данной инфекции.

## IMPORTED CASE OF LABORATORY CONFIRMED MELIOIDOSIS IN RUSSIA

S. V. Balakhonov<sup>1</sup>, Z. F. Dugarzhapova<sup>1</sup>, T. O. Talikina<sup>1</sup>, M. I. Tolmacheva<sup>1</sup>,  
E. V. Kravets<sup>1</sup>, M. A. Ivacheva<sup>1</sup>, V. V. Dudenkov<sup>2</sup>, S. A. Stoyan<sup>2</sup>, N. N. Chemezova<sup>4,3</sup>,  
Z. A. Efremenko<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Angarsk City Children's Hospital No. 1, Angarsk, Russian Federation

<sup>3</sup> Clinical and diagnostic laboratory of UNILAB-IRKUTSK LLC, Irkutsk, Russian Federation

<sup>4</sup> IGMPO – branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education RMANPO of the Ministry of Health of Russia, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** Melioidosis is an infectious disease that requires sanitary protection measures on the territory of the Russian Federation. The risk of an increase in imported cases of melioidosis from endemic countries is associated with massive tourist flows. A case of laboratory confirmation of the importation of acute melioidosis into the territory of the Irkutsk region is described. The results of express methods of laboratory diagnosis of this infection are shown.

Возбудитель мелиоидоза *Burkholderia pseudomallei* обитает в почве и воде стоячих водоемов, входит в состав микробиоты и циркулирует в организмах простейших, позвоночных животных, растениях и грибах. Заражение людей мелиоидозом происходит преимущественно при контакте с водой или почвой, содержащими возбудитель, аэрогенно и при употреблении контаминированных возбудителем продуктов и воды. Инкубационный период варьирует от нескольких часов до месяцев или лет, в среднем 9–21 дней. Клинические проявления мелиоидоза многообразны; острый легочный мелиоидоз может возникать как первичная инфекция или распространяться гематогенным путем, тяжесть его колеблется от бронхита до прогрессирующего течения сепсиса с летальным исходом.

Эндемичными по мелиоидозу являются территории Юго-Восточной Азии (страны субрегиона Большого Меконга и Малайского архипелага), Китая, Индостана, Австралии, Папуа-Новой Гвинеи, Западной и Центральной Африки, страны Карибского бассейна, Центральной и Южной Америки. Нозология включена в перечень инфекционных болезней, требующих проведения мероприятий по санитарной охране территории Российской Федерации. Риск роста завозных случаев мелиоидоза на территорию Российской Федерации из эндемичных стран связан с массовыми туристическими потоками (Захарова, 2019, 2021).

В отделение анестезиологии и реанимации городской детской больницы г. Ангарска Иркутской области 15.06.2024 в 01:00 по скорой помощи госпитализирована пациентка С. 12 лет, прибывшая 14.06.2024 из Таиланда с жалобами на выраженную слабость, сонливость, лихорадку до 40 °С, одышку, тошноту, рвоту, отсутствие аппетита, боль в груди и животе. Болеет с 12.06.2024, при высокой температуре принимала жаропонижающие препараты. Объективно при поступлении: общее состояние тяжелое, одышка смешанного характера, ЧД 53/мин, ЧСС 121 уд/мин, артериальная гипотензия (87/33 мм рт. ст.). Рентгенография грудной клетки – инфильтративные тени с обеих сторон, справа очагово-сливные в средне-нижних отделах. Аллергоанамнез не отягощен, контакты с инфекционными больными, хронические заболевания, травмы и переливания крови отрицала. Предварительный диагноз: Сепсис неуточненный, септический шок. Внебольничная двухсторонняя пневмония (возбудитель не установлен), ДН II степени.

В эпидемиологическом анамнезе – поездка в Таиланд с родственниками (пять контактных лиц) с 30.05.2024 по 13.06.2024 (г. Паттайя, острова Ко Куд и Ко Чанг).

В медицинской организации проведена симптоматическая дезинтоксикационная, антимикробная и противовирусная терапия. Результаты лабораторных исследований клинического материала на малярию, группу кишечных инфекций и *Salmonella typhi* – отрицательные. Анализ крови: эритроциты  $4,23 \cdot 10^{12}$ , лейкоциты  $2,68 \cdot 10^9$ , гемоглобин

123 г/л, нейтрофилы 47,3 %, лимфоциты 42,1 %, моноциты 10,3 %, эозинофилы 0,3 %, гематокрит 34,3 %, тромбоциты  $103 \cdot 10^9$ , билирубин 23,79 мкмоль/л, креатинин крови 169,31 мкмоль/л, мочевины крови 13,1 ммоль/л, белок крови 52,79 г/л, кальций крови 1,98 ммоль/л, АЛТ 85,14 Ед/л, АСТ 141,91 Ед/л, С-реактивный белок 131,32 мг/л, анти-стрептолизин-О 407,05 МЕ/мл. Рентгенография органов грудной клетки – консолидация паренхимы в средних и нижних отделах правого и левого легких (двусторонняя полисегментарная пневмония).

Смерть наступила в результате прогрессирования основного заболевания в 18:55 15.06.2024. Посмертный клинический диагноз: сепсис, тяжелое течение, рефрактерный септический шок. Внебольничная двухсторонняя пневмония неуточненной этиологии, тяжелая дыхательная недостаточность III степени, осложненная синдромом полиорганной недостаточности.

Для подтверждения инфекционной природы заболевания патологический материал от пациентки направлен в бактериологическую лабораторию ООО «ЮНИЛАБ-ИРКУТСК» на исследование. Из фрагмента печени выделена культура, предварительно идентифицированная как представитель рода *Burkholderia spp.* методом масс-спектрометрии (Bruker MALDI Biotyper).

В Иркутском научно-исследовательском противочумном институте 21.06.2024 проведено изучение и специфическая индикация выделенной культуры. На агаре Мюллера Хинтона с кровью отмечается сплошной рост культуры в виде круглых мелких колоний  $d = 1-2$  мм с металлическим блеском. При бактериоскопии мазков просматриваются грамотрицательные биполярные тонкие палочки и коккобациллы размерами 0,8–1,6 мкм. При люминесцентной микроскопии МФА с иммуноглобулинами диагностическими флуоресцирующими мелиоидозными моноклональными (производства ФКУЗ Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора) отмечается специфическое свечение на три +. По результатам масс-спектрометрии (MALDI-TOF MS) культура идентифицирована до вида *Burkholderia pseudomallei* (возбудитель мелиоидоза). Значения *Score Value* (индекса совпадения с референтными штаммами из коллекции, включенными в базу данных Bruker MALDI Biotyper) в среднем составили 2,308, что свидетельствует о достоверности видовой идентификации. В результате ПЦР с набором реагентов для выявления возбудителей бруцеллеза, сапа и мелиоидоза «ОМ-скрин-Бру/сап/melioidoz-PB» (производство «Синтол») выявлена специфическая последовательность ДНК возбудителя мелиоидоза «ВВК\_5655»; увеличение концентрации специфических фрагментов ДНК наблюдается с 21-го цикла.

Таким образом, в Российской Федерации зарегистрирован завозной случай лабораторно подтвержденного острого мелиоидоза. Заболевание завершилось летальным исходом, клинический диагноз подтвержден выделением возбудителя *Burkholderia pseudomallei* из фрагмента печени пациента. Видовая принадлежность изолированной культуры подтверждена изучением культурально-морфологических свойств и результатами экспресс-методов специфической индикации. Комплекс организационных и санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий проведен в полном объеме, установлено медицинское наблюдение за контактными в течение 21 дня.

В связи с большой интенсивностью туристического потока в эндемичные по мелиоидозу страны существует риск завоза возбудителя в Российскую Федерацию, вследствие чего необходимо проявлять высокую эпидемиологическую и лабораторно-диагностическую настороженность в отношении данной инфекции.



# ЧУМА НА АЛТАЕ В XXI ВЕКЕ: ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ В УСЛОВИЯХ ОБОСТРЕНИЯ ЭПИЗООТОЛОГО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

С. В. Балахонов<sup>1</sup>, В. М. Корзун<sup>1</sup>, Е. С. Куликалова<sup>1</sup>, Е. Н. Рождественский<sup>2</sup>,  
А. И. Мищенко<sup>2</sup>, А. В. Денисов<sup>2</sup>, Е. Н. Кичинекова<sup>3</sup>, С. Л. Сарикова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup> ФКУЗ Алтайская противочумная станция Роспотребнадзора, Горно-Алтайск, Россия

<sup>3</sup> Управление Роспотребнадзора по Республике Алтай, Горно-Алтайск, Россия

**Аннотация.** Обострение эпизоотической ситуации и резкое увеличение эпидемического потенциала трансграничного Сайлюгемского природного очага чумы определили необходимость внесения существенных изменений в систему эпиднадзора за чумой в его российской части (Горно-Алтайский высокогорный очаг). Представлены основные результаты реализации мер по минимизации рисков эпидемических осложнений по чуме в Горно-Алтайском высокогорном природном очаге. Благодаря проведению специалистами Роспотребнадзора, медицинских и ветеринарных учреждений, органов исполнительной власти обширного комплекса организационных, профилактических и противоэпидемических мероприятий в 2017–2023 гг. удалось обеспечить эпидемиологическое благополучие населения Кош-Агачского района Республики Алтай по чуме и предотвратить угрозу распространения инфекции за пределы очаговой территории.

## PLAGUE IN ALTAI REGION IN THE XXI CENTURY: ENSURING EPIDEMIOLOGICAL WELL-BEING IN CONDITIONS OF EXACERBATION OF THE EPIZOOTOLOGICAL AND EPIDEMIOLOGICAL SITUATION

S. V. Balakhonov<sup>1</sup>, V. M. Korzun<sup>1</sup>, E. S. Kulikalova<sup>1</sup>, E. N. Rozhdestvenskii<sup>2</sup>,  
A. I. Mishchenko<sup>2</sup>, A. V. Denisov<sup>2</sup>, E. N. Kichinekova<sup>3</sup>, S. L. Sarikova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Altai Anti-Plague Station, Gorno-Altai, Russian Federation

<sup>3</sup> Rospotrebnadzor Administration in the Republic of Altai, Gorno-Altai, Russian Federation

**Abstract.** The complication of the epizootic situation and the increase in the epidemic potential of the transboundary Sailyugemsky natural focus of plague contributed to changes in the system of epidemiological surveillance of plague in the Russian part of this focus (Gorno-Altai high-mountain focus). The main results of preventive measures aimed at minimizing the risks of epidemic complications due to plague in the Gorno-Altai high-mountain natural focus are presented. Employees of Rospotrebnadzor, medical and veterinary institutions, and executive authorities carried out a large range of organizational, preventive and anti-epidemic measures in 2017–2023. At the same time, it was possible to ensure the epidemiological well-being of the population of the Kosh-Agach region of the Altai Republic due to the plague and prevent the threat of the spread of infection beyond the focal area.

Еще относительно недавно эпидемический потенциал трансграничного Сайлюгемского природного очага чумы оценивался как невысокий в силу того, что в нем циркулировал чумной микроб *Yersinia pestis* ssp. *central asiatica* bv. *altaica* с низкой эпидемической значимостью. Ситуация кардинально изменилась после того, как произошла интродукция высоковирулентного возбудителя основного подвида *Y. pestis* ssp. *pestis* в экологическую систему Юго-Восточной области Горного Алтая из Северо-Западной Монголии (Корзун и др., 2017).

За небольшой промежуток времени, прошедший с момента обнаружения *Y. pestis* ssp. *pestis* в 2012 г., возбудитель чумы основного подвида широко распространился на территории очага. В российской части трансграничного Сайлюгемского природного очага (Горно-Алтайский очаг) с 2012 по 2023 г. из полевого материала изолировано 180 штаммов *Y. pestis* ssp. *pestis*, эпизоотии зарегистрированы в 28 секторах на площади 2213 кв. км. В монгольской части очага в 2017–2023 гг. изолировано 149 штаммов возбудителя чумы основного подвида, эпизоотии выявлены в 32 секторах на площади 2500 кв. км. Изучение вовлеченности млекопитающих и их эктопаразитов в эпизоотический процесс показало, что основным носителем *Y. pestis* ssp. *pestis* является промысловое животное – серый сурик (Балахонов и др., 2022).

Обострение эпизоотической обстановки привело к резкому увеличению эпидемического потенциала очага и, как следствие, к обострению эпидемиологической ситуации. В российской части трансграничного Сайлюгемского природного очага (Горно-Алтайский очаг) в 2014–2016 гг. зарегистрированы три спорадических случая заболеваний людей чумой, в монгольской части очага в 2019 г. – два случая с летальным исходом. В каждом из них источниками заражения были серые сурки (Балахонов и др., 2022).

Такие события вызвали необходимость внесения существенных изменений в систему эпиднадзора за чумой в российской части очага, особенно в организацию и проведение профилактических и противоэпидемических мероприятий в Кош-Агачском районе Республики Алтай. Предложения, связанные с выполнением комплексной работы в области борьбы с распространением чумы, нашли поддержку на уровне руководства Российской Федерации, для этих целей были выделены средства федерального бюджета. С 2017 г. работы осуществляются в рамках распоряжений Правительства РФ от 05.09.2016 № 1864-р (2017–2019 гг.), от 12.10.2019 № 2403-р (2020–2022 гг.), от 18.04.2023 № 973-р (2023–2024 гг.) и приказов руководителя Роспотребнадзора от 29.12.2016 № 1289, от 07.05.2020 № 266, от 30.05.2023 № 324.

Начиная с 2016 г. для минимизации рисков эпидемических осложнений по чуме в Горно-Алтайском природном очаге ежегодно корректируется и неукоснительно в полном объеме выполняется «Комплексный план мероприятий учреждений Роспотребнадзора по оздоровлению Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы в Кош-Агачском районе Республики Алтай», утверждаемый руководителем Роспотребнадзора. Выделим наиболее важные направления этой деятельности.

Прежде всего были внесены значительные изменения в тактику эпизоотологического обследования трансграничного Сайлюгемского очага, основные из которых заключаются в следующем: углубленное обследование в весенний и летний периоды; значительное увеличение и смещение сроков обследовательских работ; акцент на поиск эпизоотий чумы в поселениях серого сурка и длиннохвостого суслика; направленный поиск остатков стола хищных птиц и трупов; использование ГИС-инструментов. Данные изменения были внедрены в мониторинг очага как на российской, так и на монгольской территории.

Сложная эпидемиологическая ситуация на территории Кош-Агачского района потребовала существенного увеличения объема вакцинации. В последние 9 лет профилактическими прививками против чумы охватывается все население Кош-Агачского района, за исключением лиц, имеющих противопоказания. По сравнению с 2013 г., предшествующим возникновению эпидемических осложнений по чуме, в 2016–2024 гг. объемы вакцинации выросли более чем в 20 раз.

Большое внимание уделяется проведению мероприятий, направленных на уменьшение контакта местного населения с компонентами паразитарной системы очага. С этой целью проводится барьерная дезинсекция вокруг стоянок животноводов, расположенных в местах эпизоотий чумы. В этой работе помимо сотрудников Алтайской противочумной станции и Иркутского научно-исследовательского противочумного института участвуют специалисты РосНИПЧИ «Микроб», Ставропольского научно-исследовательского про-

тивочумного института. За 2016–2024 гг. защитные (барьерные) зоны радиусом до 500 м суммарно созданы вокруг 742 зимних и летних стоянок животноводов. Общая площадь обработки составила 270,3 кв. км с пулецидной эффективностью в среднем 96,1 %. На территории Кош-Агачского района на региональном законодательном уровне с 2016 г. запрещена любительская и промысловая охота на серого сурка, хотя полностью исключить браконьерскую добычу этих животных практически невозможно.

Важнейшим разделом профилактики чумы являлась информационно-разъяснительная работа с населением. Работа осуществлялась в форме лекций, выступлений по радио, телевидению, на сходах жителей сельских поселений, в школах, бесед с животноводами на стоянках, публикаций статей в местных средствах печати, анкетирования населения, распространения информационных листовок и буклетов, выставлением предупреждающих плакатов на эпидемически значимых участках. В районном центре пос. Кош-Агач в летний период на 2 интерактивных экранах: в фойе ЦРБ и на центральной улице – проводилась демонстрация видеofilmа о чуме и ее профилактике, подготовленного специалистами Иркутского противочумного института. Всего в 2016–2023 гг. было прочитано 308 лекций населению, распространено более 16 тыс. экз. листовок и буклетов, проведено более 6700 бесед. Общее число охваченных информационно-разъяснительной работой ежегодно составляет более 20 тыс. человек.

Существенное значение в своевременной организации и проведении противоэпидемических мероприятий в эпидемическом очаге чумы имеет способность медицинских работников выявлять больных с подозрением на эту инфекционную болезнь на всех этапах оказания медицинской помощи населению. В период с 2016 по 2023 гг. проведены 105 семинарских и 524 тренировочных занятий по чуме, на которых подготовлены 2199 медицинских работников. Также большое внимание уделяется повышению профессионального уровня сотрудников противочумных учреждений Монголии. Иркутским противочумным институтом ежегодно проводились курсы повышения квалификации для монгольских специалистов на базе института или в Национальном центре зоонозных инфекций в г. Улан-Батор.

Эффективным методом отработки практических навыков по локализации и ликвидации эпидемических очагов чумы и оценке готовности специалистов различных ведомств и учреждений, участвующих в организации и проведении противоэпидемических мероприятий, являются межведомственные тренировочные учения с вводом условного больного. Ежегодно с 2016 г. на территории очага и в пунктах пропуска через Государственную границу проводятся такие мероприятия, в том числе с привлечением монгольских специалистов в полномасштабном совместном формате или в качестве наблюдателей.

Благодаря проведению специалистами Роспотребнадзора, медицинских и ветеринарных учреждений, органов исполнительной власти обширного комплекса организационных, профилактических и противоэпидемических мероприятий в 2017–2023 гг. удалось обеспечить эпидемиологическое благополучие по чуме в Российской Федерации и предотвратить угрозу распространения инфекции за пределы очаговой территории. Регистрируемая в трансграничном Сайлюгемском природном очаге чумы напряженная эпизоотическая ситуация, способствующая в течение ряда лет локальным эпидосложнениям, диктует необходимость осуществления постоянного мониторинга очага, проведения обширного комплекса риск-ориентированных профилактических (противоэпидемических) мероприятий и продолжения российско-монгольского сотрудничества в этой области, направленного на минимизацию эпидемиологических рисков по чуме, действующих на приграничных территориях Монголии и России.

## СОТРУДНИЧЕСТВО МЕЖДУ РОССИЕЙ И МОНГОЛИЕЙ В ОБЛАСТИ БОРЬБЫ С ЧУМОЙ В 2017–2023 ГГ.

С. В. Балахонов<sup>1</sup>, Д. Отгонбаяр<sup>2</sup>, Е. С. Куликалова<sup>1</sup>, Н. Цогбадрах<sup>2</sup>,  
В. М. Корзун<sup>1</sup>, Д. Б. Вержущкий<sup>1</sup>, Д. Цэрэнноров<sup>2</sup>, Б. Амгаланбаяр<sup>2</sup>,  
Е. Н. Рождественский<sup>3</sup>, Э. А. Глушков<sup>4</sup>, А. Б. Мошкин<sup>5</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Национальный центр зоонозных инфекций, Улан-Батор, Монголия

<sup>3</sup>ФКУЗ Алтайская противочумная станция Роспотребнадзора, Горно-Алтайск, Россия

<sup>4</sup>ФКУЗ Тувинская противочумная станция Роспотребнадзора, Кызыл, Россия

<sup>5</sup>ФКУЗ Читинская противочумная станция Роспотребнадзора, Чита, Россия

**Аннотация.** Комплексная программа контроля за трансграничными природными очагами чумы на территории Монголии, созданная по Распоряжению Правительства Российской Федерации, реализуется с 2017 г. Исследования на чуму проводили в 2017–2023 гг. на монгольской территории трансграничных природных очагов площадью 37 340 кв. км совместными командами российских и монгольских специалистов. Всего исследовано на чуму 3523 экз. млекопитающих, 9305 экз. эктопаразитов, из них выделено 153 штамма возбудителя чумы основного подвида от сурков и длиннохвостых сусликов. Получено 247 положительных результатов методом ПЦР. Ежегодно регистрируются случаи чумы у населения на эндемичных территориях Монголии, показатель летальности достигает 37,5 % от числа заболевших. Полученные результаты показали, что в трансграничных природных очагах чумы сохраняется напряженная эпизоотическая активность, что обуславливает необходимость проводить постоянный мониторинг на их территории.

## COLLABORATION BETWEEN RUSSIA AND MONGOLIA IN THE FIGHT AGAINST PLAGUE IN 2017–2023

S. V. Balakhonov<sup>1</sup>, D. Otgonbayar<sup>2</sup>, E. S. Kulikalova<sup>1</sup>, N. Cogbadrah<sup>2</sup>,  
V. M. Korzun<sup>1</sup>, D. B. Verzhuckii<sup>1</sup>, D. Tserennorov<sup>2</sup>, B. Amgalanbayar<sup>2</sup>,  
E. N. Rozhdestvenskii<sup>3</sup>, E. A. Glushkov<sup>4</sup>, A. B. Moshkin<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup>National Center for Zoonotic Diseases, Ulaanbaatar, Mongolia

<sup>3</sup>Altai Anti-Plague Station, Gorno-Altai, Russian Federation

<sup>4</sup>Tuva Anti-Plague Station, Kyzyl, Russian Federation

<sup>5</sup>Chita Anti-Plague Station, Chita, Russian Federation

**Abstract.** The comprehensive program providing control of transboundary natural plague foci in the territory of Mongolia was established by the Russian Federation Government Order. Research for plague was conducted in 2017–2023 in the Mongolian territory of transboundary Sailugem, Kharkhir-Turgen near-border, Hoyt-Kherlen, Zun-Khenti, Khurkhi, Mongun-Morth natural foci with a total area of 37 340 sq. km. together with specialists from the Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Rospotrebnadzor, the National Center for Zoonotic Infections of Mongolia, as well as Chita, Altai and Tuva anti-plague stations. A total of 3523 mammals and 9305 ectoparasites were tested for plague, 153 strains of the plague pathogen of the main subspecies were isolated from marmots and long-tailed gophers. 247 positive results were obtained by PCR method. Laboratory confirmed cases of plague are registered annually in endemic territories of Mongolia, the mortality rate reaches 37.5 % of the number of plague cases. The results showed that epizootic activity remains intense in transboundary natural foci, which necessitates constant monitoring in the territory of border and transboundary natural foci of plague.

**Результаты.** Протяженность границы Российской Федерации с Монголией составляет 3543 км, уступая только Казахстану и Китаю. В Монголии расположено 45 природных очагов чумы, занимающих примерно треть территории страны, большая часть из них высокоактивны до настоящего времени. В условиях ускоряющихся процессов политических, экономических и социокультурных связей между регионами наших стран особую актуальность приобретает трансграничное сотрудничество, которое способствует интенсификации межгосударственных отношений.

Начиная с 2012 г. в Тувинском природном очаге чумы, прилегающем к территории Западной Монголии, отмечена резкая активизация эпизоотической активности. В это же время зарегистрировано проникновение высоковирулентного варианта возбудителя чумы из Монголии на территорию Горного Алтая, что вызвало заболевания людей чумой в 2014–2016 гг. Сложившаяся ситуация требовала немедленного принятия мер по усилению защиты границ Российской Федерации от возможного заноса инфекции и обеспечения эпидблагополучия на территории нашей страны. На основании распоряжений Правительства РФ от 05.09.2017 № 1864-р, от 12.10.2019 № 2403-р, от 06.03.2020 № 562-р, от 18.04.2023 № 1563-р Роспотребнадзором была принята комплексная программа, включающая несколько компонентов, обеспечивающих контроль за приграничными природными очагами на территории Монголии. Программа начала реализовываться с 2017 г. Совместным российско-монгольским отрядом в Баян-Улгийском аймаке Монголии была выявлена крайне высокая эпизоотическая активность очага с широким распространением высоковирулентного варианта чумного микроба, что представляло реальную угрозу для эпидемиологического благополучия и на территории Российской Федерации.

С 2020 по 2023 г. зарегистрировано 14 лабораторно подтвержденных случаев заболеваний чумой на эндемичных территориях, из них в приграничных аймаках Монголии – четыре: Завхан – три (сомоны Тосонцэнгэл, 2020 г., Тудэвтэй, 2021 г. и Яруу, 2023 г.) и Хэнтий – один (выносной случай в г. Улан-Батор, 2023 г.), остальные случаи выявлены: в Ховде – семь (сомон Жаргалант: два случая в 2020 г. и один в 2022 г., по одному случаю в сомонах Цецег в 2020 и 2022 гг., Алтай, 2020 г. и Манхан в 2023 г.) и Говь-Алтае – три (сомоны Тургуг, 2020 г., Бугат и Цээл, 2023 г.). Показатель летальности составил 35,7 % (5 умерших). У всех заболевших причиной заражения стал контакт с сурком (незаконный промысел, в том числе на эндемичных территориях).

В связи с напряженной эпидобстановкой работы по эпизоотологическому обследованию были продолжены и расширены совместными эпидотрядами аймаков Увс, Хэнтей и Дорнод.

На монгольской территории трансграничного Сайлюгемского природного очага чумы (Баян-Улгийский аймак, граничит с Республикой Алтай) в 2017–2023 гг. выполнено шесть совместных российско-монгольских экспедиций общей продолжительностью 171 сут. с целью эпизоотологического обследования природного очага чумы. В состав противоэпидемических отрядов входили сотрудники Алтайской ПЧС, Иркутского научно-исследовательского противочумного института, Национального центра зоонозных инфекций Министерства здравоохранения Монголии (НЦЗИ), Центра зоонозных инфекций Баян-Улгийского аймака Монголии, в 2020 г. из-за «ковидных» ограничений работали только монгольские специалисты.

Общая площадь обследованной территории составила 17 720 км<sup>2</sup>, исследовано на чуму млекопитающих – 2191 экз., эктопаразитов – 1776 экз. Изолировано 149 штаммов возбудителя чумы основного подвида, из них 148 (99 %) – от промыслового животного серого сурка и его эктопаразитов, получено 237 положительных результатов методом ПЦР на детекцию специфичных фрагментов ДНК чумного микроба. Разлитые интенсивные эпизоотии чумы зарегистрированы в 32 секторах на площади 2500 км<sup>2</sup> на протяжении 120 км вдоль государственной границы и на 60 км вглубь территории Монголии на большей части южного макросклона хр. Сайлюгем от перевала Улан-Даба на западе до

перевала Дурбет-Даба и оз. Холбо-Нуур на востоке, по всему хр. Хараланхуу, на северном склоне хр. Баян Хайрхан – крупном отроге хр. Монгольский Алтай. Они протекают на высотах 2200–2800 м над ур. м. в поселениях серого сурка с высокой плотностью.

В Хархира-Тургенском приграничном природном очаге чумы (аймак Увс, граничит с Республикой Тыва) мониторинг осуществляется с 2019 г. специалистами Иркутского противочумного института, НЦЗИ и его филиала в аймаке Увс Монголии.

Общая площадь обследованных территорий составляет 7360 км<sup>2</sup>, исследовано на чуму млекопитающих – 604 экз., эктопаразитов – 1585 экз. Работы выполнялись на протяжении 75 км вдоль государственной границы и до 40 км вглубь территории Монголии. Выделено 3 штамма возбудителя чумы основного подвида от сурка и длиннохвостых сусликов (1 – в 2019 г. 2 – в 2022 г.). Получено 10 положительных результатов методом ПЦР. В 2023 г. российско-монгольское эпизоотологическое обследование проведено на территории на площади 1566 км<sup>2</sup>, эпизоотических проявлений не обнаружено.

Хойт-Хэрленский, Зун-Хэнтыйский, Хурхинский, Монгун-Морьтский природные очаги (Хэнтыйский и Дорнодский аймаки Монголии, граничат с Забайкальским краем) обследованы в 2017–2023 гг. Выполнено 5 совместных российско-монгольских экспедиций, в состав которых входили сотрудники Читинской ПЧС, Иркутского НИПЧИ, НЦЗИ и ЦЗИ Хэнтыйского аймака. Общая продолжительность работ составила 102 дня. Эпизоотологическое обследование проведено на общей площади 12 260 км<sup>2</sup>, на протяжении 315 км вдоль российско-монгольской государственной границы. Исследовано на чуму 728 млекопитающих и 5944 эктопаразитов.

Результаты бактериологических, серологических и молекулярно-генетических исследований отрицательны. Исследования показали, что в настоящее время данные очаги не активны и здесь отсутствуют условия для циркуляции чумного микроба.

С целью повышения уровня противоэпидемической готовности профильных учреждений зарубежных стран за 2017–2023 гг. проведено обучение монгольских специалистов на курсах повышения квалификации для врачей, биологов, зоологов, паразитологов по различным аспектам эпидемиологии, эпизоотологии и лабораторной диагностики чумы на базе Иркутского противочумного института и НЦЗИ. Курсы с вручением удостоверений государственного (РФ) образца прошли 60 специалистов Национального центра и его филиалов. В онлайн-режиме лекции прослушали также более 50 сотрудников Национального центра и его 13 филиалов и еще 10 человек прослушали тренинг-семинар «Методология типирования возбудителя чумы с помощью современных молекулярно-генетических методов».

Для совершенствования межгосударственного взаимодействия по вопросам оперативного реагирования на возникновение эпидемических осложнений по чуме на территориях трансграничных природных очагов, а также при выявлении больного чумой в пунктах пропуска через государственную границу Российской Федерации, проведены международные тренировочные учения по вопросам межведомственного взаимодействия при оперативном реагировании на возникновение эпидемических осложнений по чуме на территории Сайлюгемского и Хархира-Тургенского трансграничных природных очагов чумы совместно со специалистами Алтайской, Тувинской противочумных станций и Управлений Роспотребнадзора по республикам Алтай и Тыва – на международный автомобильный пункт пропуска (далее – МАПП) Хандагайты РТ и Уланбайшинт Баян-Улгийского аймака Монголии; МАПП Ташанта РА и в с. Кокоря Кош-Агачского района РА в 2018, 2022 гг.

Программой межгосударственного сотрудничества предусмотрены мероприятия по повышению уровня материально-технической оснащенности профильных учреждений Монголии в форме поставки препаратов для диагностики чумы, эпизоотологических упаковок для забора материала для исследования на особо опасные инфекции, оборудования для лаборатории и дезинсекционных мероприятий, за 2017–2023 гг. помощь осу-

шествлена на общую сумму более 13 млн руб. Кроме того, в декабре 2018 г. в дар НЦЗИ передана микробиологическая лаборатория экспресс-диагностики на базе автомобиля ГАЗель, а в 2020 г. – мобильный комплекс СПЭБ Роспотребнадзора на базе автошасси в составе «Бактериологическая лаборатория» и «Лаборатория индикации».

В ближайшие годы на обширных территориях трансграничного Сайлюгемского природного очага чумы прогнозируется продолжение эпизоотии чумы в поселениях серого сурка, вызванные возбудителем основного подвида, ожидается и расширение эпизоотической территории. В Хархиро-Тургенском природном очаге наблюдается циркуляция высоковирулентного геноварианта возбудителя чумы в вялотекущей микроочаговой форме, что свидетельствует о существовании угрозы быстрой активизации очага с возникновением эпидемиологических рисков.

Наблюдающаяся в трансграничных очагах напряженная эпизоотическая ситуация, приводящая при контакте носителей чумы с людьми к эпидемическим осложнениям, зачастую с летальным исходом, вызывает необходимость осуществления постоянного мониторинга и продолжения российско-монгольского сотрудничества, направленного в первую очередь на снижение эпидемиологических рисков, действующих на приграничных территориях Монголии и России.

## РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ МАКРОРЕСТРИКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ/ ШТАММОВ *VIBRIO CHOLERAЕ* ЭЛЬ ТОР, ВЫДЕЛЕННЫХ В ПЕРИОД ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

Е. А. Басов, А. В. Фортунатова, Л. В. Миронова

*ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Представлены результаты макрорестрикционного анализа 53 штаммов *Vibrio cholerae* Эль Тор, изолированных в 2011–2023 гг. на территории Забайкальского края. Полученные данные позволили уточнить информацию о клональной структуре *V. cholerae* биовара Эль Тор, циркулирующих на данной территории. На основании макрорестрикционного анализа ДНК штаммов холерного вибриона определена их высокая генетическая гетерогенность и зависимость кластеризации генотипов от источника, места и территории выделения изолята.

## RETROSPECTIVE MACRORESTRICTION ANALYSIS OF *VIBRIO CHOLERAЕ* EL TOR STRAINS ISOLATED DURING THE PERIOD OF EPIDEMIOLOGICAL WELL-BEING IN THE TERRITORY OF THE TRANS-BAIKAL TERRITORY

E. A. Basov, A. V. Fortunatova, L. V. Mironova

*Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** The paper presents the results of macrorestriction analysis of 53 *Vibrio cholerae* El Tor strains isolated in 2011–2023 on the territory of the Trans-Baikal Territory. The data obtained made it possible to clarify information about the clonal structure of *V. cholerae* biovar El Tor circulating in this area. Based on macrorestriction DNA analysis of *V. cholerae* strains, their high genetic heterogeneity and the dependence of genotype clustering on the source, location and territory of isolation of the isolate were determined.

**Введение.** Несмотря на разработку и внедрение новых высокотехнологичных методов типирования микроорганизмов, основанных на секвенировании геномов, гель электрофорез в пульсирующем поле (англ. Pulsed Field Gel Electrophoresis) сохраняет свою актуальность в качестве эффективного подхода к внутривидовому типированию патогенов (Tenover et al., 1997; Sabat et al., 2013). С учетом эпидемиологической конкордантности данных, высокой дискриминирующей способности различать близкородственные изоляты, межлабораторной воспроизводимости результатов метод PFGE широко используется для установления клонального родства изолятов при проведении эпидемиологического расследования вспышек (Sabat et al., 2013). На сегодняшний день протоколы PFGE стандартизованы и охватывают широкий спектр возбудителей различных инфекций бактериальной природы, в том числе возбудителя холеры.

**Цель.** Анализ клональной структуры популяции *V. cholerae* Эль Тор, изолированных в Забайкальском крае, на основании макрорестрикционного картирования геномной ДНК.

**Материалы и методы.** В работе исследовано 53 штамма *V. cholerae* Эль Тор, выделенных из объектов окружающей среды на территории Забайкальского края в 2011–2023 гг. В качестве группы контроля в исследование включены три штамма: один штамм *V. cholerae classical* 569В и выделенные из поверхностных водоемов Приморского края (г. Находка, 2016 г.) и Иркутской области (р. Ушаковка, 2018 г.) два штамма *V. cholerae* Эль Тор № I-1543, R-вариант № 1–18. При постановке пульс-электрофореза для получения паттерна размерного стандарта использовался штамм *Salmonella ser. Braenderup* H98124.

Макрорестрикционное картирование хромосомной ДНК выполнялось в соответствии с предложенным *PulseNet* протоколом с применением эндонуклеаз *NotI* (GC↑GGCCGC) и *SfiI* (GGCCNNNNfNGGCC) с последующим разделением рестрикетов в 1,0 % агарозном геле в системе для проведения гель-электрофореза в пульсирующем поле CHEF Mapper XA System (Bio-Rad, США). Для рестрикции ДНК *Salmonella ser. Braenderup* H98124 использовалось 40 Ед *XbaI* (T↑CTAGA) (<https://www.cdc.gov/pulsenet/>).

Результаты пульс-электрофореза визуализировались в гель-документирующей системе Gel Doc XR System (Bio-Rad, США) с применением программного обеспечения ImageLab, 4.0.1.

Графические файлы в формате \*.tif импортировались в сформированную базу данных программы BioNumerics 6.0, кластерный анализ результатов выполнялся по алгоритму UPGMA с расчетом коэффициента сходства Dice, допустимым уровнем отклонения позиции фрагментов 1,5 % (tolerance) и оптимизацией 0,5 %.

**Результаты и обсуждение.** При макрорестрикционном картировании хромосомной ДНК изолятов *V. cholerae*, выделенных на фоне эпидемиологического благополучия в Забайкальском крае, установлена существенная вариабельность PFGE-генотипов в исследуемой выборке.

Кластерный анализ, проведенный по алгоритму UPGMA на основании *NotI/SfiI*-генерируемых профилей рестрикции, показал дифференциацию штаммов на 38 генотипов, в том числе 29 уникальных и 9 кластерных с числом объединенных в генотипы штаммов от двух до пяти.

На дендрограмме пульсотипы исследуемых штаммов *V. cholerae* сформировали две крупные группы генотипов. Отдельными ветвями представлены штаммы холерного вибриона R-варианта (уникальный пульсотип) и штаммы с генотипом *ctxA+tcpA+*, *ctxA-tcpA+*. Внутри данных групп прослеживается кластеризация идентичных и сходных генотипов одновременно в зависимости и от места выделения, и от времени. Данная закономерность установлена в отношении штаммов *V. cholerae*, выделенных в 2013, 2019 гг. из озера Кенон, в 2012, 2015, 2016 гг. из р. Борзя, в 2015 г. из р. Чита. В отдельных случаях группировка идентичных генотипов произошла не только в зависимости от того или иного водного объекта, но и от места отбора проб в различных стационарных точках (например, один генотип, включающий два штамма – р. Борзя автомобильный мост, два



близкородственных генотипа – р. Борзя напротив дач, два генотипа в одном кластере – р. Борзя железнодорожный мост и оз. Харанор). Также прослеживается кластеризация штаммов с идентичными генотипами, связанных разными источниками изоляции возбудителя. Одним генотипом были объединены холерные вибрионы, выделенные из воды и ила из р. Борзя в 2012, 2015, 2016, 2017 гг. В одном случае два изолята *V. cholerae* O1 сероварианта Огава из воды и ила имеют сходный генотип (2016 г.).

Таким образом, в благополучный по холере период на основании макрорестрикционного анализа ДНК штаммов холерного вибриона определена высокая генетическая гетерогенность выделенных из поверхностных водоемов Забайкальского края *V. cholerae* Эль Тор, установлены пространственно-временные закономерности распределения генотипов.

## НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭКТОПАРАЗИТОВ В ПРИРОДНЫХ ОЧАГАХ ЧУМЫ АЙМАКА УВС

Ж. Батцэцэг, Н. Ураншагай, Б. Амгаланбаяр

Национальный центр зоонозных инфекции, Улан-Батор, Монголия

**Аннотация.** Природные очаги чумы аймака Увс разделены на 7 разных по типизации очагов чумы. За 2000–2014 гг. в аймаке собрано 5687 вшей одного вида, 1989 клещей двух видов и 7015 блох 34 видов из шерсти, нор и гнезд носителей. Из них 36,8 % составил *Ctenophyllus hirticrus*, 31,8 % – *Amphalius runatus*. Обилие блох шерсти носителей снижается с конца мая – начала июня и медленно увеличивается в конце июня и июле. Количество блох напрямую коррелировано с плотностью численности носителей ( $r = 0,91$ ). Суслики и пищухи активно участвовали в обмене и распространении блох.

## SOME RESULTS OF STUDYING ECTOPARITES IN THE NATURAL PLAGUE FOCI OF UVS AIMAG

Z. Battsetseg, N. Uranshagay, B. Amgalanbayar

National Center for Zoonotic Diseases, Ulaanbaatar, Mongolia

**Abstract.** Natural plague foci of Uvs aimag are divided into 7 different plague foci by typification. In 2000–2014, 5687 lice of one species, 1989 ticks of two species and 7015 fleas of 34 species were collected from the wool, burrows and nests of carriers in the aimag. Of these, 36.8 % were *Ctenophyllus hirticrus*, 31.8 % – *Amphalius runatus*. The density of fleas on the fur of carriers decreases from the end of May to the beginning of June and gradually increases in late June and July. The number of fleas is directly correlated with the density of the carriers ( $r = 0.91$ ). Ground squirrels and pikas actively participated in the exchange and distribution of fleas.

**Введение.** Природные очаги чумы Монголии известны на территории 131 сумона в 17 аймаках на площади 443,3 тыс. км<sup>2</sup>. Случаи заболевания людей и животных тесно связаны с распространением носителей и переносчиков, их видовым составом, сезоном, характером взаимодействия, образом жизни и общественными факторами, контактом с природными очагами. Блохи являются наиболее хорошо изученными переносчиками чумы в Монголии. Всего в природных очагах чумы Монголии зарегистрировано 210 видов эктопаразитов (блохи 158 видов, 37 родов, 7 семейств; клещи 43 вида, 18 родов, 9 семейств; вши 9 видов, 5 родов и 5 семейств). На сурках и пищухах отмечено 3 вида клещей. В фауне клещей доминировал *I. crenulatus*, на втором месте *D. nuttalli*. Из вшей встречается специфическая вошь сурков *N. palaeartcticus tarbagani*. На сурках обитает 16 видов блох, на сусликах – 22 вида, на пищухах – 25 видов, а также 3 вида клещей и 1 вид вшей. Во входах нор сурков обнаружено 10 видов блох, сусликов – 19 видов, пи-

щух – 13 видов. Динамика численности эктопаразитов на различных территориях изучена недостаточно.

**Цель.** Обобщить и охарактеризовать материалы по составу эктопаразитов на выбранных территориях на основе данных полевого наблюдения.

**Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ паразитологических данных, собранных во время эпизоотологического обследования территории аймака на чуму за 15 лет наблюдений (2000–2014 гг.). Очесано на наличие эктопаразитов 5576 грызунов, зайцеобразных, принадлежащих к 6 видам. Собрано 5687 вшей, 1989 клещей и 7015 блох.

**Результаты и обсуждение.** На территории аймака Увс расположены Монголо-Алтайский, Хан-Хухийский, Алтай-Тагинский, Цалуу-Баянгольский, Хархира-Тургенский, Сагил-Тагнинский и Байрамский очаги. Природные очаги чумы локализуются в сомонах Ундурхангай, Зуунхангай, Ховд, Тариалан, Сагил, Давст и Бухмурэн, занимая площадь 17,5 тыс. км<sup>2</sup>, что составляет 25,1 % всей территории аймака Увс.

В процессе обследовательских работ собрано 5687 вшей, относящихся к 1 виду. Среди сборов 1989 клещей выявлено 3 вида. Микроскопирование 7015 блох позволило идентифицировать 34 вида этих насекомых.

В шерсти 1168 сурков найдено 1 вид вшей, 3 вида клещей, 16 видов блох. На сурках доминировал основной переносчик *O. silantiewi* (64,7 %), *C. tesquorum* (22,5 %), отмечены блохи *C. hirticrus*, *F. hetera*, *N. mana*, *O. alaskensis*, *C. homoeus*, *A. primaris*, *A. runatus*, *P. irritans*, *F. frontalis baikal*, *F. elata*, *R. dahurica*, *F. elatoides*, *C. avicitelli*. Индекс обилия эктопаразитов в шерсти сурков составил 0,7, индекс встречаемости – 39,6 %.

В шерсти суслика зарегистрировано 22 вида блох, 3 вида клещей, 1 вид вшей, из них доминировали *C. tesquorum* (53,6 %), *A. runatus* (33,9 %) и др. Суслик отличается высокой подвижностью, часто использует норы и гнезда других грызунов, что увеличивает вероятность обмена блохами. Индекс обилия эктопаразитов в шерсти суслика составляет 2,0, индекс встречаемости – 69,2 %.

В шерсти пищух зарегистрировано 25 видов блох, 3 вида клещей. Доминируют *C. hirticrus* (33,6 %), *A. runatus*, *C. tesquorum*, *F. hetera*. Отмечена низкая численность таких видов, как *C. tuberculiceps*, *C. subarmatus*, *Ct. dolichus*, *O. praefecta*, *E. oschanini*.

Близкие результаты получены в ходе обследовательских работ в 2005–2008 гг., когда на пищухах доминировали блохи *A. runatus* (32,6–45,0 %), *C. hirticrus* (22,8–36,5 %) и субдоминировали *F. hetera*, *P. scorodumovi*, *R. daurica*, *N. mana* (2,5–15,0 % от всего количества просмотренных блох).

Блохи из входов нор были более многочисленны у суслика, чем у других носителей. Возможно, большее влияние на количество эктопаразитов из этого биотопа оказывали почва, влажность воздуха и сила ветра. Но конкретных данных по влиянию этих факторов недостаточно. Наблюдается высокая численность эктопаразитов в свободных от прокормителей норах, причем блохи без хозяина могут мигрировать непосредственно ко входу норы, либо в ее верхнюю часть. С другой стороны, это может быть связано с миграцией грызунов, сезонно занимающих отдельные типы нор.

За указанный период времени из входов нор сурков определено 452 блохи 12 видов и 19 блох 2 видов из нор пищух. Индекс обилия эктопаразитов составил 0,55, индекс встречаемости – 10,4 %.

**Выводы.** Неспецифические хозяева активно участвуют в обмене эктопаразитами и способствуют их распространению. Изучение численности и динамики эктопаразитов, влияющих на особенности циркуляции возбудителя чумы в природе, важно для обеспечения эпидблагополучия по чуме в Монголии.

# ОЦЕНКА ГОТОВНОСТИ ЦЕНТРОВ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ХУБСУГУЛЬСКОГО АЙМАКА ДЛЯ ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ ЗООНОЗНОЙ ИНФЕКЦИИ

В. Баярдалай

*Центр зоонозных заболеваний, Хубсугульский аймак, Монголия*

**Аннотация.** В Хубсугульском аймаке имеется 151 учреждение здравоохранения, 18,5 % из которых работают на уровне сомонного, сельского и семейного здравоохранения. Обеспеченность медицинскими учреждениями составляет 97,0 % и 66,1 % для семей, тогда как обеспеченность больничными койками в медицинских центрах – 97,7 %, что не достигает международного целевого уровня. Обеспеченность медицинскими кадрами в центрах семейного здоровья недостаточна для достижения международного уровня в 85,4 %. Уровень доступности медицинских услуг в сомонах составляет 71,0 %, в центрах семейной медицины – 60,0 %, что на 40 % ниже международного целевого уровня. Ресурсы и наличие оборудования, необходимого для оказания медицинских услуг, были недостаточными: 73,3 % – в медицинских центрах и 80,0 % – в больницах.

## ASSESSMENT OF THE READINESS OF HEALTHCARE CENTERS OF KHOVSGOL AIMAG TO PROVIDE FIRST AID WHEN A ZOOZOIC INFECTION IS DETECTED

V. Bayardalai

*Center for Zoonotic diseases, Khovsgol aimag, Mongolia*

**Abstract.** There are 151 health care institutions in Khovsgol aimag, 18.5 % of which operate at the soum, village and family health care levels. The provision of health care institutions is 97.0 % and 66.1 % for families, while the provision of hospital beds in health centers is 97.7 %, which does not reach the international target. The adequacy of health personnel in family health centers is insufficient to achieve the international target of 85.4 %. The level of utilization of health services in soums is 71.0 %, in family medicine centers – 60.0 %, which is 40 % below the international target. Resources and availability of equipment necessary for the provision of health services were insufficient: 73.3 % in health centers and 80.0 % in hospitals.

**Введение.** Зоонозные болезни – группа инфекций с высокой летальностью, оказывающих серьезное влияние на здоровье населения, экономику и требующих мер реагирования с участием многих ведомств. Глобализация, стремительное развитие туризма, изменение климата увеличивают актуальность зоонозных заболеваний во всем мире.

В Монголии регистрируется более 30 зоонозных болезней, в том числе ежегодно отмечаются случаи более 10 нозологических форм, а число подозрительных случаев увеличилось в восемь раз по сравнению со средним показателем за предыдущие 10 лет. На территории 24 сомонов Хубсугульского аймака выявлены природные очаги 18 зоонозных инфекций. По результатам общей оценки риска инфекционных болезней в Монголии аймак отнесен к регионам высокой опасности.

**Цель.** Оценить готовность центров первичной медико-санитарной помощи в Хубсугульском аймаке к реагированию на случай возникновения зоонозных болезней.

**Материалы и методы.** При оценке основных показателей качества и доступности семейных, сомонных и сельских центров здравоохранения, оказывающих услуги первичной медико-санитарной помощи, использовали стандартный опросник ВОЗ Service availability and readiness assessment (SARA). Согласно этой методике, основным показателем готовности является показатель адекватности услуг, который оценивается по следующим трем параметрам: индекс инфраструктуры здравоохранения (Health infrastructure index), индекс рабочей силы здравоохранения (Health workforce index), индекс использования услуг (Service utilization index).

Общая готовность, которая отражает наличие необходимых ресурсов и готовность к оказанию медицинских услуг, оценивалась с помощью следующих пяти ключевых показателей: удобство размещения медицинской организации, наличие базового оборудования, наличие диагностических возможностей, готовность к инфекционному контролю, наличие необходимых лекарств.

Также нами был разработан и апробирован чек-лист, включающий 11 показателей для оценки готовности сомонных, сельских и семейных центров здравоохранения.

**Результаты и обсуждение.** В Хубсугульском аймаке имеется 151 учреждение здравоохранения, оказывающее медицинские услуги в 24 сомонах и селах, 15,2 % из которых работают на уровне сомонных и 3,3 % на уровне семьи.

*Оценка адекватности по уходу – показатели инфраструктуры здравоохранения.* По плотности учреждений (2 на 10 тыс. населения) 17,4 % всех обследованных медицинских центров сомонных и всех центров семейного здоровья, а по плотности больничных коек (25 на 10 тыс. населения) 17,4 % медицинских центров сомонных не соответствуют международным целевым показателям.

*Индекс рабочей силы здравоохранения.* По данным статистики за 2023 г., в учреждениях здравоохранения Хубсугульского аймака работают 1348 сотрудников, из них 47,5 % в сомонных и сельских центрах здоровья, обслуживая при этом 68,7 % от общей численности населения аймака, а 5,9 % работают в центрах семейного здоровья на оказании медицинской помощи 31,3 % от общей численности населения. Индекс кадровых ресурсов здравоохранения для центров здоровья сомонных находится на международном целевом уровне, а для центров семейного здоровья он составляет 85,4 %. Тем не менее, по национальным стандартам, в 50,0 % центров первичной медико-санитарной помощи не хватает врачей, а в 46,4 % – медсестер.

*Индекс использования услуг.* За последние три года в центрах первичной медико-санитарной помощи Хубсугульского аймака амбулаторно осмотрено 316 911 человек, госпитализировано 9452 человека, среднее количество койко-дней составило 6,5.

Уровень использования услуг составляет 71,0 % в больницах сомонных и 60,0 % в семейных клиниках, что на 40,0 % ниже международных целевых показателей по оказанию первичной медицинской помощи. Иными словами, на уровне медицинских центров сомонных каждый гражданин посещает врача в среднем 2,5 раза в год, а в семейной больнице – 2,8 раза. Использование амбулаторной помощи составило 50,2 % в сомонных и 60 % в семейных больницах. Плотность стационарных коек была недостаточной в 39,1 % сомонных больниц.

Если сравнивать основные показатели адекватности услуг по оказанию медицинской помощи с международным целевым уровнем, то адекватность услуг по уходу составляет 73,0 % на семейном и 85,0 % на амбулаторном уровне.

*Общая оценка готовности.* Общая готовность оценивалась путем расчета среднего значения следующих показателей. Удобство и комфорт пациентов составляют 67,0 % в сомонах и 65,6 % в домохозяйствах. Так, к централизованному водоснабжению подключено 15,8 % амбулаторий и 40,0 % семейных больниц, центральному отоплению – 36,8 % сомонных и 60,0 % семейных больниц, централизованной системе санитарной дезинфекции – 26,3 % больниц сомонных. Конфиденциальность смотрового кабинета обеспечена в 57,3 % больниц общего профиля, 68,0 % семейных клиник. Доступ для инвалидов колясок имеют 47,7 % сомонных и 40,0 % семейных больниц.

Основным оборудованием снабжено 76,0 % больниц общего профиля, 68,9 % семейных больниц. Достаточный диагностический потенциал имеют 82,8 % больниц общего профиля, 76,0 % семейных клиник. Готовность к инфекционному контролю обеспечена в сомонных больницах на 90,6 %, в семейных больницах на 66,1 %. Необходимыми лекарствами обеспечено в 83,6 % сомонных и 92,4 % семейных больниц.

При оценке готовности центров первичной медико-санитарной помощи на случай возникновения зоонозных инфекций по 11 критериям с использованием контрольного списка готовность больниц составила 80,9 %, а готовность семейных больниц – 80,7 %.

В 28 центрах первичной медико-санитарной помощи в Хубсугульском аймаке в среднем в 44,0–59,6 % случаев наблюдалась недостаточная разработка планов защиты от стихийных бедствий. Для исправления ситуации был разработан и передан во все центры первичной медико-санитарной помощи проект плана защиты, который можно использовать в качестве образца для реагирования на зоонозные заболевания и стихийные бедствия с реализацией двух типов моделей: «Профилактика зоонозных инфекций» и «Осуществление контрмер».

Таким образом, средний показатель адекватности услуг первичной медико-санитарной помощи составляет 73,0 % на уровне семейных больниц и 85,0 % на уровне сомнительных больниц, что является недостаточным и не достигает целевого уровня ВОЗ (100 %). Средний показатель общей готовности составляет 73,3 % на уровне семейных больниц и 80,0 % на уровне сомнительных больниц, что свидетельствует о недостаточной общей готовности медицинских центров Хубсугульского аймака.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЭКСПЕРИМЕНТОРА, РАБОТАЮЩЕГО С ПБА I–II ГРУПП, И СНИЖЕНИЕ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

С. А. Белькова, Т. А. Иванова, В. А. Вишняков

*ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора, Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Проведен анализ эффективности различных типов и модификаций средств индивидуальной защиты, особенностей их эксплуатации при работе с возбудителями инфекционных болезней, и мониторинга физического состояния сотрудников до и после окончания работ с патогенными биологическими агентами (ПБА) I–II групп опасности, направленный на выявление факторов, которые могут спровоцировать возникновение аварийной ситуации. При оценке степени риска возникновения аварий предлагается учитывать комплекс факторов, оказывающих отрицательное воздействие на экспериментатора (плохое самочувствие, усталость, тревога, дискомфорт) и минимизировать его. Результаты работы могут быть использованы в целях обеспечения биологической безопасности при проведении работ с ПБА.

## **IDENTIFICATION OF FACTORS THAT HAVE A NEGATIVE EFFECT ON THE EXPERIMENTER WORKING WITH PATHOGENIC BIOLOGICAL AGENTS OF I–II HAZARD GROUPS AND REDUCTION OF THE RISK OF EMERGENCY SITUATIONS**

S. A. Bel'kova, T. A. Ivanova, V. A. Vishnyakov

*Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** The analysis of the effectiveness of various types and modifications of personal protective equipment, the peculiarities of their operation when working with infectious disease agents, and monitoring of the physical condition of employees before and after the completion of work with pathogenic biological agents (PBA) of I–II hazard groups, aimed at identifying factors that can provoke an emergency situation. When assessing the risk of accidents, a set of factors that have a negative impact on the experimenter (malaise, fatigue, anxiety, discomfort) should be taken into account and minimized. This will serve as a basis for the prevention of accidents and ensuring biological safety during work with PBA.

**Введение.** Соблюдение требований биологической безопасности является обязательным условием при проведении работ с ПБА в лабораториях специализированных учреждений. Этот аспект принципиально важен для обеспечения защиты сотрудников, работающих с ПБА I–II групп опасности, населения и окружающей среды от воздействия биологического фактора. Одним из главных подготовительных этапов к проведению работ с ПБА является правильный выбор средств индивидуальной защиты (СИЗ) и их безопасная комфортная эксплуатация. Не менее важны выявление факторов, которые могут спровоцировать возникновение аварийной ситуации, и оценка возможных рисков. Анализ эффективности различных типов и модификаций СИЗ, особенностей их эксплуатации при работе с возбудителями инфекционных болезней и мониторинг физического состояния сотрудников, работающих с ПБА, позволяют значительно снизить вероятность возникновения аварий.

**Цель.** Выявление факторов, негативно влияющих на сотрудников, выполняющих работу с ПБА I–II групп с применением регламентированных СИЗ, для снижения риска возникновения аварийных ситуаций.

**Материалы и методы.** Для оценки физиологического и психоэмоционального состояния сотрудников, работающих с ПБА, применили два метода: комплексный медико-биологический и социологический. Всего проведено 130 исследований с участием 42 человек трех возрастных групп: 25–35, 36–45, 46–60 лет; по гендерной принадлежности 95,0 % составили женщины, 5,0 % – мужчины. Использовали противочумный костюм (ПЧК) I типа классический бязевый, комбинезон марки «Тайвек», ПЧК Pasteris (ООО «ЛТО», г. Миасс), полнолицевую маску с фильтрами класса P3 или респираторы M3 FFP 3 класса защиты с пластиковыми очками, латексные перчатки повышенной прочности. Ватно-марлевую маску применяли в качестве контрольного СИЗ. Время непрерывной работы в СИЗ составило от 1,5 до 4 ч. Проводилось измерение температуры тела ( $t$ ), артериального давления (АД), частоты сердечных сокращений (ЧСС), оксигенации ( $pO_2$ ) у сотрудников разных возрастных групп до и после проведения манипуляций по заражению и вскрытию лабораторных животных (возбудители чумы, туляремии, бруцеллеза), а также при работе с материалом, подозрительным на зараженность возбудителями бруцеллеза и COVID-19. Для проведения субъективной оценки психоэмоционального и физического состояния была разработана специальная анкета. Анкетирование, опрос и физикальные обследования сотрудников проводили до и после работы с ПБА.

**Результаты и обсуждение.** Исследовано функциональное состояние организма человека, использующего различные типы защитной одежды и СИЗ при работе с ПБА I–II групп опасности, на основании измерений физиологических показателей в покое и во взаимодействии с окружающей средой, по нормам психических реакций, в условиях стационарных лабораторий и лабораторий мобильных комплексов специализированных противоэпидемических бригад (СПЭБ). Сотрудники разных категорий выполняли следующие манипуляции: научные сотрудники и врачи-бактериологи проводили подготовку микробных взвесей ПБА, заражение и вскрытие лабораторных животных, посевы органов на питательные среды, приготовление мазков-отпечатков; врачи-вирусологи – разбор и обеззараживание проб, предположительно содержащих вирус SARS-CoV-2. Лаборанты проводили подготовку микробных взвесей ПБА, оказывали техническую помощь при заражении беспородных белых мышей и морских свинок, вскрывали павших лабораторных животных, проводили посевы органов, готовили мазки-отпечатки, хлороформировали выживших в эксперименте животных, обеззараживали медицинские отходы класса B и внутреннюю поверхность боксов микробиологической безопасности (БМБ). Дезинфекторы осуществляли уход за лабораторными животными в период наблюдения, проводили дезинфекцию и уборку помещений и емкостей для содержания животных.

На основании данных анкетирования и опроса установлено, что до начала работы сотрудники оценивали свое психоэмоциональное и физическое состояние на высоком уровне (9–10 баллов по шкале 1–10 баллов), после завершения работы отмечали изменения в виде снижения уровня физического состояния на 1–2 балла и настроения на 2–4 балла от первоначальных показателей. Показатель утомления увеличивался на 1–2 балла, состояние тревожности не возникало. При выполнении сотрудниками непрерывной работы, связанной с заражением лабораторных животных ПБА I–II групп в течение 1,5 ч в СИЗ (бязевый ПЧК, полнолицевая маска с фильтрами FFP3 или аналогичные СИЗ) зафиксированы объективные изменения физиологических показателей: у врачей-бактериологов повышалась  $t$  на 0,3–0,5 °С, АД возрастало на 0–6 мм рт. ст., ЧСС увеличивалась на 5–30 уд/мин,  $pO_2$  понижалась на 0–5 %; у лаборантов температура повышалась на 0,3 °С, АД повышалось на 2–8 мм рт. ст., ЧСС увеличивалась на 12 уд/мин,  $pO_2$  понижалась на 1 %. При аналогичном временном периоде работы сотрудников в СИЗ с материалом, предположительно содержащим вирус SARS-CoV-2, зарегистрировано подобное изменение физиологических показателей. Работа длительностью 20–40 мин в БМБ III класса с применением ПЧК II типа не приводила к изменениям в психоэмоциональном и физическом состоянии, объективный статус до и после работы практически не менялся. При опросе сотрудников, выполнявших бактериологическую работу и ПЦР-исследования в лабораториях мобильного комплекса СПЭБ на базе автошасси в комплексах типа «Тайвек» (аналог ПЧК I типа) в течение 2–2,5 ч жалоб на самочувствие не поступало, физиологические параметры колебались в пределах допустимых значений, анкетирование не проводилось. Ежедневно выполняемые лаборантами и дезинфекторами манипуляции (просмотр, кормление зараженных животных, изъятие трупов, обеззараживание помещений) в течение 1,5–2 ч в ПЧК I типа не вызывали резких изменений физического состояния: температура тела повышалась не более чем на 0,1 °С, АД увеличивалось на 1–3 мм рт. ст., ЧСС – на 1–5 уд/мин,  $pO_2$  снижалась на 0–3 %. В целом тип и комплектация СИЗ не влияли на работоспособность и самочувствие.

Выявлено, что на изменение физиологических показателей и психоэмоционального фона работающих с ПБА сотрудников в значительной степени влияют исходное общее самочувствие, настроение, темперамент (индивидуальная утомляемость при монотонной сидячей работе), степень усталости и тревоги до начала работы, характер работы и уровень подготовки к ней, соблюдение требований к показателям микроклимата помещения (температура, влажность, кратность воздухообмена), работа в вечернее и ночное время. Отмечается, что при частом, рутинном выполнении сотрудниками определенной работы манипуляции отрабатываются до автоматизма и риск совершения аварии значительно снижается при условии сохранения концентрации внимания.

Анализ эффективности различных типов и модификаций СИЗ, особенностей их эксплуатации при работе с возбудителями инфекционных болезней показал, что все использованные в работе СИЗ пригодны для выполнения работ с ПБА I–II групп опасности, обеспечивают качественную защиту и не оказывают отрицательного воздействия на изменение физического состояния сотрудников лаборатории. При оценке степени риска возникновения аварийных ситуаций следует учитывать комплекс факторов, оказывающих прямое и косвенное негативное воздействие на работающих, и минимизировать его. Результаты работы могут быть использованы в целях обеспечения биологической безопасности при проведении работ с ПБА.

# МОЛЕКУЛЯРНОЕ ТИПИРОВАНИЕ ШТАММА *BURKHOLDERIA MALLEI*, ВЫДЕЛЕННОГО В 2023 ГОДУ

О. С. Бондарева, М. Л. Леденева, Д. В. Устинов, И. Б. Захарова

ФКУЗ Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Волгоград, Россия

**Аннотация.** Проведено молекулярное типирование штамма *Burkholderia mallei*, изолированного от лошади из Забайкальского края в 2023 г. Определены DFR- и MLVA-профили исследованного штамма. Полученные результаты сопоставлены с данными штаммов из коллекции ФКУЗ Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт и профилями 39 штаммов *B. mallei* различного географического происхождения из базы данных GenBank NCBI. Показано, что штамм возбудителя сапа, выделенный в 2023 г., входит в один кластер со штаммами *B. mallei* из России, Монголии, Китая и Югославии.

## MOLECULAR TYPING OF THE *BURKHOLDERIA MALLEI* STRAIN ISOLATED IN 2023

O. S. Bondareva, M. L. Ledenyova, D. V. Ustinov, I. B. Zaharova

Volgograd Research Anti-Plague Institute, Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** Molecular typing of the *Burkholderia mallei* strain isolated from a horse from the Trans-Baikal region in 2023 was carried out. The DFR and MLVA profile of the studied strain was determined. The results obtained were compared with data from the strains collection of the Volgograd Plague Control Research Institute and profiles of 39 *B. mallei* strains of various geographical origins from the GenBank NCBI database. It was shown that *B. mallei* strain isolated in 2023 belongs to a cluster with *B. mallei* strains from Russia, Mongolia, China and Yugoslavia.

**Введение.** Бактерия *Burkholderia mallei* является возбудителем опасного зооантропонозного инфекционного заболевания – сапа. Резервуаром и основным источником заражения для человека являются больные животные, преимущественно непарнокопытные (лошади, ослы, мулы). На территории Забайкальского края в 2023 г. среди лошадей «Читинской государственной заводской конюшни с ипподромом им. Хосаена Хакимова» произошла локальная вспышка сапа. Секционный материал от 4 лошадей был направлен ФКУЗ Читинская противочумная станция Роспотребнадзора для исследования в Референс-центр по мониторингу за возбудителями сапа и мелиоидоза, действующий на базе ФКУЗ Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора, где был выделен и идентифицирован штамм *B. mallei* 16050. Применение методов типирования на основе дифференцирующих регионов генома (Different Region Analysis, DFR) и мультилокусного анализа числа варибельных тандемных повторов – MLVA (Multiple-Locus Variable Number Tandem Repeat Analysis) позволит в короткие сроки определить генетический профиль исследуемого штамма для поиска источника его происхождения.

**Цель.** Определение DFR- и MLVA-профилей штамма *B. mallei* 16050 и их последующее сравнение с генетическими профилями штаммов возбудителя сапа из GenBank NCBI.

**Материалы и методы.** Исследованы нуклеотидные последовательности штамма *B. mallei* 16050, выделенного в 2023 г., 14 штаммов возбудителя сапа из коллекции ФКУЗ Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора и 39 штаммов *B. mallei* из базы данных GenBank NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome>). DFR-типирование проводили по 9 фрагментам (BmVAT1, BmVAT2, BmVAT3, BmVAT4, BmVAT5, BmVAT6, BmVAT7, BmVAT8, BmVAT9). ПЦР-РВ осуществляли на амплификаторе детектирующем ДТлайт («ООО ДНК-Технология», Рос-



сия). Для определения генетического профиля (DFR-типа) результаты амплификации по исследуемым локусам конвертировали в двоичную матрицу, в которой наличие ампликона обозначалось «1», а его отсутствие – «0». MLVA проводили в соответствии с 4-локусной схемой (S389k, S1788k, L933k и L2341k) (Currie et al. 2009). Секвенирование генома штамма *B. mallei* 16050 осуществляли на платформе Illumina MiSeq. VNTR-профиль определяли как совокупность аллельных вариантов каждого локуса и представляли в виде числового паттерна количества повторов по локусам S389k-S1788k-L933k-L2341k. Кластерный анализ проводили при помощи программ FAMD v1.31 и Mega v11.0.11 с использованием коэффициента генетической дистанции Жаккарда (GDJaccard) и алгоритма объединения ближайших соседей (Neighbor-Joining, NJ).

**Результаты и обсуждение.** Для углубленного анализа штамма *B. mallei* 16050 с помощью DFR-типирования провели серию полимеразных цепных реакций с праймерами, фланкирующими девять дифференцирующих регионов генома. На основе результатов амплификации DFR-локусов у штамма *B. mallei* 16050 установлен профиль «110111111». Сопоставление полученных результатов с генетическими профилями штаммов возбудителя сапа из коллекции ФКУЗ Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора показало, что этот же DFR-тип обнаружен у *B. mallei* Ц-4 и *B. mallei* Ц-5 (выделены в Монголии в 1967 г.) и *B. mallei* В-120 (выделен в г. Улан-Удэ в 1985 г. от лошадей, поставленных из Монголии).

Для проведения внутривидового MLVA-типирования были проанализированы геномы штамма *B. mallei* из Читы и штаммов возбудителя сапа, представленные в GenBank NCBI. Анализ числа вариабельных тандемных повторов на основе 4-локусной MLVA-схемы показал, что штамм *B. mallei* 16050 имел профиль «4-5-5-2».

При проведении кластерного анализа штамм *B. mallei* 16050 из Читы образовывал на дендрограмме подкластер, включающий штаммы *B. mallei* SCPM-O-B-4686, SCPM-O-B-4682, SCPM-O-B-4683, SCPM-O-B-7146, SCPM-O-B-4684. Перечисленные номера штаммов государственной коллекции патогенных микроорганизмов и клеточных культур (ГКПМ-Оболенск) принадлежат штаммам Z12 (Югославия), Ц-4, Ц-5 (Монголия), В-120 (г. Улан-Удэ), 10230 (нет данных), соответственно. Данная группа штаммов имела сходный генетический профиль («4-5-L933k-2») с отличием в числе повторов в локусе L933k. Штаммы *B. mallei* 16050, Z12 и Ц-4 сформировали отдельные ветви, а штаммы *B. mallei* Ц-5, В-120 и 10230 расположены на одной ветви.

Штаммы *B. mallei* ВМ-1, ВМ-5, ВМ-6 (Китай) вошли в соседний подкластер и отличались от MLVA-профиля штамма *B. mallei* 16050 по локусу L933k. Штамм *B. mallei* ВМ-4 (Китай) имел уникальный профиль «4-6-6-2» и сформировал отдельную ветвь.

Необходимо отметить, что локус L933k являлся наиболее вариабельным, а его полиморфизм определялся варьирующим числом совершенных тандемных повторов, такие локусы в отличие от вырожденных повторов чаще подвержены изменению длины в ответ на действие внешних факторов.

Таким образом, сходные результаты, полученные двумя различными методами внутривидового типирования (DFR и MLVA) свидетельствуют о филогенетической близости штамма *B. mallei* 16050 со штаммами из Монголии. Для более полного понимания филогенетических связей между штаммами данного региона необходимо проведение анализа по дополнительным локусам, а также пополнение генетических баз данных нуклеотидными последовательностями штаммов возбудителя сапа из Монголии и Дальнего Востока.

# РАНЖИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ АЛТАЙСКОГО РЕГИОНА ПО СТЕПЕНИ АКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ ОЧАГОВ ТУЛЯРЕМИИ

М. А. Борзенко<sup>1</sup>, Е. С. Куликалова<sup>1</sup>, И. Д. Зарва<sup>2</sup>, А. В. Мазепа<sup>1</sup>,  
А. К. Сынгеева<sup>1</sup>, К. В. Наумова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Иркутск, Россия

**Аннотация.** Туляремия – зоонозная природноочаговая бактериальная инфекция, вызываемая *Francisella tularensis*. Заболевание характеризуется стопроцентной восприимчивостью неиммунных людей, тяжестью течения, множеством путей передачи и устойчивостью возбудителя во внешней среде. В Алтайском регионе располагаются природные очаги туляремии предгорно-ручьевого и пойменно-болотного типов, ежегодно выделяются штаммы туляремийного микроба, регистрируются положительные серологические находки, а также заболевания людей. Ранжирование территории Алтая по степени активности природных очагов позволило определить пять районов и два городских округа с высокой, 11 – со средней и 21 район с низкой активностью.

## RANKING OF TERRITORIES OF THE ALTAI REGION BY DEGREE OF ACTIVITY OF TULAREMIA NATURAL FOCI

M. A. Borzenko<sup>1</sup>, E. S. Kulikalova<sup>1</sup>, I. D. Zarva<sup>2</sup>, A. V. Mazepa<sup>1</sup>, A. K. Syngeeva<sup>1</sup>,  
K. V. Naumova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** Tularemia is a zoonotic natural focal bacterial infection, the pathogen of which is *Francisella tularensis*. The disease is characterized by 100 % susceptibility of non-immune people, the severity of the course, a variety of transmission routes and the resistance of the pathogen in the external environment. In the Altai region, strains of the tularemia pathogen are isolated annually, positive serological studies are registered, as well as human diseases. The study area contains natural foci of tularemia of the foothill-stream and floodplain-marsh types. Ranking the territory according to the degree of activity of natural foci of tularemia in the Altai region made it possible to identify five districts and two urban districts with high activity, 11 – with medium and 21 districts with low activity.

**Введение.** Туляремия – зоонозная природноочаговая бактериальная инфекция, которая характеризуется стопроцентной восприимчивостью неиммунных людей, тяжестью течения, множеством путей передачи. Возбудитель туляремии *Francisella tularensis* относится ко II группе патогенности, отличается устойчивостью во внешней среде, в том числе при низких температурах. Природные очаги туляремии зарегистрированы во всех федеральных округах РФ, в том числе Сибирском (Кудрявцева и др., 2020). На территории Алтайского региона, в который входят Алтайский край (АК) и Республика Алтай (РА), располагаются природные очаги предгорно-ручьевого и пойменно-болотного типов с различной степенью активности. Не исключено наличие очагов высокогорного и лесного типов.

**Цель.** Провести ранжирование территорий Алтайского региона по степени активности природных очагов туляремии.

**Материалы и методы.** Использованы первичные документы ФКУЗ Алтайская противочумная станция Роспотребнадзора, материалы государственных докладов Управлений Роспотребнадзора по Республике Алтай и Алтайскому краю, литературные источники. Проведен ретроспективный анализ заболеваемости среди людей в период 2000–2023 гг., эпизоотических проявлений туляремии у млекопитающих, эктопаразитов, обна-

ружения возбудителя в объектах окружающей среды в 1955–2023 гг., результатов серологических исследований (РНГА) в 2020–2023 гг., молекулярно-генетических исследований материала за 2000–2023 гг. Оценка активности природных очагов туляремии в Алтайском регионе осуществлена с применением ГИС-технологий. Ранжирование административных территорий Алтая по заболеваемости населения проводилось при помощи метода квартилей.

**Результаты и обсуждение.** Активность природных очагов туляремии на исследуемой территории определяется на основе нескольких показателей: регистрация случаев заболевания среди людей; наличие антител к возбудителю в пробах клинического и биологического материала; наличие антигена и ДНК возбудителя у переносчиков инфекции; обнаружение ДНК и антигена в пробах из объектов окружающей среды, а также изоляция штаммов туляремийного микроба из этих объектов.

При анализе данных о заболеваемости людей за 2000–2023 гг. установлено, что максимальное количество больных туляремией выявлено в г. Горно-Алтайске (19 чел., 67,9 % от заболевших в регионе) и в Майминском районе (семь, 25,0 %) РА. В АК три случая (15,0 %) отмечены в г. Барнауле, по два случая (10,0 %) в Алтайском, Крутихинском и Смоленском районах.

В ходе мониторинга на территории РА с 1955 по 2023 гг. изолирован 371 штамм *F. tularensis*, наибольшее количество – 277 (74,7 % от выделенных штаммов в республике) в Майминском, 85 (22,9 %) в Чойском районах. В АК выделено 335 штаммов туляремийного микроба, из них 86 (25,7 %) изолятов в Красногорском, 75 (22,4 %) в Солтонском и 57 (17,0 %) в Советском районах, остальные в единичном количестве в ряде других районов.

Максимальное количество положительных серологических реакций в 2020–2023 гг. зарегистрировано в АК в Алтайском, Усть-Пристанском и Каменском районах, а также в г. Барнауле, в основном от мелких млекопитающих: сибирской красной полевки (*Clethrionomys rutilus*), лесной мыши (*Apodemus uralensis*) и обыкновенной землеройки (*Sorex araneus*). Положительные серологические реакции в РА не зафиксированы.

Методом ПЦР в 2020–2023 гг. выявлены шесть положительных проб в Алтайском и Красногорском районах АК (три от мелких млекопитающих и по одной из ила, воды и эктопаразита). Большинство положительных результатов в РА зафиксированы в Майминском и Чойском районах: из 36 проб две от мелких млекопитающих, остальные от клещей.

При ранжировании муниципальных образований Алтая по заболеваемости населения туляремией при помощи метода квартилей к территориям с высокой степенью риска отнесены 15 районов (Змеиногорский, Красногорский, Третьяковский, Чарышский, Солтонский, Бийский, Косихинский, Залесовский, Целинный, Советский, Усть-Калманский, Шипуновский, Первомайский, Майминский, Чойский), а также городские округа Горно-Алтайск и Барнаул; со средней степенью риска – 27 районов, умеренной – 15.

По комплексу показателей эпизоотической активности в сочетании с эпидемиологической ситуацией в природных очагах предгорно-ручьевого типа высокоактивными являются территории городского округа Горно-Алтайск, Майминского и Чойского районов РА; Красногорского, Советского и Солтонского районов АК. В очагах пойменно-болотного типа высокоактивными являются территории г. Барнаула и Советского района АК. Большинство случаев туляремии у людей регистрируется на стыке АК и РА, а также на севере – у границы с Новосибирской областью, эндемичной по этой нозологии.

В целом регистрация туляремии среди населения, изоляция штаммов возбудителя и обнаружение его детерминант в объектах окружающей среды свидетельствуют о высоком эпидемическом потенциале природных очагов в Алтайском регионе.

Ранжирование территории по степени активности природных очагов туляремии на Алтае позволило определить пять районов и два городских округа с высокой, 11 со средней и 21 район с низкой активностью. Результаты ранжирования могут быть использованы при определении необходимого объема профилактических мероприятий, в том числе эпидемиологических показаний к вакцинации населения, в конкретных муниципальных образованиях.

# РЕЗУЛЬТАТЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ХОЛЕРЫ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ В ЭПИДСЕЗОН 2023 ГОДА

В. П. Борзов, П. В. Иванова, Н. С. Гордейко

*ФКУЗ Приморская противочумная станция Роспотребнадзора, Уссурийск, Россия*

**Аннотация.** Территориальная близость Приморского края к странам Азиатско-Тихоокеанского региона обуславливает высокий риск завоза холеры в субъект и необходимость проведения микробиологических исследований проб поверхностных водоемов на наличие в них возбудителя холеры. За эпидсезон 2023 г. специалистами Приморской противочумной станции исследованы 1360 проб поверхностных водоемов с бактериологической изоляцией 96 культур *Vibrio cholerae* не O1/O139 серогруппы.

## RESULTS OF MICROBIOLOGICAL MONITORING OF CHOLERA IN ENVIRONMENTAL OBJECTS IN PRIMORSKY KRAI IN THE 2023 SEASON

V. P. Borzov, P. V. Ivanova, N. S. Gordeiko

*Primorye Anti-Plague Station, Ussuriysk, Russian Federation*

**Abstract.** The territorial proximity of Primorsky Krai to the countries of the Asia-Pacific region determines the high risk of importation of cholera into the subject and the need to conduct microbiological studies of samples of surface water bodies for the presence of the cholera pathogen in them. During the 2023 epidemic season, specialists of the Primorskaya Anti-Plague Station conducted studies of 1,360 samples of surface water with bacteriological isolation of 96 cultures of *V. cholerae* non-O1/non-O139 serogroup.

**Введение.** Актуальность проблемы завоза и распространения холеры на территорию Приморья обуславливается ее географическим положением, а территория Приморского края может рассматриваться как территория риска, являющаяся «входными воротами инфекции» из эндемичных по холере стран Азиатско-Тихоокеанского региона (Мурначев, 2005).

По степени эпидемических проявлений холеры в соответствии с СанПиН 3.33686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней» (разд. XXV «Профилактика холеры») Приморский край отнесен ко второму типу. Последние эпидосложнения по холере в субъекте зарегистрированы в 1999 г., когда произошло накопление возбудителя в поверхностных водоемах, которое привело к инфицированию людей, использовавших воду водоемов для хозяйственно-бытовых нужд (Онищенко, 2000). Стоит отметить, что нетоксигенный холерный вибрион в поверхностных водоемах Приморского края обнаруживается с 1976 г. (Мурначев, 2009).

**Результаты и обсуждение.** Мониторинг вибриофлоры поверхностных водоемов на территории края осуществляется с июня по сентябрь и проводится силами специалистов Приморской противочумной станции и Центра гигиены и эпидемиологии в Приморском крае. Исследованию подвергаются пробы воды и ила, отобранные в стационарных точках в зонах санитарной охраны водных объектов, в местах организованного и неорганизованного рекреационного водопользования, на трансграничных водоемах и в местах сброса хозяйственно-бытовых сточных вод. На все стационарные точки заведены паспорта с применением ГИС технологий, дополнительные точки определяются Управлением Роспотребнадзора по Приморскому краю в зависимости от сложившейся эпидемической ситуации по холере. За Приморской противочумной станцией закреплено 75 стационарных точек, из которых 9 расположены в зонах санитарной охраны, 11 – в зоне организованной рекреации, 42 – в зоне неорганизованной рекреации, 13 – в местах сброса сточ-

ных вод. Перед началом сезона мониторинга составляется график отбора проб воды, где определены сроки отбора, исполнители, маршруты движения автотранспорта, время, затраченное на отбор и доставку проб. Проводится предварительный инструктаж с пробоотборщиками о порядке отбора и доставке материала в лабораторию. При первом выезде на отборе проб воды присутствует врач, который уточняет место отбора проб. При этом учитывается линия уреза и скорость движения воды, наличие мелких заливов и впадин в береговой линии, присутствие водорослей, ила и гидробионтов.

В ходе мониторинга поверхностных водоемов края в сезон 2023 г. специалистами Приморской противочумной станции отобрано 1360 проб воды и ила (1296 проб воды, 64 пробы ила). Наибольший удельный вес исследованных проб приходится на пробы, отобранные в зоне неорганизованной рекреации (57,3 %) и в местах сброса сточных вод (16,8 %). На наличие галофильных микроорганизмов рода *Vibrio* исследованы 934 пробы.

В результате мониторинга вибриофлоры в 2023 г. из поверхностных водоемов изолировано 96 штаммов холерного вибриона не O1/O139 серогруппы, из которых 13 изолировано из проб, отобранных в зоне санитарной охраны, 27 – в местах сброса сточных вод, 56 – в зонах организованной и неорганизованной рекреации. Также из проб воды изолировано 289 штаммов галофильных микроорганизмов. Кроме этого, осуществлена идентификация культуры *V. cholerae* O1 серогруппы Инаба сероварианта, выделенной специалистами Центра гигиены и эпидемиологии в Приморском крае из воды р. Гладкая в пос. Зарубино Хасанского района.

В 2024 г. по поручениям Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека изменены сроки мониторинговых исследований поверхностных водоемов на вибриофлору в стационарных точках и добавлены дополнительные точки в портовых городах: Владивосток (морской порт Владивосток), Находка (морской порт Находка) для оперативного выявления источников контаминации.

Таким образом, результаты микробиологического мониторинга вибриофлоры поверхностных водоемов Приморского края свидетельствуют о наличии благоприятных условий для циркуляции возбудителя холеры в случае его заноса. Значительное количество выделенных культур приходится на галофильные вибрионы *V. parahaemolyticus* и *V. alginolyticus*, являющиеся аутохтонной вибриофлорой морских водоемов и значимых в региональной инфекционной патологии.

# IN SILICO АНАЛИЗ РАЗНООБРАЗИЯ СТРУКТУР CRISPR-CAS СИСТЕМ В ГЕНОМАХ *SALMONELLA ENTERICA* И ДЕТЕКТИРУЕМЫХ ИМИ ФАГОВ

А. Ю. Борисенко<sup>1</sup>, Ю. П. Джиоев<sup>1</sup>, С. В. Эрдынеев<sup>1,6</sup>, Н. А. Арефьева<sup>1,2,3,6</sup>,  
Ю. С. Букин<sup>3,4</sup>, Д. А. Антипин<sup>1</sup>, К. Б. Кахиани<sup>1</sup>, А. Э. Макарова<sup>1</sup>, В. И. Злобин<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека, Иркутск, Россия

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», Иркутск, Россия

<sup>4</sup>Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Россия

<sup>5</sup>Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалеи,  
Москва, Россия

<sup>6</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

**Аннотация.** Серовары *Salmonella enterica* играют ведущую роль в развитии пищевых патологий у человека. Посредством методов *in silico* (геномики и биоинформатики) оценивалось разнообразие CRISPR/Cas-систем в геномах штаммов *S. enterica* и в детектируемых ими фагов. Был выявлен один тип CRISPR/Cas системы: I-E и наличие в них генов белков: Cas1, Cas2, Cas3, Cas5, Cas6, Cas7, Cse1, Cse2. Повторы в CRISPR-кассетах варьировали до 29 пар нуклеотидов. Большинство фагов относились к бактериям родов: *Salmonella* – 68,0 %, *Escherichia* – 18,0 %, *Enterobacter* – 9,0 %. Однородность CRISPR/Cas-систем и укоренению CAS-типа I-E в геномах можно объяснить их активным участием в межвидовой передаче этих CRISPR-систем.

## IN SILICO ANALYSIS OF STRUCTURAL DIVERSITY OF CRISPR-CAS SYSTEMS IN *SALMONELLA ENTERICA* GENOMES AND DETECTED PHAGES

A. Yu. Borisenko<sup>1</sup>, Yu. P. Dzhioev<sup>1</sup>, S. V. Erdyneev<sup>1,6</sup>, N. A. Arefieva<sup>1,2,3,6</sup>,  
Yu. S. Bukin<sup>3,4</sup>, D. A. Antipin<sup>1</sup>, K. B. Kakhiani<sup>1</sup>, A. E. Makarova<sup>1</sup>, V. I. Zlobin<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Scientific Center for Family Health and Human Reproduction, Irkutsk, Russian Federation

<sup>3</sup>Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

<sup>4</sup>Limnological Institute SB RAS, Irkutsk, Russian Federation

<sup>5</sup>Gamaleya Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Moscow, Russian Federation

<sup>6</sup>Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** *Salmonella enterica* serovars play a leading role in the development of foodborne pathology in humans. Using *in silico* methods (genomics and bioinformatics), the diversity of CRISPR/Cas systems in the genomes of *S. enterica* strains and in the phages, they detect was assessed. One type of CRISPR/Cas system was identified: I-E and the presence of protein genes in them: Cas1, Cas2, Cas3, Cas5, Cas6, Cas7, Cse1, Cse2. Repeats in CRISPR cassettes varied up to 29 nucleotide pairs. Most phages belonged to bacteria of the genera: *Salmonella* – 68.0 %, *Escherichia* – 18.0 %, *Enterobacter* – 9.0 %. The homogeneity of CRISPR/Cas systems and the rooting of CAS type I-E in genomes can be explained by their active participation in the inter-species transfer of these CRISPR systems.

**Введение.** Род *Salmonella* – факультативно-анаэробные грамотрицательные бактерии из семейства *Enterobacteriaceae*, включающие два вида: *S. bongori* и *S. enterica*. Первый встречается преимущественно у хладнокровных животных. Второй состоит из 6 подвидов и более 2600 сероваров, 99 % которых могут вызывать сальмонеллёзы у животных и людей (Feasey et al., 2012). Сальмонеллёзы занимают третье место по числу смертей среди заболеваний, передающихся через пищу от домашних животных и птиц (Majowicz et al., 2010). Многие серовары *S. enterica* приобрели множественную лекарственную устойчивость к современным антибиотикам (Павлова и др., 2021). В этой связи

вновь актуальным становится вопрос о применении против патогенных бактерий с МЛЮ фаготерапии (Luong et al., 2020). Существуют варианты лабораторного скрининга литических фагов против бактериальных патогенов, но они не основаны на знаниях молекулярно-геномных механизмов взаимодействия между бактериями и фагами. Сегодня известно, что ключевую роль в этих взаимодействиях играют системы CRISPR-Cas у бактерий и anti-CRISPR-Cas у фагов (Bhokisham et al., 2023). Поэтому для разработки современных методов фаготерапии необходимы фундаментальные знания структурно-функциональных особенностей CRISPR-Cas систем как в бактериях, так и в фагах. Уже сегодня методы геномики и биоинформатики позволяют моделировать процессы антагонизма между бактериями и фагами. Эти процессы в основном определяются через спейсерные последовательности в CRISPR-кассетах, комплементарные протоспейсерным последовательностям в фагах (Борисенко и др., 2023). CRISPR-Cas системы *S. enterica* мало изучены из-за большого разнообразия сероваров. Также практически отсутствует информация о структурах CRISPR-Cas систем в фагах, которые обнаруживаются через спейсеры CRISPR-кассет бактерий.

**Цель.** Провести сравнительный *in silico* анализ разнообразия систем CRISPR-Cas в геномах штаммов *S. enterica* из базы данных NCBI и детектируемых ими фагах.

**Материалы и методы.** Выборка состояла из геномов 449 штаммов *S. enterica* из базы данных GenBank (NCBI), которые были представлены 12 различными сероварами. Для поиска локусов и структур CRISPR-Cas-систем и детектируемых ими фагов использовали программы из нескольких методов геномики и биоинформатики: 1) MacSyFinder и CRISPI: aCRISPR Interactive database, 2) CRISPRTool, 3) CRISPRFinder, 4) CRISPRDetect, 5) CRISPRTarget, 6) Mycobacteriophage Database, 7) Phages database.

**Результаты и обсуждение.** В ходе анализа геномов штаммов *S. enterica* было установлено, что их CRISPR-Cas система относится к типу I-E. Обнаружены гены Cas-белков: Cas1, Cas2, Cas3, Cas5, Cas6, Cas7, Cse1, Cse2. Результаты считались достоверными при совпадении повторов и спейсеров, выявленных двумя и более программами. Все штаммы содержали *cas*-гены и CRISPR-касеты, количество которых варьировалось от 1 до 3, а число спейсеров – от 8 до 30. Повторы составляли от 27 до 29 нуклеотидов. Детекция протоспейсеров фагов через спейсеры в CRISPR-кассетах позволила определить устойчивость штаммов *S. enterica* к специфичным фагам. На основе данных о CRISPR-Cas системах других бактерий и механизме защиты одного спейсера от разных фагов было проведено сравнение гомологии спейсеров и протоспейсеров фагов. Обнаружено совпадение различных протоспейсеров в каждой спейсерной последовательности. Установлено, что наибольшее генетическое влияние на исследуемые штаммы оказывали фаги родов *Salmonella* (68,0 %), *Escherichia* (18,0 %) и *Enterobacter* (9,0 %). Разнообразие фагов, соответствующих спейсерам в CRISPR-кассетах штаммов *S. enterica*, можно рассматривать как результат эволюционного отбора в антагонистических взаимоотношениях между бактериями и фагами через их CRISPR-Cas и анти-CRISPR системы.

**Заключение.** На основе результатов исследования мы считаем, что выбор целевого фага для лечения должен учитывать анализ геномов фагов через спейсерные последовательности в CRISPR-кассетах исследуемых бактерий. Показано, что даже небольшие отличия в нуклеотидной последовательности спейсера могут указывать на другой фаг. Стоит уделить внимание тому факту, что применение фаговых препаратов, содержащих комплементарные фрагменты к спейсерам у патогенного штамма бактерии, приведет к уничтожению фага, следствием которого станет неэффективное лечение инфекции, вызываемое этим патогеном. Также может выработаться эволюционная устойчивость к конкретному фагу этого штамма бактерий через их CRISPR-Cas системы. Результаты работы позволяют исключать варианты полного нуклеотидного совпадения последовательностей спейсеров в CRISPR-кассетах бактерий с последовательностями протоспейсеров фагов. Это будет способствовать скринингу целевых фагов, что станет надёжным залогом разработки эффективной терапии и успешного лечения инфекций, вызываемых *S. enterica*.

*Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 23-25-00520).*

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИФА ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ НАСЕЛЕНИЯ НА ЛЕПТОСПИРОЗ

Н. В. Бренёва<sup>1</sup>, С. Е. Будаева<sup>1</sup>, Е. В. Юсуф<sup>2</sup>, Н. А. Остапенко<sup>2</sup>, Л. И. Беляева<sup>2</sup>,  
Н. М. Файзуллина<sup>2</sup>, И. И. Козлова<sup>2</sup>, Е. Э. Нечаева<sup>3</sup>, И. В. Кудрявцева<sup>3</sup>,  
М. Г. Соловьева<sup>3</sup>, А. Н. Пережогин<sup>1</sup>, С. В. Балахонов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Центр гигиены и эпидемиологии в Ханты-Мансийском автономном округе Югре,  
Ханты-Мансийск, Россия

<sup>3</sup>Управление Роспотребнадзора по Ханты-Мансийскому автономному округу Югре,  
Ханты-Мансийск, Россия

**Аннотация.** Проведено серологическое обследование шести больных лептоспирозом, 214 лиц, контактировавших с животными в эпизоотических очагах Ханты-Мансийского автономного округа Югры, Иркутской области и Республики Бурятия, с использованием иммуноферментного анализа (ИФА) и реакции микроскопической агглютинации (РМА). Методом ИФА проведен серологический скрининг здорового населения Иркутской области ( $n = 208$ ). У больных лептоспирозом и контактных с животными преимущественно обнаруживались специфические IgM, положительные результаты ИФА совпадали с РМА в половине случаев. У здоровых людей IgM не обнаружены, IgG выявлялись с частотой, сравнимой с группой контактных лиц. ИФА перспективен для диагностики и скрининговых исследований на лептоспироз. Для этого остро необходимы зарегистрированные отечественные тест-системы.

## THE USE OF ELISA IN POPULATION SURVEYS FOR LEPTOSPIROSIS

N. V. Breneva<sup>1</sup>, S. E. Budaeva<sup>1</sup>, E. V. Iusuf<sup>2</sup>, N. A. Ostapenko<sup>2</sup>, L. I. Belyaeva<sup>2</sup>,  
N. M. Faizullina<sup>2</sup>, I. I. Kozlova<sup>2</sup>, E. E. Nechaeva<sup>3</sup>, I. V. Kudryavtseva<sup>3</sup>,  
M. G. Solovieva<sup>3</sup>, A. N. Perezhugin<sup>1</sup>, S. V. Balakhonov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Center for Hygiene and Epidemiology in Khanty-Mansi Autonomous Okrug Ugra,  
Khanty-Mansiysk, Russian Federation

<sup>3</sup>Khanty-Mansi Autonomous Okrug Ugra Office of the Federal Service for Surveillance over Consumer Rights  
Protection and Human Wellbeing, Khanty-Mansiysk, Russian Federation

**Abstract.** Using enzyme immunoassay (ELISA) and microscopic agglutination test (MAT), a serological study of six leptospirosis patients and 214 people who have been in contact with animals in epizootic foci of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra, Irkutsk Region, and the Republic of Buryatia was conducted. Serological screening of the healthy population of the Irkutsk region ( $n = 208$ ) was carried out by ELISA. In patients with leptospirosis and who have been in contact with animals, specific IgM was predominantly detected, positive ELISA results coincided with MAT in half of the cases. Healthy individuals did not show any signs of IgM, IgG was detected with a frequency comparable to that of the contact group. ELISA demonstrates a potential in leptospirosis diagnosis and screening. For this, registered national test systems are urgently needed.

**Введение.** Лептоспироз – широко распространенный в мире зооноз, который присутствует на всех континентах, кроме Антарктиды. Заболевание диагностируется путем обнаружения лептоспир в крови и моче с помощью прямой микроскопии в темном поле, выделения культуры лептоспир, обнаружения специфической ДНК молекулярными методами и обнаружения антител с помощью серологических тестов, таких как реакция микроскопической агглютинации (РМА) и иммуноферментный анализ (ИФА). Для постановки РМА необходимо поддерживать в лабораторных условиях стандартный набор живых культур лептоспир. Культивирование лептоспир осуществляется лишь в специализированных лабораториях, поскольку это связано с определенными трудностями. Преимущества ИФА состоят в том, что он позволяет дифференцировать свежий и давний



случаи инфекции за счет обнаружения типов антител (IgM и IgG), а также одновременно исследовать большое количество образцов. Основные недостатки ИФА – это вероятность неспецифических реакций при погрешностях забора материала и стандартизация диагностического титра при каждой постановке. Серьезную проблему представляет отсутствие отечественных тест-систем для ИФА, зарегистрированных для применения в медицинских целях.

**Цель.** Применение метода ИФА в сравнении с РМА при диагностике лептоспирозов и серологическом скрининге населения.

**Материалы и методы.** Для постановки ИФА использованы иммуноферментные тест-системы отечественного и европейского производства для выявления антител классов IgM и IgG к возбудителю лептоспироза: DRG Instruments GmbH (Германия) зарегистрирована для диагностического применения в России, «Омникс» (Россия, Санкт-Петербург) выпускается для научно-исследовательских целей.

Для постановки РМА использовали набор референтных штаммов лептоспир 11 серогрупп *Icterohaemorrhagiae*, *Canicola*, *Pomona*, *Grippityphosa*, *Sejroe*, *Tarassovi*, *Autumnalis*, *Australis*, *Bataviae*, *Javanica*, *Hebdomadis* в соответствии с действующими методическими указаниями. Положительный результат учитывали с титра 1:20.

Исследовано 432 сыворотки крови от людей, из которых: 167 из ХМАО (из них шесть – от пяти больных лептоспирозом, 161 от контактных с животными в эпизоотических очагах), 262 из Иркутской области (из них две – от одного больного, 52 от контактных и 208 от здоровых людей) и три от контактных с животными из Республики Бурятия. Всего выполнено 2251 серологическое исследование: 810 методом ИФА и 1441 с использованием РМА (с учетом каждого диагностического штамма).

**Результаты и обсуждение.** У всех шести больных лептоспирозом обнаруживались специфические IgM, в том числе в двух парных сыворотках. У одной больной выявлена сероконверсия с появлением в парной сыворотке IgG. Положительный результат РМА получен для четырех больных в пяти сыворотках.

При обследовании контактных с животными в эпизоотических очагах с использованием тест-системы производства «Омникс» IgM и IgG выявлены в 15,1±3,48 %, тогда как агглютинины методом РМА – в 26,4±4,28 %, причем положительные результаты ИФА совпали с РМА только в половине случаев. Данные по тест-системе «DRG Instruments GmbH» и РМА сравнивались у 17 контактных в очагах лептоспирозов, положительные результаты ИФА (47,1±12,10 %) совпали с РМА (29,4±11,05 %) также в половине случаев. В группе контактных достоверно чаще выявлялись IgM, чем IgG ( $p < 0,01$ ). При обследовании оленеводов осенью 2023 г. ( $n = 103$ ) выявлены только IgM в 43,7±4,89 % случаев, тогда как при обследовании весной 2023 г. ( $n = 28$ ) – только IgG в 7,1±4,87 %, что указывает на сезонность контакта с возбудителем в данной группе риска.

У здоровых людей, обследованных с помощью тест-системы «Омникс», IgM не обнаружены, IgG выявлены в 6,7±1,74 % случаев, что достоверно не отличается от группы контактных, как в Иркутской области (4,1±2,83 %), так и в ХМАО (6,8±1,75 %).

**Заключение.** Для диагностики лептоспироза целесообразно применять ИФА в качестве доступного экспресс-метода с последующим определением серогруппы методом РМА в специализированной лаборатории. При эпидемиологическом обследовании очагов лептоспирозов ИФА позволяет выявлять лиц, имевших недавний контакт с возбудителем. Частота обнаружения типов антител (IgM и IgG) у населения зависит от эпидемиологической обстановки и сезона года.

# ВЛИЯНИЕ ИММУНИТЕТА К ВИРУСУ SARS-CoV-2 НА КЛЕТочный СОСТАВ КРОВИ

Д. Д. Брюхова, В. И. Дубровина, Н. О. Киселева, В. А. Вишняков,  
А. Б. Пятидесятникова, С. В. Балахонов

*ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Актуальность COVID-19 подтверждается исследованиями гуморального иммунитета, однако динамика клеточного состава крови при его формировании изучена недостаточно. Цель данного исследования – изучить клеточный состав крови в зависимости от типа сформированного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2. Результаты показали значимое увеличение ВL-клеток у волонтеров с гибридным иммунитетом после вакцинации и повышение количества В1-клеток у всех волонтеров с естественным и гибридным иммунитетом, а также у ревакцинированных людей. У волонтеров с прорывным иммунитетом обнаружено повышение В-лимфоцитов и значительное увеличение индекса позитивности IgG к нуклеокапсиду коронавируса. Все участники исследования имели повышенный уровень Т-лимфоцитов. Полученные результаты помогают лучше понять иммунопатогенез этой инфекции.

## INFLUENCE OF IMMUNITY TO THE SARS-CoV-2 VIRUS ON THE CELLULAR COMPOSITION OF BLOOD

D. D. Bryukhova, V. I. Dubrovina, N. O. Kiseleva, V. A. Vishnyakov,  
A. B. Pyatidesyatnikova, S. V. Balakhonov

*Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** The relevance of COVID-19 is confirmed by studies of humoral immunity, but the dynamics of the cellular composition of the blood during its formation have not been sufficiently studied. The aim was to study the cellular composition of blood depending on the type of immunity formed to the SARS-CoV-2 virus. The results showed a significant increase in BL-cells in volunteers with hybrid immunity after vaccination, and an increase in the number of B1-cells in all volunteers with natural and hybrid immunity, as well as in revaccinated people. Volunteers with breakthrough immunity showed an increase in B-lymphocytes and a significant increase in IgG index positivity to the coronavirus nucleocapsid. All study participants had elevated T-lymphocyte levels. The results obtained help to better understand the immunopathogenesis of this infection.

**Введение.** Исследования иммунитета против COVID-19 остаются актуальными даже после окончания пандемии. Новые генетические линии SARS-CoV-2 и введение обязательной вакцинации изменило эпидемиологическую ситуацию. Появились термины «прорывной» (случаи COVID-19 у вакцинированных) и «гибридный» (вакцинация после перенесенного заболевания) иммунитет, показывающие различные варианты иммунной защиты. В основном, исследования касаются гуморального иммунитета, а информации о клеточном составе крови в динамике недостаточно. Поскольку иммунная система сложна, продолжительность и характер иммунных реакций могут различаться при различных формах иммунитета против COVID-19.

**Цель.** Анализ динамики изменения клеточного состава крови в зависимости от типа сформированного иммунитета на вирус SARS-CoV-2.

**Материалы и методы.** 130 волонтеров были распределены на пять групп: 1) однократно переболевшие ( $n = 74$ , естественный иммунитет); 2) однократно переболевшие с последующей вакцинацией ( $n = 39$ , гибридный иммунитет); 3) однократно переболевшие после вакцинации ( $n = 28$ , прорывной иммунитет); 4) вакцинированные неболевшие ( $n = 27$ , вакцинальный иммунитет); 5) ревакцинированные ( $n = 31$ ). Контрольная шестая группа включала 47 здоровых неконтактировавших и невакцинированных волонтеров.

Материал для исследования – венозная кровь – был получен через 1, 3, 6 и 9 мес. после заболевания или вакцинации. Фенотип клеток крови определяли с помощью проточной цитометрии. В сыворотке крови методом ИФА выявляли цитокины IL-4, IL-10, IFN- $\gamma$ , TNF- $\alpha$  (ЗАО «Вектор-Бест») и специфические IgG к N-белку коронавируса (ГНЦ ПМиБ). В работе соблюдены этические принципы Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Исследование одобрено локальным этическим комитетом организации (протокол № 7 от 15.11.2021). Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием *U*-критерия Манна – Уитни ( $p < 0,05$ ).

**Результаты и обсуждение.** Во всех исследованных группах не было выявлено изменений интегральных гематологических индексов, что свидетельствует об отсутствии серьезных нарушений внутренней среды организма. Установлено участие Т-цитотоксических CD45Ro<sup>+</sup> и Th CD45Ra<sup>+</sup> клеток у волонтеров групп 1–3 в сравнении с неболевшими волонтерами. В группе 1 содержание CD45Ro<sup>+</sup> составило 5,6 % (7,8 % в группе 6), а CD45Ra<sup>+</sup> – 14,3 % (11,1 % в группе 6) в 1 мес. наблюдений, что привело к увеличению соотношения CD45Ra<sup>+</sup>: CD45Ro<sup>+</sup> (2,6 %, в группе 6 – 0,61 %). В группе 2 выявленное содержание CD3<sup>+</sup>-CD8<sup>+</sup>-CD45Ro<sup>+</sup>-CD45Ra<sup>-</sup> через 1 (4,6 %) и 3 (5,3 %) месяца было статистически значимо ниже, чем в группе 6 (7,8 %). В группе 3 CD3<sup>+</sup>-CD8<sup>+</sup>-CD45Ro<sup>-</sup>-CD45Ra<sup>+</sup> составили 16,2 % (1 мес.) и 18,7 % (3 мес.), что также сказалось на соотношении Th памяти к Tc (1,1 %). Данные показатели могут указывать на формирование и поддержание В-клеток памяти, что объясняет высокий гуморальный иммунный ответ в этих группах.

В группе 2 зарегистрировано статистически значимое увеличение ВL через 1 мес. (14,0 %) в сравнении с группой 6 (9,1 %), а также значимое повышение В1-клеток CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup>CD5<sup>+</sup>CD27<sup>-</sup> в 1, 2 и 3 мес. (1,9; 1,4 и 1,8 % соответственно), что может быть связано с активацией В-клеток памяти, сформированных при первичном инфицировании, в результате чего поддерживается высокий гуморальный иммунитет. Аналогичные изменения наблюдались и в группе 5 (1,6 % в 1-й и 3-й мес.). В группе 1 повышенное содержание ВL определялось во все сроки исследования в среднем в 1,2 раза по сравнению с 6 группой, а увеличение В1 – на 6-й и 9-й мес. Во всех исследуемых группах отмечено снижение количества В-наивных клеток по сравнению с референсными значениями и увеличение дабл-негативных В-лимфоцитов, особенно в группе 4 через 1 и 3 мес. после вакцинации (в от 2,1 до 3,0 раз больше, чем в группах 1–3), а также зафиксировано повышение доли В-лимфоцитов с переключенной памятью синтеза антител в группе 3 через 1 месяц.

Наиболее продолжительные изменения наблюдались в отношении функциональной активности клеток: повышенный уровень Т-лимфоцитов, экспрессирующих HLA-DR регистрировался в группах 2–5 в течение 9 мес., а в группе 1 – 6 мес. Отмечено снижение клеток CD3<sup>+</sup>CD25<sup>+</sup> в группе 4 с 3 по 9 мес. наблюдения (2,3–3,6 %), а в группах 2 и 3 – их увеличение (10,0 и 9,3 %) через 1 мес. в среднем в 1,5 раза по сравнению с контролем (6,4 %). В группах 2–4 установлено снижение NK-клеток, экспрессирующих  $\alpha$ -цепь CD8, в 3-й и 6-й мес. наблюдений в сравнении с группой 6. NK, экспрессирующие HLA-DR, значительно увеличивались в группе 1 через месяц после заболевания (61,0 %), а при формировании вакцинального иммунитета их количество (9,0 %,  $p < 0,05$ ) превышало аналогичные значения в группах 2 (2,8 %) и 3 (2,8 %). Примечательно, что во время пандемии у волонтеров контрольной группы содержание этих клеток (16,6 %) было выше референсных значений (0–2,6 %) в среднем в 6 раз ( $p < 0,05$ ). Это указывает на роль активации NK-клеток в предупреждении манифестной инфекции.

У волонтеров групп 1–5 во все сроки наблюдений обнаруживался статистически достоверно высокий уровень специфических IgG к N-белку коронавируса, но в группе 3 их уровень значимо превышал значения в группах 1 и 2, а в группе 1 – выше, чем в группах 4 и 5. Выявлены достоверные различия показателей IL-10 в группах 4 и 5, а также TNF- $\alpha$  в группах 4 и 1. Различия в содержании IL4 и IFN $\gamma$  между группами не обнаружены.

Исследование показало, что у лиц с гибридным и прорывным иммунитетом формируется более устойчивый гуморальный иммунный ответ по сравнению с однократно переболевшими COVID-19 или вакцинированными. Характер изменений при гибридном иммунитете свидетельствует о формировании Т- и В-клеток иммунной памяти. Вакцинация усиливает гуморальный иммунный ответ, но степень защиты со временем может снижаться, что приводит к повышению риска манифестной инфекции при повторном инфицировании. Поддержание иммунологической эффективности и активности Т-лимфоцитов важно для формирования стойкого иммунитета против COVID-19.

## СЛУЧАЙ ЛЕПТОСПИРОЗА У КОТА В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

С. Е. Будаева<sup>1</sup>, Н. В. Бренёва<sup>1</sup>, И. В. Мельцов<sup>2</sup>, Д. А. Карнаухов<sup>3</sup>,  
Е. Ю. Киселева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского»,  
Иркутск, Россия

<sup>3</sup> ОГБУ «Зиминская станция по борьбе с болезнями животных», Зима, Россия

**Аннотация.** Лептоспироз у кошек встречается крайне редко, поэтому случай лептоспироза у кота в поселке Куйтун Иркутской области в 2023 г. можно назвать исключительным. Проведено эпизоотолого-эпидемиологическое расследование случая с лабораторным исследованием материала от больного кота и его владельца. Больные люди и животные среди контактных с заболевшим котом не выявлены. Проведены профилактические мероприятия в эпизоотическом очаге лептоспироза.

## THE CAT LEPTOSPIROSIS CASE IN THE IRKUTSK REGION

S. E. Budaeva<sup>1</sup>, N. V. Breneva<sup>1</sup>, I. V. Meltsov<sup>2</sup>, D. A. Karnaukhov<sup>3</sup>, E. Yu. Kiseleva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Irkutsk State Agrarian University named after A. A. Yezhevsky, Irkutsk, Russian Federation

<sup>3</sup> Regional State Budgetary Institution "Ziminskaya Animal Disease Control Station", Zima, Russian Federation

**Abstract.** Leptospirosis in cats is extremely rare, so the cat leptospirosis case in the Irkutsk region in 2023 can be called exceptional. An epizootic and epidemiological investigation of this case was conducted with laboratory examination of the material from the sick cat and its owner. Sick people and animals have not been identified among those in contact with the sick cat. Preventive measures have been carried out in the epizootic focus of leptospirosis.

**Введение.** Лептоспироз у кошек встречается крайне редко. Предполагалась видовая устойчивость к этому заболеванию, кошек считали эпизоотическим тупиком (Малахов, Панин, Соболева, 2000). Тем не менее после описания первого случая «кошачьего» лептоспироза (Martens, 1937) накоплены данные, подтверждающие вовлеченность кошек в эпизоотический процесс при лептоспирозе. В естественной среде обитания кошки поедают мышевидных грызунов и крыс, от которых могут заражаться лептоспирами. Инфицированные кошки могут выделять патоген с мочой и играть роль в распространении заболевания (Weis, 2017). У больных животных наблюдаются рвота, вялость, апатия, мышечные боли или судороги, отказ от пищи и воды, появление красных пятен на деснах, желтуха, лихорадка, однако специфических симптомов нет. В настоящее время вакцины от лептоспироза для кошек не существует. Избежать заражения можно только посредством тщательного контроля питомцев.

**Цель.** Исследование случая лептоспироза у кота в Иркутской области.

**Материалы и методы.** Проанализированы акты исследования и ветеринарного осмотра, акт эпизоотологического обследования, протоколы лабораторных исследований и лечения. Материал для лабораторных исследований: кровь кота, кровь и моча владельца.

Выделение нуклеиновых кислот лептоспир из исследуемого материала осуществляли с помощью набора «РИБО-преп», детекцию – методом ПЦР в реальном времени с «тест-системой «ЛПС» для выявления патогенных лептоспир методом полимеразной цепной реакции» (ФБУН ЦНИИЭ Роспотребнадзора, Москва) на амплификаторе Rotor-Gene Q (Qiagen, Германия).

Реакцию микроагглютинации проводили с набором из 11 референтных штаммов лептоспир серогрупп *Icterohaemorrhagiae*, *Canicola*, *Pomona*, *Grippotyphosa*, *Sejroe*, *Tarassovi*, *Autumnalis*, *Australis*, *Bataviae*, *Javanica*, *Hebdomadis* в соответствии с действующими методическими указаниями.

**Результаты и обсуждение.** В сентябре 2023 г. в пос. Куйтуне Иркутской области был зарегистрирован случай лептоспироза у кота по кличке Апельсин. Владелец животного обратился в ветеринарную клинику по поводу воспаления десен и желтушности видимых оболочек ротовой полости питомца. При серологическом исследовании сыворотки крови кота на лептоспироз были обнаружены антитела к лептоспирам серогрупп *Tarassovi* в титре 1:100 и *Sejroe* в титре 1:200.

При эпизоотологическом обследовании частного хозяйства, в котором содержится заболевший кот, установлено, что другие животные клинически здоровы и не были вакцинированы от лептоспироза ранее. Всем контактным животным проведена профилактическая антибиотикотерапия без лабораторного исследования, от которого отказался владелец. При повторном ветеринарном осмотре кота было зафиксировано удовлетворительное состояние и рекомендовано продолжить лечение. С материалом от владельца заболевшего кота проведены серологические и молекулярно-генетические исследования, специфическая ДНК и антитела к патогенным лептоспирам не обнаружены. На момент получения клинического материала состояние владельца кота удовлетворительное. На время лечения кот был изолирован от других животных. После окончания курса приема антибиотиков было проведено повторное серологическое исследование с отрицательным результатом.

На территории Куйтунского района за 2022–2023 гг. выявлено два неблагополучных по лептоспирозу хозяйства с обнаружением антител к лептоспирам серогрупп *Icterohaemorrhagiae*, *Canicola*, *Pomona*, *Sejroe*, *Tarassovi*, *Hebdomadis* в титрах 1:50–1:200 в поголовье КРС и лошадей. Сам пос. Куйтун считается благополучным по лептоспирозу, в последние годы профилактическое обследование и вакцинация животных здесь не проводились. Предположительно, кот мог заразиться от инфицированных грызунов в границах поселка, так как содержался на летней кухне и свободно выгуливался за пределами домовладения. С учетом того что выявленные у кота серогруппы лептоспир обычно встречаются у крупного рогатого скота, возможна передача лептоспироза домашним животным от сельскохозяйственных через мелких млекопитающих.

Таким образом, несмотря на слабовыраженную клиническую картину, удалось диагностировать лептоспироз у кота. Своевременное лечение и изоляция кота от других животных предотвратили распространение инфекции. Источник инфекции не установлен, так как отследить передвижение и контакты заболевшего животного не представляется возможным. В Куйтуне необходимо провести обследование на лептоспироз возможных источников инфекции: домашних и сельскохозяйственных животных, диких мелких млекопитающих.

# РАЗРАБОТКА ДИАГНОСТИЧЕСКОГО НАБОРА ДЛЯ МУЛЬТИПЛЕКСНОЙ ПЦР В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕТУБЕРКУЛЕЗНЫХ МИКОБАКТЕРИЙ И ЕГО АПРОБАЦИЯ НА КЛИНИЧЕСКОМ МАТЕРИАЛЕ ИЗ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА ВЬЕТНАМА (2020–2022 ГГ.)

Буй Тхи Лан Ань, Фам Вьет Хунг, Хоанг Данг Хиеу, Ле Тхи Лан Ань

*Институт тропической медицины, Российско-Вьетнамский тропический центр,  
Ханой, Социалистическая Республика Вьетнам*

**Аннотация.** Разработан набор праймеров для метода мультиплексной ПЦР в реальном времени, позволяющий одновременно обнаруживать *Mycobacterium tuberculosis* (MTB) и нетуберкулезные микобактерии (Nontuberculous mycobacteria – NTM), а также идентифицировать пять наиболее распространенных видов NTM: *M. avium*, *M. abscessus*, *M. fortuitum*, *M. gordonae* и *M. simiae*. С помощью ПЦР-набора подтверждены случаи заражения NTM в некоторых северных провинциях Вьетнама. Апробация в условиях больницы показала, что диагностический ПЦР-набор способен напрямую обнаруживать MTB/NTM в нативных клинических образцах.

## DEVELOPMENT OF A DIAGNOSTIC KIT FOR REAL-TIME MULTIPLEX PCR FOR DETECTION OF NONTUBERCULOUS MYCOBACTERIA AND ITS TESTING ON CLINICAL MATERIAL FROM THE NORTHERN REGION OF VIETNAM (2020–2022)

Bui Thi Lan Anh, Pham Viet Hung, Hoang Dang Hieu, Le Thi Lan Anh

*Institute of Tropical Medicine, Russian-Vietnamese Tropical Center, Hanoi, Socialist Republic of Vietnam*

**Abstract.** A set of primers for a multiplex real-time PCR method was developed to simultaneously detect *Mycobacterium tuberculosis* (MTB) and nontuberculous mycobacteria (NTM), and identify the five most common NTM species: *M. avium*, *M. abscessus*, *M. fortuitum*, *M. gordonae*, *M. simiae*. The PCR kit was used to confirm NTM cases in several northern provinces of Vietnam. Hospital testing showed that the diagnostic PCR kit could directly detect MTB/NTM in native clinical samples.

**Введение.** Нетуберкулезные микобактерии (Nontuberculous mycobacteria – NTM) насчитывают около 200 видов и имеют значительное морфологическое сходство с возбудителем туберкулеза *Mycobacterium tuberculosis* (MTB). Индикация и идентификация NTM с использованием микробиологических методов отнимают много времени и требуют наличия лабораторий высокого уровня биобезопасности. Поэтому разработка и внедрение в практику экспресс-методов, в частности ПЦР в реальном времени, для обнаружения и идентификации NTM актуальны.

**Цель.** Разработка диагностического набора для мультиплексной ПЦР в реальном времени, предназначенного для обнаружения нетуберкулезных микобактерий, и оценка перспектив его применения на нативном материале от больных людей.

**Материалы и методы.** В выборку исследования вошли 1003 пробы мокроты и 122 образца клинического материала от лиц из северных провинций Вьетнама с подозрением на заражение NTM, собранные в 2020–2022 гг. в пробирки-индикаторы роста для культивирования, обнаружения и выделения микобактерий (Mycobacteria Growth Indicator Tube, MGIT).

Выбраны системы праймеров для метода мультиплексной ПЦР в реальном времени, позволяющие одновременно обнаруживать MTB и NTM (комплекс MTB/NTM/IC), а также идентифицировать пять наиболее распространенных видов NTM: *M. avium*, *M. abscessus*, *M. fortuitum*, *M. gordonae* и *M. simiae*.

Алгоритм обследования: обнаружение МТВ с использованием коммерческого набора МТВ Real-ТМ (Sacase, Италия); обнаружение NTM путем секвенирования гена *hsp65* (410 п. н.); секвенирование гена 16S как эталона для мультиплексной ПЦР в реальном времени; выбор последовательности праймеров и постановка мультиплексной ПЦР в реальном времени для обнаружения МТВ/NTM. Для оценки эффективности разработанного алгоритма диагностики взяты 120 образцов нативного материала от пациентов больницы общего профиля Хазянг.

Исследование проведено с соблюдением требований этического комитета Тропического центра (Сертификаты № 2199/CN-HDDD от 20 июля 2020 г.; № 3789/CN-HDDD от 19 октября 2021 г.).

**Результаты и обсуждение.** При исследовании 1003 проб мокроты положительными на МТВ оказались 122 образца (12,2 %), на NTM – 86 образцов (8,6 %). Из 122 MGIT-образцов положительный результат на NTM получен в 115, еще в семи обнаружен генетический материал других бактерий. В целом из всех исследованных проб положительной на NTM была 201. Распределение по видовому составу комплекса NTM выглядит следующим образом: *M. avium* complex (MAC) – 75 образцов (37,3 %), *M. abscessus* – 54 (26,9 %), *M. simiae* – 21 (10,4 %), *M. fortuitum* – 20 (9,9 %), *M. goodii* – 11 (5,5 %); также в девяти образцах (4,5 %) обнаружена *M. lentiflavum*. Исследование 120 нативных проб от пациентов больницы Хазянг методом мультиплексной ПЦР в реальном времени позволило выявить МТВ в 10 образцах (из них восемь проб мокроты и две – плевральной жидкости), а также *M. avium* (комплекс NTM) – в одной пробе. Результаты определения видового состава NTM согласуются с ранее опубликованными литературными данными. Полученная генетическая последовательность NTM является основой для разработки и производства диагностических ПЦР-наборов, подходящих для условий Вьетнама. Необходимо продолжить исследования по оценке эффективности разработанного метода в реальных условиях и его применимости в медицинских учреждениях для постановки, уточнения диагноза и назначения адекватного лечения.

## ЭПИЗОТОЛОГО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ТЕРРИТОРИЙ МОНГОЛИИ ПО СИБИРСКОЙ ЯЗВЕ (1977–2024 гг.)

Х. Бурмаа<sup>1,2</sup>, М. Дармаа<sup>1,2</sup>, Н. Цогбадрах<sup>2</sup>, З. Адъяасурэн<sup>2</sup>, Д. Цэрэнноров<sup>2</sup>,  
Ш. Агиймаа<sup>2</sup>, Г. Даваа<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный медицинский университет, Улан-Батор, Монголия

<sup>2</sup>Национальный центр зоонозных инфекций, Улан-Батор, Монголия

**Аннотация.** Проведен анализ эпизоотолого-эпидемиологической ситуации по сибирской язве среди сельскохозяйственных животных (СХЖ) и людей за 47-летний период (1977–2024 гг.) в 21 аймаке и столице Монголии г. Улан-Батор. В аймаках и сомонах необходим эффективный контроль проведения профилактических мероприятий с учетом степени риска проявлений болезни. На основе расчета индекса эпизоотического неблагополучия по Таршису выделены четыре группы административных территорий различной степени риска заражения сибирской язвой. В группу с высоким риском вошли большинство аймаков хангайской зоны.

# EPIZOOTOLOGICAL AND EPIDEMIOLOGICAL ZONING OF THE ADMINISTRATIVE TERRITORIES OF MONGOLIA FOR ANTHRAX (1977–2024)

Kh. Burmaa<sup>1,2</sup>, M. Darmaa<sup>1</sup>, N. Tsogbadrakh<sup>2</sup>, Z. Adiyasuren<sup>2</sup>, D. Tserennorov<sup>2</sup>,  
Sh. Agiimaa<sup>2</sup>, G. Davaa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mongolian National University of Medical Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

<sup>2</sup>National Center for Zoonotic Diseases, Ulaanbaatar, Mongolia

**Abstract.** The analysis of the epizootic and epidemiological situation of anthrax among farm animals and humans over a 47-year period (1977–2024) in 21 aimags and the capital of Mongolia, Ulaanbaatar, was carried out. In aimags and sums, effective control of preventive measures is necessary, taking into account the degree of risk of manifestations of the disease. Based on the calculation of the Tarshis epizootic distress index, four groups of administrative territories with varying degrees of risk of anthrax infection were identified. The high-risk group includes most aimags of the Khangai zone.

**Введение.** Сибирская язва – зооантропонозная особо опасная инфекционная болезнь, представляющая угрозу для животноводства, экономики и здоровья населения многих стран Азии, Африки, Северной и Южной Америки, Карибского бассейна. В Российской Федерации эпидемически неблагополучными по сибирской язве являются республики Дагестан, Кабардино-Балкария, Бурятия, Северная Осетия-Алания и Калмыкия, Ставропольский и Краснодарский края. В Китайской Народной Республике к неблагополучным территориям относятся провинции Ляонин, Гуйджоу, Юньнань, Ганьсу, Сычуань, Хэйлунцзян, Нинся-Хуэйский и Синьцзян-Уйгурский автономные районы. С 1955 по 2014 гг. в 31 провинции и автономном районе Китая ежегодно регистрировалось более ста случаев заболевания людей сибирской язвой.

В Монголии традиционное пастбищное скотоводство является основой экономики. При эколого-эпидемиологическом районировании по сибирской язве аймака Хэнтий с учетом климатических зон и эпизоотического потенциала выявлены особенности пространственно-временной динамики заболеваемости. Для рационализации профилактических мер в масштабе страны существует необходимость проведения эпизоотолого-эпидемиологического районирования по сибирской язве на уровне административных территорий.

**Цель.** Определение эпизоотолого-эпидемиологического неблагополучия по сибирской язве аймаков Монголии за 1977–2024 гг. и районирование административных территорий страны по риску заражения сибирской язвой.

**Материалы и методы.** При проведении анализа ситуации по сибирской язве использованы официальные данные о регистрации заболевания сельскохозяйственных животных (СХЖ) и людей. Для оценки напряженности эпизоотической ситуации использован индекс эпизоотичности по М. Г. Таршису (ИЭТ). Расчеты ИЭТ проведены по формуле:  $ИЭТ = n \cdot t / N \cdot T$ , где  $n$  – число пунктов, проявивших активность в течение периода наблюдения,  $t$  – число лет, в течение которых отмечались проявления активности,  $N$  – число всех населенных пунктов на изучаемой территории,  $T$  – число лет наблюдения.

**Результаты и обсуждение.** Проведен анализ эпизоотологической и эпидемиологической ситуации по сибирской язве среди СХЖ и людей за период 1977–2024 гг. в 21 аймаке страны и г. Улан-Баторе. За 1977–2024 гг. в 20 аймаках и столице Монголии заболели 5188 голов СХЖ. В аймаке Гоби-Сумбэр за 47-летний период сибирская язва среди животных и людей не зарегистрирована. К территориям с постоянной регистрацией сибирской язвы среди СХЖ и ежегодными эпидемическими проявлениями болезни относятся аймаки Хубсугул, Завхан и Увурхангай. Территориями с периодической регистрацией, где при угасании одних эпизоотических очагов происходит активизация других, являются 11 аймаков (Булган, Хэнтий, Дорнод (Восточный), Тов (Центральный), Ба-



яньхонгор, Архангай, Гоби-Алтай, Ховд, Увс, Сухэ-Батор, Сэлэнгэ) и г. Улан-Батор. Территории с малоактивными очагами и единичными случаями заболеваний СХЖ, на которых более десяти лет не регистрировалась сибирская язва, – шесть аймаков: Умноговь (Южно-Гобийский), Орхон, Баян-Улгий, Дархан-Уул, Дорноговь (Восточно-Гобийский) и Дундговь (Средне-Гобийский).

Сибирская язва имеет выраженную летнюю сезонность с первоначальным заболеванием животных и последующим заражением людей. С 1964 по 2024 гг. в 17 аймаках и столице страны зарегистрировано 339 случаев заболевания людей, основным источником инфекции стали СХЖ. В 243 случаях (74,9 %) заражение произошло при контакте с больным или павшим животным, после вынужденного убоя, разделке мяса и снятия шкур, при употреблении мяса и мясопродуктов. В 43 случаях (13,0 %) инфицированию людей способствовало проведение земляных работ. В 40 случаях (12,1 %) источник инфекции не был установлен или данные отсутствуют. Заболевания людей (более 10 случаев) регистрировались в 10 аймаках (Сэлэнгэ, Архангай, Увурхангай, Булган, Хубсугул, Хэнтий, Дорнод, Завхан, Увс, Баянхонгор) и г. Улан-Батор. За анализируемый период до девяти случаев отмечались в семи аймаках (Дархан-Уул, Тов, Ховд, Орхон, Говь-Алтай, Баян-Улгий, Дундговь). В четырех аймаках (Гоби-Сумбэр, Дорноговь, Умноговь, Сухэ-Батор) заболевания людей не зарегистрированы.

Определено четыре группы административных территорий Монголии по степени риска заражения сибирской язвой. Первая группа с высоким риском заражения, где ИЭТ равен 0,88–0,28, включает пять аймаков (Хубсугул, Увурхангай, Завхан, Булган, Хэнтий). Во вторую группу со средней степенью риска, где ИЭТ составляет 0,15–0,10, входят также пять аймаков (Архангай, Дорнод, Баянхонгор, Увс, Гоби-Алтай) и г. Улан-Батор. В третью группу с низким риском заражения, где ИЭТ равно 0,07–0,04, включены четыре аймака: Сэлэнгэ, Сухэ-Батор, Тов, Ховд. В четвертую группу входят шесть аймаков, где за весь период наблюдения отмечены единичные случаи сибирской язвы у СХЖ (Дархан-Уул, Орхон, Умноговь, Дундговь, Баян-Улгий, Дорноговь) или таковые не зарегистрированы – аймак Гоби-Сумбэр.

Таким образом, в Монголии сибирская язва среди животных в 1977–2024 гг. зарегистрирована в 20 аймаках и г. Улан-Баторе. В 17 аймаках и столице страны основными источниками инфекции для людей стали больные СХЖ. Отмечается выраженная летняя сезонность активации эпизоотических очагов и эпидемических проявлений. При районировании административных территорий Монголии выделены четыре группы аймаков по риску заражения сибирской язвой. Большинство аймаков группы высокого риска расположены в хангайской зоне. Учет степени риска эпизоотических и эпидемических проявлений сибирской язвы позволит повысить эффективность профилактических мероприятий на всех уровнях: сомонов, аймаков и страны в целом.

# БАЗА ДАННЫХ ПО СИБИРСКОЙ ЯЗВЕ В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

В. В. Васильев<sup>1</sup>, З. Ф. Дугаржапова<sup>1</sup>, А. Ю. Суковатицын<sup>2</sup>, И. В. Егоров<sup>3</sup>,  
О. Л. Пичугина<sup>2</sup>, В. В. Табакаев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Управление Роспотребнадзора по Томской области, Томск, Россия

<sup>3</sup>Департамент ветеринарии Томской области, Томск, Россия

**Аннотация.** Создана База данных по сибирской язве Томской области. Она включает сведения по 271 стационарно неблагополучному по сибирской язве пункту в 16 районах области и г. Томске. Учетных сибиреязвенных скотомогильников и захоронений нет. За 185-летний период регистрации сибирской язвы (1797–1981 гг.) учтены 474 эпизоотических проявления, внесены данные о заболевании 189 голов сельскохозяйственных животных и девяти случаях среди людей с одним летальным исходом. Уточнены административные изменения во всех районах области. База данных по сибирской язве будет использована в практической работе специалистами Иркутского противочумного института, учреждений Роспотребнадзора и Департамента ветеринарии, администраций муниципальных образований Томской области.

## DATA BASE ON ANTHRAX IN THE TOMSK REGION

V. V. Vasilyev<sup>1</sup>, Z. F. Dugarzhapova<sup>1</sup>, A. Yu. Sukovatitsyn<sup>2</sup>, I. V. Egorov<sup>3</sup>,  
O. L. Pichugina<sup>2</sup>, V. V. Tabakaev<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Department of Rospotrebnadzor for the Tomsk region, Tomsk, Russian Federation

<sup>3</sup>Department of Veterinary Medicine of the Tomsk region, Tomsk, Russian Federation

**Abstract.** A database on anthrax in the Tomsk region has been created. It includes information on 271 the anthrax specified potentially hazardous areas in 16 districts of the region and the city of Tomsk. There are no registered anthrax burial grounds and burials. It have information been entered on 271 in 16 region and the city of Tomsk, there are not registering anthrax burial grounds and burials. Over the 185-year period of registration of anthrax (1797–1981) 474 epizootic manifestations were taken into account, data on the disease of 189 heads of animals farmer were entered; information on nine cases among people with one fatal outcome. Administrative changes have been clarified in all districts of the region. This Database of anthrax will be used in practical work by specialists of Irkutsk Anti-Plague Institute, institutions of Rospotrebnadzor and the Department of Veterinary Medicine and municipal administrations of the Tomsk region.

В Кадастре стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов (СНП) Российской Федерации (Кадастр, 2005 г.) учтены более 35 тыс. пунктов. В 2019–2023 гг. на основе актуализации Кадастра в субъектах РФ созданы базы данных (БД) по сибирской язве, в которых собраны сведения о СНП, сибиреязвенных захоронениях и скотомогильниках (СЯЗ/ССМ). В БД уточнены административно-территориальные изменения СНП, годы активности, внесено число случаев заболевших и умерших людей, количество заболевших и павших сельскохозяйственных животных (СХЖ) по видам, определены географические координаты СНП и СЯЗ/ССМ, дано описание состояния СЯЗ/ССМ.

**Цель.** Создание базы данных по сибирской язве в Томской области.

**Материалы и методы.** Использованы Кадастр (2005 г.), Справочник населенных пунктов РСФСР, неблагополучных по сибирской язве (Справочник, 1976 г.); эпизоотические журналы 15 районных ветеринарных управлений Департамента ветеринарии Томской области; Перечень стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов на территории Томской области (Перечень, 2016 г.); Перечень скотомогильников (в том

числе сибиреязвенных), расположенных на территории Сибирского федерального округа Российской Федерации (Перечень СМ, 2012 г.); материалы Государственного архива Иркутской области; интернет-сайты *Wikipedia*, электронные карты *Yandex*, *Google*, *Retromap*, другие литературные и электронные источники.

Применен оптимальный алгоритм создания БД, состоящий из трех этапов: внесение данных по Томской области из Кадастра (2005 г.); сверка сведений с использованными материалами; анализ и подведение итогов работы.

**Результаты и обсуждение.** Согласно Кадастру (2005 г.) в 16 районах Томской области учтено 257 СНП, в Перечне СМ (2012 г.) сибиреязвенные скотомогильники и захоронения на территории области не зарегистрированы. В Томской губернии сибирская язва впервые зарегистрирована в 1797 г. в д. Городище и д. Нарым Парабельской волости. По данным Перечня (2016 г.) последний случай сибирской язвы в Томской области зарегистрирован в 1981 г. в с. Громышевка Зырянского района.

При создании БД уточнены административные изменения по муниципальным образованиям 129 СНП (47,6 %) всех районов области. К настоящему времени изменился статус у 173 пунктов (63,8 %), причем из них стали бывшими населенными пунктами (бнп) и отмечены на картах сайта *Retromap* как урочища 113 СНП (65,3 %). В БД откорректированы написания названий 57 пунктов и муниципальных образований 25 СНП. Определены географические координаты 249 СНП. Координаты 22 СНП не найдены.

В процессе работы выявлены административно-территориальные изменения неблагополучных пунктов в двух районах. В соответствии с Кадастром (2005 г.) в Шегарском районе учтены 30 СНП, Кожевниковском – 44. В БД из Шегарского в Кожевниковский район переведены четыре пункта. Учтенный в Кадастре (2005 г.) СНП д. Воробьи Кудиновской администрации Кожевниковского района с регистрацией случая сибирской язвы в 1917 г. сейчас входит в состав Кандауровского сельского совета Колывановского района Новосибирской области. Данные переданы в БД по сибирской язве Новосибирской области. В Кадастре (2005 г.) в Кожевниковском районе выявлены учтенные повторно 18 СНП. Семь пунктов с одинаковыми географическими координатами имели двукратные повторы. В настоящее время в состав пункта Старая Ювала Староювалинского сельского поселения вошли три деревни Староювалинской администрации – Песочное, Горельск и Песочно-Горельск. В Кожевниковском районе общее количество пунктов уменьшилось на один: исключены 11 пунктов и добавлены десять, из них четыре СНП Шегарского района и ранее неучтенные новые шесть пунктов. Итого, в БД включено 26 СНП в Шегарском районе и 43 – Кожевниковском.

На втором этапе проведена сверка с данными эпизоотических журналов районных ветеринарных управлений Томской области, Перечня (2016 г.) и Справочника (1976 г.), которая показала наличие неуказанных в Кадастре (2005 г.) 56 лет эпизоотической активности сибирской язвы в 44 пунктах в XVIII и XIX вв. В «Справочнике» (1976 г.), «Перечне» (2016 г.) и некоторых эпизоотических журналах учтены 1888, 1889, 1894, 1896 гг. активности в Кожевниковской, Колпашевской, Молчановской и Парабельской волостях Томской губернии. Сведений о видовом составе и числе заболевших/павших СХЖ в эти годы не сохранилось.

Всего в БД добавлены сведения и определены географические координаты 25 пунктов, не учтенных в Кадастре (2005 г.). Соответственно в БД у них отсутствует информация в первых пяти столбцах «Данные Кадастра». По данным Перечня (2016 г.), дополнен не указанный в Кадастре (2005 г.) административный центр области – г. Томск с 1889, 1903 и 1946 гг. активности.

В Кадастре (2005 г.) выявлена системная ошибка в заполненных шкалах лет активности Томской области по 327 эпизоотическим проявлениям (92,9 %): отмечается смещение на год ранее, чем указано в Справочнике (1976 г.), эпизоотических журналах и Перечне (2016 г.). По результатам сверки БД у восьми СНП (2,3 %) указанные подряд

два года регистрации скорректированы на год позже. На листе СНП БД уточнены все годы активности.

В Томской области за 185-летний период (1797–1981 гг.) регистрации сибирской язвы определено 474 эпизоотических проявления, из них 122 (25,7 %) ранее не указаны в Кадастре (2005 г.).

Информации о числе заболевших и павших от сибирской язвы животных в эпизоотических журналах районов крайне мало. В 366 (77,3 %) случаях эпизоотических проявлений отсутствуют данные об их виде и количестве, в 53 (11,2 %) – известны виды и количество заболевших/павших СХЖ, в 55 (11,6 %) – только виды. Всего в БД Томской области внесены сведения о заболевании 189 голов СХЖ и падеже 126, из них крупного рогатого скота (КРС) – 39/36 голов и лошадей – 150/90. Наибольшая эпизоотическая активность наблюдалась в 1920–1960 гг. в 260 СНП (95,9 %).

В Кадастре (2005 г.) в Кожевниковском районе учтены 35 активных СНП в 1949 г. По данным эпизоотического журнала этого же района в БД уточнено, что в 1950 г. отмечалась эпизоотия сибирской язвы, охватившая 30 населенных пунктов, где заболело восемь и пало шесть голов КРС, лошадей – 90 и 56.

Известны сведения о девяти случаях заболевания сибирской язвой людей с одним летальным исходом. Согласно эпизоотическому журналу Первомайского района, в деревне Торбеево в 1938 г. пало четыре лошади, заболел и умер один человек. В 1980 г. А. И. Потаповым опубликованы материалы о вспышке сибирской язвы в центральной усадьбе Первомайского животноводческого откормсовхоза. С 27 июня по 25 июля 1977 г. пало шесть голов КРС и вынужденно убито семь. Из исследуемого материала от «двух коров вынужденного убоя и двух павших коров выделена культура сибирской язвы». Заболевшие местные жители привлекались к забою скота, снятию шкур, разделке туш, рубке и засолке мяса, а также к проведению животным прививок против сибирской язвы. По информации Управления Роспотребнадзора по Томской области, заболело восемь человек. Записи эпизоотического журнала Бакчарского района подтверждают вышеуказанные события, в этом же году на выпасах за урочищем Черный Ключ в шести км от деревни Первомайск пали шесть голов КРС и вынужденно убито пять. На местах падежа и вынужденного убоя проведены дезинфекционные мероприятия.

Таким образом, создана БД по сибирской язве Томской области, в которую внесены сведения по 271 СНП в 16 районах области и г. Томске. Ученных сибирезвенных скотогоильников и захоронений нет. При актуализации Кадастра СНП РФ (2005 г.) в БД добавлены 25 пунктов. Уточнены административные изменения по муниципальным образованиям 129 СНП, статусу 173 пунктов, в том числе 113 бнп. За 185-летний период регистрации сибирской язвы (1797–1981 гг.) учтены 474 эпизоотических проявления, внесены данные по 189 заболевшим и 126 павшим СХЖ; сведения о девяти случаях среди людей с одним летальным исходом. В целях оптимизации надзора за сибирской язвой созданная база данных будет использована в практической работе специалистами Иркутского противочумного института, учреждений Роспотребнадзора и Департамента ветеринарии, администраций муниципальных образований Томской области.

# ОСНОВНЫЕ ПЕРЕНОСЧИКИ ЧУМЫ ЕВРАЗИИ

Д. Б. Вержущий<sup>1</sup>, С. Г. Медведев<sup>2</sup>, Б. К. Котти<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>ФКУЗ Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Ставрополь, Россия

<sup>4</sup>ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь, Россия

**Аннотация.** В природных очагах чумы мира выявлена естественная зараженность возбудителем чумы 268 видов блох (без учета подвидов). Подавляющее большинство из них являются второстепенными или случайными переносчиками инфекции. Роль основных переносчиков чумы играет лишь небольшая часть из этого списка, что связано с видовыми и популяционными физиологическими особенностями насекомых, обеспечивающими выживание, накопление и передачу чумного микроба в условиях конкретных природных очагов, и эволюционной историей взаимодействия таких видов блох с патогеном. В работе проведен анализ эпизоотологического значения отдельных видов блох в 143 природных очагах Евразии. Здесь естественно инфицированными возбудителем чумы выявлено 156 видов блох. Из них только 37 (23,7 %) видов рассматриваются как основные переносчики возбудителя чумы хотя бы в одном из природных очагов чумы. 8 видов блох выступают в качестве основных переносчиков на территории 10 и более отдельных очагов. В 41 природном очаге (28,9 %) единственным основным переносчиком является блоха *Oropsylla silantiewi*. Вероятно, эволюция возбудителя чумы как вида первично связана с освоением новой экологической ниши путем заселения предковым микроорганизмом желудочно-го тракта блох этого вида.

## THE MAIN PLAGUE VECTORS OF THE EURASIA

D. B. Verzhutskii<sup>1</sup>, S. G. Medvedev<sup>2</sup>, B. K. Kotti<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russian Federation

<sup>3</sup>Stavropol Anti-Plague Research Institute, Stavropol, Russian Federation

<sup>4</sup>North Caucasus Federal University, Stavropol, Russian Federation

**Abstract.** In natural plague foci around the world, 268 species of fleas were identified as naturally infected with plague (excluding subspecies). The vast majority of them are secondary or accidental vectors of infection. The role of the main vectors of plague is played by only a small part of this list. This is associated with the species and population physiological characteristics of insects that ensure the survival, accumulation and transmission of the plague microbe in the conditions of specific natural foci and the evolutionary history of the interaction of such species of fleas with the pathogen. The work analyzed the epizootological significance of individual flea species in 143 separate natural foci of Eurasia. 156 species of fleas were found naturally infected with plague here. Of these, only 37 (23.7 %) species are considered as the main carriers of the plague pathogen in at least one of the natural plague foci. 8 species of fleas act as the main vectors in 10 or more separate outbreaks. In 41 natural outbreaks (28.9 %), the only main vector is the flea *Oropsylla silantiewi*. Probably, the evolution of the plague pathogen as a species is primarily associated with the development of a new ecological niche through the colonization of the gastrointestinal tract of fleas of this species by an ancestral microorganism.

В недавно опубликованной сводке по природным очагам чумы мира указывается, что к настоящему времени найдены естественно зараженными возбудителем чумы 303 вида и подвида переносчиков (Атлас ... , 2022), среди которых 280 видов и подвидов относятся к блохам. Ревизия этого списка (без учета подвидов и с дополнением известных находок, не вошедших в приведенный перечень инфицированных видов) дает основания утверждать, что в мире в природе зараженными чумой найдены 268 видов блох. Распространенное мнение о том, что все эти насекомые принимают сходное участие в циркуляции возбудителя чумы в природе, ошибочно. Подавляющее большинство видов

блех, обнаруженных зараженными возбудителем чумы, в природе являются второстепенными или случайными переносчиками инфекции. В общем плане, кровососущее членистоногое любого вида, напившись инфицированной крови больного животного, способно некоторое время сохранять в своем организме возбудитель чумы, но это совсем не означает, что данный вид может сохранять в себе чумной микроб длительное время и передавать его новым теплокровным животным. Роль основных переносчиков чумы играет лишь относительно небольшая часть из этого списка. Данное обстоятельство связано с видовыми и популяционными физиологическими особенностями насекомых, обеспечивающими выживание, накопление и передачу чумного микроба в условиях конкретных природных очагов, и эволюционной историей взаимодействия таких видов блох с патогеном (Вержуцкий, Балахонов, 2016).

На территории Евразии, исходя из имеющейся информации, находится как минимум 143 отдельных природных очага чумы (Каримова, Неронов, 2007; Атлас ... , 2022; Медведев и др., 2023). Здесь естественно инфицированных возбудителем чумы обнаружено 156 видов блох. Для сравнения, в Северной Америке выявлено спонтанное бактерионосительство чумного микроба у 58 видов насекомых этой группы, в Африке – у 35, в Южной Америке – у 30, в Океании – 6. Столь обширное представительство когда-либо сталкивавшихся с чумой блох в Старом Свете связано с центром происхождения чумы, который, как мы считаем, несомненно, расположен в пределах Евразийского континента.

Из найденных зараженными в Евразии 156 видов блох только 37 (23,7 %) рассматриваются как основные переносчики возбудителя чумы хотя бы в одном из природных очагов чумы мира. При этом 8 видов блох выступают в качестве основных переносчиков на территории 10 и более отдельных очагов. Это *Oropsylla silantiewi* (59 из 143 известных природных очагов); *Xenopsylla cheopis* (17 очагов); *Citellophilus tesquorum* (15); *Nosopsyllus laeviceps* (14); *Xenopsylla skrjabini* (14); *Xenopsylla conformis* (13); *Neopsylla pleskei* (12); *Xenopsylla gerbilli* (11). По результатам проведения экспериментальных работ с репрезентативными выборками этих насекомых, почти для всех перечисленных видов установлена способность к длительному сохранению возбудителя чумы в организмах и способность эффективно передавать чумной патоген здоровым животным (Иофф, 1941; Burroughs, 1947; Kartman, 1957; Бибилова, Алексеев, 1969; Новокрещенова, 1970; Бибилова, Классовский, 1974; Воронова, Феоктистов, 1979; Ващенко, 1984; Hinnebusch, 2005; Базанова, 2009; Hinnebusch et al., 2017). С другой стороны, значительная часть представителей отряда блох неспособна к передаче инфекции или эта способность выражена слабо. В отношении длительности бактерионосительства также большинство видов блох достаточно быстро избавляется от чумного микроба и не может сохранять его сколько-нибудь длительное время (Бибилова, Классовский, 1974; Ващенко, 1988; Базанова, 2009).

Среди 143 описанных природных очагов чумы Евразии 70 (49 %) имеют одного основного переносчика. В 41 природном очаге (28,9 %) единственным основным переносчиком является блоха *Oropsylla silantiewi*. Все эти очаги приурочены к горным системам Центральной Азии, от Маньчжурии на востоке до Памира на западе, от Забайкалья и Монголии на севере до предгорий Гималаев на юге. Вероятно, эволюция возбудителя чумы как вида первично связана с освоением новой экологической ниши путем заселения предковым микроорганизмом желудочного тракта блох данного вида. *Oropsylla silantiewi* является специфическим паразитом сурков, чье происхождение связывают с горными степями Центральной Азии.

В 14 очагах единственным переносчиком считается блоха *Xenopsylla cheopis*. Эти очаги, несомненно, имеют более позднее происхождение и связаны с крысами нескольких видов, первично обитавших в тропических биоценозах Южной и Юго-Восточной Азии (Медведев и др., 2023). В 5 очагах чумы Евразии, в регионе Ближнего Востока, циркуляцию возбудителя поддерживает вид, связанный с несколькими видами песчанок – *Xenopsylla buxtoni*. Еще в четырех очагах чумы в качестве единственного перенос-

чика выступают паразитирующий на сусликах *Citellophilus tesquorum* (здесь очаги разбросаны от Кавказа на западе до Маньчжурии на востоке) и ассоциированный с индийской песчанкой *Xenopsylla astia* (очаги находятся на территории Западной Индии и Пакистана). Кроме того, еще два очага песчаночьего типа, имеющих одного основного переносчика, находятся на Аравийском полуострове (*Xenopsylla nubica*) и в Джунгарской котловине Синьзян-Уйгурского района Китая (*Xenopsylla skrjabini*).

Среди очагов чумы Старого Света 43 очага (30,1 %) имеют по два основных переносчика инфекции. Наиболее представительны тандемы блох *Xenopsylla conformis* – *Nosopsyllus laeviceps* (7 очагов песчаночьего типа); *Oropsylla silantiewi* – *Callopsylla dolabris* (6 очагов, где основными носителями выступают сурки); *Citellophilus tesquorum* – *Neopsylla setosa* (5 очагов с сусликами как основными носителями); *Callopsylla caspia* – *Nosopsyllus consimilis* (3 природных очага полевочьего типа); *Xenopsylla astia* – *Xenopsylla cheopis* (3 очага, здесь основными носителями являются крысы рода *Rattus*). Другие варианты содоминирования основных переносчиков встречаются в одном-двух случаях.

На рассматриваемой территории 24 природных очага чумы имеют по три основных переносчика. Из этих очагов большая часть (14) связаны с песчанками, чаще – с большой песчанкой *Rhombomys opimus*. Еще 4 очага ассоциированы с полевками. Только два природных очага чумы Евразии отличаются 4 основными переносчиками, это очаги сочетанного типа с участием сурков и полевок и, соответственно, свойственных им блох и геновариантов возбудителя. Так как в этих очагах имеются самостоятельные независимые системы «носитель – переносчик – возбудитель», часто разделенные и биотопически, то такие образования правильнее считать самостоятельными очагами на одной общей территории.

И, наконец, в 4 очагах исследователи отмечают наличие 6 и более основных переносчиков, все они связаны с основным носителем – монгольской пищухой. Изучение особенностей циркуляции возбудителя чумы в таких очагах показало, что отдельные виды блох берут на себя роль основного переносчика на разных фазах эпизоотического цикла.

Таким образом, можно предполагать, что каждый природный очаг чумы прошел длительный эволюционный путь, в процессе взаимодействия компонентов эпизоотической триады определилось и конкретное число переносчиков, обеспечивающих сохранение возбудителя на его территории. Наиболее древними очагами, по нашему мнению, следует считать моновекторные очаги сурчиного типа с основным переносчиком – блохой *Oropsylla silantiewi*.

# О СИСТЕМАТИЧЕСКОМ ПОЛОЖЕНИИ *HAEMAPHYSALIS JAPONICA* WARBURTON, 1908, МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ И НОВЫХ НАХОДКАХ В ГРАНИЦАХ И ЗА ПРЕДЕЛАМИ ВИДОВОГО АРЕАЛА

Ю. А. Вержуцкая<sup>1</sup>, А. Я. Никитин<sup>1</sup>, В. А. Рар<sup>2</sup>, Я. П. Иголкина<sup>2</sup>, Т. В. Зверева<sup>3</sup>,  
Н. С. Гордейко<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ФГБУН Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН,  
Новосибирск, Россия

<sup>3</sup>ФКУЗ Приморская противочумная станция Роспотребнадзора, Уссурийск, Россия

**Аннотация.** На территории Дальнего Востока России обитает *Haemaphysalis japonica* Warburton, 1908, который не образует самостоятельного подвида. На острове Аскольд (Японское море) и в районе отрогов Синего хребта (Сихотэ-Алинь, Приморский край) выявлены особи *H. japonica* с особым морфологическим строением (доля 2,7 %). Описана новая находка взрослой особи *H. japonica* в Иркутской области вблизи озера Байкал. Последнее означает, что все или отдельные фазы развития этого вида способны перезимовывать в условиях резко континентального климата, при условии смягчающего влияния на погодные условия озера Байкал и тенденции к повышению среднегодовых температур воздуха.

## ON THE SYSTEMATICS OF *HAEMAPHYSALIS JAPONICA* WARBURTON, 1908, MORPHOLOGICAL VARIABILITY AND NEW FINDINGS WITHIN AND OUTSIDE THE AREAL

Yu. A. Verzhutskaya<sup>1</sup>, A. Ya. Nikitin<sup>1</sup>, V. A. Rar<sup>2</sup>, Ya. P. Igoalkina<sup>2</sup>, T. V. Zvereva<sup>3</sup>,  
N. S. Gordeiko<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Institute of Chemical Biology and Fundamental Medicine SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>3</sup>Primorye Plague Control Station, Ussuriysk, Russian Federation

**Abstract.** The territory of the Russian Far East is inhabited by *Haemaphysalis japonica* Warburton, 1908, which does not form an independent subspecies. Individuals of *H. japonica* with a special morphological structure were identified, living on Askold Island in the Sea of Japan (2.7 %) and in the area of the spurs of the Blue Ridge Mountain (Sikhote-Alin, Primorye). Finds of adult *H. japonica* specimens were noted in the Irkutsk region near Lake Baikal. The latter means that all or individual phases of development of this species are capable of overwintering in conditions of a sharply continental climate, subject to a mitigating influence on the weather conditions of Lake Baikal and a tendency to increase average annual air temperatures.

**Введение.** Иксодовые клещи *Haemaphysalis japonica* Warburton, 1908 на территории Российской Федерации встречаются в Амурской области и Приморском крае (включая острова Японского моря). За рубежом распространены в восточном Китае, на Корейском полуострове и островах Японии: Кюсю, Хонсю и Хоккайдо (Померанцев, 1950; Kitaoka, 1985; Филиппова, 1997).

**Цель.** Обобщение данных о систематическом положении *H. japonica*, характере морфологического разнообразия и распространении вида в российской части ареала.

**Результаты и обсуждение.** До недавнего времени считалось, что на континенте, а также на о. Хоккайдо обитает подвид *H. japonica douglasi* Nuttall et Warburton 1915, на прочих островах Японии – подвид *H. japonica japonica* Warburton, 1908. Впервые форма *douglasi* описана в 1915 г. как вариант вида *H. japonica* под названием «*H. japonica* var. *douglasi* Nuttall et Warburton, 1915 n. var.» по четырем самцам, собранным в провинции



Шенси (Северный Китай) в 1909 г. (Nuttall et Warburton, 1915). Известный к тому моменту вид *H. japonica* Warburton, 1908 в той же монографии был переописан по самцам из Хондо (о. Кюсю, Япония), хранящимся в Британском музее и ошибочно определенным Л. Ж. Ньюманном как *H. flava*. Кроме того, авторы указывают, что в их коллекции имеются 24 самца *H. japonica* из Кансу, Китай (Nuttall et Warburton, 1915). Несмотря на то что Кансу (Kansu или Gansu, Ганьсу) это провинция на севере центральной части Китая, впоследствии принято было считать вариант *H. japonica japonica* островным (так как описан по самцам с японских островов), а *H. japonica douglasi* – материковым (так как описан по экземплярам материковой части Китая). В дальнейшем, как пишет Н. А. Филиппова (1997), варианты стали рассматривать как подвиды без переисследования серийного материала. Так, Б. И. Померанцев (1950) принимал вариант *douglasi* за подвид. Подвидовой статус время от времени подвергался сомнению, например, в монографии 1971 г. авторы пишут о необходимости его уточнения (Yamaguti et al., 1971), ссылаясь на устное сообщение Г. Хугстраала, который считал подвиды идентичными. Тем не менее в 1985 г. в определителе родов *Haemaphysalis* японской фауны *H. japonica* и *H. douglasi* приведены в качестве самостоятельных видов (Kitaoka, 1985). В фундаментальной монографии (Филиппова, 1997) высказано мнение, что различия в морфологии двух форм отражают не видовую, а внутривидовую изменчивость, и, следовательно, вид *H. japonica* представлен двумя подвидами – материковым и островным. На основании вывода этой монографии и ряда более ранних исследований (Померанцев, 1950; Опыт создания ... , 1974) для российских специалистов стало правилом указывать в публикациях, что на Дальнем Востоке обитает подвид *H. j. douglasi*. Под этим триноменом он приводится и в актуальном списке иксодид России (Цапко, 2020). В Японии, однако, после S. Kitaoka (1985) и до 2014 г. в большинстве публикаций *H. japonica* и *H. douglasi* рассматривались как виды, а не подвиды (Nakao et Ito, 2014). В списках действительных видовых названий иксодовых клещей мировой фауны 2010 г., а затем и в 2020 г., игнорируется как *H. douglasi*, так и деление вида на подвиды, в качестве действительного дается только *Haemaphysalis japonica* Warburton, 1908, но без обоснования результатов проведенной ревизии (Guglielmone et al., 2010; 2020).

Считалось, что самцы *douglasi* отличаются от типичной формы *japonica* меньшими размерами, более крупным вентральным зубцом III членика пальп и более узкой формой тела, более спрямленными сторонами конскутума и формой краевых борозд (Nuttall et Warburton, 1915; Померанцев, 1950). Однако, как указывает Н. А. Филиппова (1997), такие признаки как форма идиосомы и краевых борозд, а также величина вентрального зубца III членика пальп, могут широко варьировать в пределах вида *H. japonica*, в том числе вследствие недостаточного насыщения нимфальной фазы. При этом в работах по таксономии и систематике не приводятся диагностические признаки самок подвидов *H. j. japonica* и *H. j. douglasi*. На момент первоописания самки были неизвестны, а в дальнейшем отличия их морфологии в известной нам литературе не обсуждаются.

В 2014 г. японские исследователи показали, что *H. douglasi* и *H. japonica* – это один вид *H. japonica*; идентичность видов установлена по фрагментам митохондриального гена большой субъединицы рибосомальной РНК (rrnL) и ядерного внутреннего транскрибируемого спейсера рибосомных генов (ITS2) (Nakao et Ito, 2014). В списке видов иксодид Японии 2018 г. (Kwak, 2018) уже приводится только *H. japonica* со ссылкой на M. Nakao, T. Ito (2014) и указанием недействительности таксона *H. douglasi* вследствие допущенных таксономических ошибок при возведении *H. japonica douglasi* в видовой ранг – формальное описание так и не было дано, а типы никогда не обозначались (Kwak, 2018). До этого считалось, что на острове Хонсю обитает *H. japonica*, а на о. Хоккайдо – *H. douglasi*. Таким образом, молекулярно-генетическими методами установлено единство вида на материале с Японских островов, т. е. между островными популяциями нет существенных генетических различий.

Хотя японские авторы не изучали клещей с территории России, мы полагаем, что после указанных исследований в настоящее время деление вида *H. japonica* на подвиды не имеет значимых доказательств, и значит, *H. j. douglasi* не является самостоятельным подвидом. Полученные данные о генетическом единстве *H. douglasi* и *H. japonica* и отсутствие четких морфологических доказательств существования двух видов (подвидов) свидетельствуют в пользу существования одного вида – *H. japonica* Warburton, 1908, который, следовательно, и обитает на Дальнем Востоке России.

В 2023 г. на о. Аскольд (Японское море) нами собрано 223 самки *H. japonica*, из которых 217 особей были однозначно идентифицированы классическим и генетическим методами как *H. japonica*, а шесть самок по ряду морфологических признаков отличались от других. Эти самки проявляли морфологическое сходство как с *H. flava* Neumann, 1897 (поскольку имели короткий медиальный зубец I коксы при более длинном зубце IV коксы, либо боковые склериты на генитальном отверстии, либо крупные корнуа, причем эти признаки встречались в разных сочетаниях, вместе или по отдельности), так и с *H. japonica* (форма пальп). Молекулярно-генетическое исследование, основанное на анализе митохондриального гена *cox1*, позволило установить, что пять нетипичных самок являются *H. japonica*. Одна самка сохранена в коллекции, без проведения генетического анализа. Следовательно, на о. Аскольд впервые выявлена группа самок (2,7 % от числа особей вида), имеющих морфологические отличия от типичных *H. japonica*. Еще одна самка *H. japonica*, фенотипически схожая с обнаруженными на о. Аскольд нетипичными особями, найдена на 39 км трассы Спасск – Варфоломеевка (отроги Синего хребта горной области Сихотэ-Алинь) в 2024 г., генетический анализ этой особи еще не проведен. Таким образом, в популяциях *H. japonica* Южного Приморья изредка регистрируются клещи с хорошо диагностируемым морфологическими признаками, сближающими их с представителями *H. flava*, что может быть следствием гибридизации указанных видов.

В последней четверти XX в. в широколиственных лесах Южного Приморья на отдельных участках материка в большом количестве регистрировали *H. japonica*. Это же наблюдали на островах Японского моря: Русский, Попова, Рейнеке, Рикорда, Большой Пелис, Фуругельма, Путятина, Аскольд (Колонин, 1986; Филиппова, 1997; Болотин, 2004). В XXI в. этот вид продолжают достаточно часто находить в континентальной части юга Приморья (Гордейко, 2019). Его обитание подтверждено нами на островах Русский, Попова, Путятина, Аскольд, однако на о. Рейнеке, где ранее он обитал, при исследовании более 1000 клещей данный вид не обнаружен. Обилие *H. japonica* на всех островах, исключая о. Аскольд, снизилось.

Обсуждаемая выше область встречаемости *H. japonica* находится в границах видového ареала, в этих пределах вид может мигрировать при участии крупных и средних животных, являющихся основными его прокормителями, а преимагинальные фазы, кроме того, на птицах (Филиппова, 1997). Вместе с тем зарегистрировано несколько находок (5 самцов) *H. japonica* в Восточной Сибири на территории Иркутской области, т. е. за тысячи километров от известного ареала; точки обнаружения клещей образуют треугольник со сторонами 38, 41 и 62 км (Вершинин и др., 2014; Вершинин, Мельникова, 2023). В начале июня 2024 г. нами на 43 км Байкальского тракта обнаружена самка *H. japonica*. Возможно два объяснения этим фактам. Во-первых, можно допустить, что вид периодически заносится на территорию Иркутской области на птицах с присосавшимися к ним неполовозрелыми фазами клещей, которые после насыщения кровью на следующий сезон линяют во взрослую форму. Во-вторых, возможно, на территории Иркутской области сформировалась самостоятельная микропопуляция *H. japonica*. Ни то, ни другое предположение в настоящее время не обоснованы. По первой гипотезе не ясно, какие виды птиц мигрируют из Приморья или Японии на территорию Иркутской области в район озера Байкал в весенний сезон – первый пик активности *H. japonica* в Приморье, когда возможен контакт клещей и прокормителей. Второе предположение наталкивается на слож-

ность с объяснением факта крайне редких и разрозненных в пространстве находок *H. japonica*, несмотря на ежегодно проводимый масштабный мониторинг популяций клещей, обитающих вдоль Байкальского тракта и в других районах Иркутской области. Интересно отметить, что оба предположения допускают способность всех или отдельных фаз развития *H. japonica* переносить зимы резко континентального климата района их находок.

Виды рода *Haemaphysalis* (в том числе *H. japonica*) являются дополнительными переносчиками вируса клещевого энцефалита с меньшим эпидемиологическим значением в распространении этой инфекции по сравнению с клещами рода *Ixodes*. Более важную эпидемиологическую роль *H. japonica* имеет как переносчик возбудителей риккетсиозов и туляремии (Опыт создания ... , 1974; Филиппова, 1997; СанПиН 3.3686-21). У собранных нами на территории южного Приморья особей *H. japonica* установлена инфицированность двумя представителями рода *Rickettsia*: *R. principis*, *R. tarasevichiae*, со значительным преобладанием первого вида.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАДНЫХ УЧАСТКОВ МОНГОЛЬСКОЙ ЧАСТИ ТРАНСГРАНИЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬСКОГО ОЧАГА ЧУМЫ

Е. А. Вершинин<sup>1</sup>, А. Б. Мошкин<sup>2</sup>, И. М. Махинова<sup>2</sup>, Н. Г. Ревенская<sup>2</sup>,  
Ц. Гэрэлмаа<sup>3</sup>, Ч. Эрдэнэчимиг<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ФКУЗ Читинская противочумная станция, Чита, Россия

<sup>3</sup>Центр по изучению зоонозных инфекций Хэнтийского аймака, Чингисхот, Монголия

**Аннотация.** Особенностью трансграничных очагов является отсутствие естественных преград, препятствующих распространению носителей, переносчиков и возбудителя инфекции. Мониторинг состояния приграничных территорий – это один из важнейших способов обеспечения санитарного благополучия населения нашей страны. В отличие от восточных, западные участки монгольской части Забайкальского трансграничного очага чумы сохранили богатство и разнообразие животного населения. Здесь распространен монгольский сурок, являющийся объектом охотпромысла местного населения. Последний случай заболевания человека чумой произошел в 2023 г. Ежегодные обследования не выявили возбудителя чумы у носителей и переносчиков.

## CURRENT STATE OF THE WESTERN AREAS OF THE MONGOLIAN PART OF THE TRANSBAIKAL PLAGUE FOCUS

E. A. Vershinin<sup>1</sup>, A. B. Moshkin<sup>2</sup>, I. M. Makhinova<sup>2</sup>, N. G. Revenskaya<sup>2</sup>,  
D. Gerelma<sup>3</sup>, Ch. Erdenechimig<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Chita Anti-Plague Station, Chita, Russian Federation

<sup>3</sup>Center for the Study of Zoonotic Infections of the Khent Aimag, Chingis Khot, Mongolia

**Abstract.** A feature of transboundary foci is the absence of natural barriers that prevent the spread of carriers, vectors and pathogens. Monitoring the condition of border areas is one of the most important approaches of ensuring the sanitary well-being of the population of our country. Unlike the eastern, western sections of the Mongolian part of the Trans-Baikal transboundary plague focus have retained the richness and diversity of the animal population. The Mongolian marmot is common here and is hunted by the local population. The last human case of plague occurred in 2023. Annual examinations did not lead to the detection of the pathogen on carriers and vectors.

**Введение.** Трансграничные очаги чумы по определению располагаются на территории нескольких государств. С одной стороны, это привлекает к ним внимание сразу с нескольких сторон, с другой – придает им особое значение. Обоснованием для проведения обследования западных участков монгольской части Забайкальского трансграничного очага чумы послужило следующее. Во-первых, близость к государственной границе Российской Федерации и Монголии. Во-вторых, высокая эпизоотологическая и эпидемиологическая активность очага в исторической ретроспективе (последний случай заболевания человека чумой в Хэнтийском аймаке зарегистрирован 08.08.2023). В-третьих, значительная миграционная активность населения РФ (Республика Бурятия и Забайкальский край) и Монголии, возрастающие международные туристические и экономические связи и другие факторы, придающие эпидемиологическую значимость данному региону.

**Цель.** Дать характеристику обследованной территории с точки зрения эпидемиологической и эпизоотологической значимости.

**Материалы и методы.** Материалом для анализа послужили литературные сведения, результаты обследования предыдущих исследователей и результаты обследования территории последних лет.

**Результаты и обсуждение.** Территория обследования принадлежит к южной и юго-восточной окраине Хангай-Хэнтейской горной провинции. Рельеф выражен весьма отчетливо. Он характеризуется чередованием разветвленных холмистых гряд, со сглаженными вершинами, с широкими степными долинами (долина рек Хурх, Сайхан, Жаргалтан, Ульдзя и т. д.). По верхней части северных склонов, а также по вершинам распадков южной экспозиции распространены лиственничные леса с незначительной примесью березы и осины (редко – сосны). Днища понижений хорошо увлажнены, часто заболочены, имеют постоянные или временные водотоки. Прилегающие участки являются кочкарниковыми лугами, постепенно переходящими в типичные степи. Степные фитоценозы достаточно разрежены (средние и верхние части склонов) и принадлежат к варианту сухих степей. Наиболее широко в сухих степях представлены злаково-ковыльные (змеевко-ковыльные, вострцово-ковыльные) и разнотравно-злаковые (полынно-змеевковые) ассоциации.

Как следует из паспорта Хурхинского мезоочага чумы (1986), здесь с 1896 по 1957 г. зарегистрированы 24 эпизоотии. Наиболее часто они проявлялись на участках горных степей по обоим берегам Жаргалант Гол и Хурхын Гол и на юг до окрестностей Умндылгыра. В 1981 г. монгольской службой особо опасных инфекций выявлена эпизоотия среди тарбаганов. С 1983 по 1985 г. эпидотряды Читинской противочумной станции ежегодно обнаруживали эпизоотии чумы на территории от поселка Хэнтий до центра сомона Умндылгыр. Ими было изолировано 10 штаммов возбудителя чумы от добытых носителей и 25 от трупов и останков сурка. Тарбаган заселял все открытые участки горных степей. В тот период наиболее плотные поселения зверька были приурочены к пониженным увлажненным местам днищ средних и крупных падей. В настоящее время, возможно, благодаря хозяйственному освоению данных участков (пашни, огороды) поселения частично сместились в более верхние элементы рельефа.

Эпизоотическая активность Монгун-Морьтского природного очага чумы регистрировалась с 1952 г. до 1958 г. и в 1967 г. (Вержущкий, Адъясурен, 2019).

Зун-Хэнтийский очаг последний раз проявил себя 08.08.2023 sporadическим случаем алиментарной формы чумы. Зараженный сурок был добыт со слов охотника на тарбаганов в окрестностях Сайхан-Овоо в долине Сайхан, в 100 км от государственной границы с Россией. Ранее очаг проявлял себя только в 1931 г. (Батсух и др., 1988). В 2019 г. (Дадал) и 2022 г. (Батноров) Зун-Хэнтийский очаг обследовался эпидотрядами российско-монгольских специалистов, эпизоотических проявлений не было зарегистрировано.

Во всех трех очагах основной носитель – сурок монгольский, основной переносчик – его блоха *Oropsylla silantiewi*.

При мониторинге очагов в каждом секторе обследовались участки с различными станциями – луго-полевые биотопы по долинам рек, заселенные сусликом длиннохвостым; склоны хребтов, занятые горностепными сообществами с обитаемыми колониями сурка, а также окрестности облесенных склонов гор, где также нередко регистрировались жилые норы сурка монгольского. Необходимо отметить, что данная территория подвергается высокой пастбищной нагрузке. Численность основного носителя чумы на обследованной территории сурка монгольского в настоящее время находится на низком уровне и в среднем составляет 3–5 посещаемых нор на 1 га; а численность второстепенного носителя суслика длиннохвостого в оптимальных биотопах высокая, в среднем 5–7 зв/га; полевка Брандта занимает ограниченные участки по южной части Зун-Хэнтийского очага (до 10 жилых колоний на га в окрестностях Жаргалгалтхаан), наиболее плотные поселения зверька данного вида отмечаются по территории Хурхинского очага; популяция пищухи даурской находится в глубокой депрессии. Встречаемость хищных птиц: черный коршун до 10–15 экз. на 10 км маршрутах. Также отмечены черный гриф, пегий лунь, курганник мохноногий.

По результатам учетных сборов, во входах нор тарбагана отмечены блохи четырех видов, что может свидетельствовать о межвидовых контактах носителей. Все паразиты весьма немногочисленны – индексы обилия (ИО) составили: *Oropsylla alaskensis* 0,02, *Citellophilus tesquorum*, *O. silantiewi* и *Neopsylla bidentatiformis* – по 0,01. Во входах нор длиннохвостого суслика три вида блох: *C. tesquorum* (ИО 1,02), *Frontopsylla luculenta* (ИО 0,35) и *N. bidentatiformis* (ИО 0,3) (по данным 2023 г.). Здесь зарегистрированы нимфы *Ixodes crenulatus* (ИО 0,06). Во входах нор полевки Брандта и на самих зверьках зарегистрированы ее специфические паразиты – *Neopsylla pleskei* и *Amphipsylla primaris*.

На средних склонах гор, занятых разнотравно-ковыльно-вострецовыми формациями, отмечено до семи непосещаемых нор тарбагана на 1 га, одна нежилая колония стадной полевки на 1 га и до трех посещаемых нор длиннохвостого суслика на 1 га. На верхних склонах гор иногда отмечался 1 жилой бутан монгольского сурка (до 6–7 нор на бутане) на 1 га. На нижних склонах гор и днищах падей регистрировалось до одной жилой колонии на 1 га стадной полевки. Верхние склоны и привершинные участки с разреженным травостоем местами заняты обширными жилыми колониями полевки Брандта. После противозооэпизоотических мероприятий сурок вблизи урочища Сайхан-Овоо отсутствовал, повторных случаев заболевания в очаге не регистрировалось.

Западные участки монгольской части Забайкальского трансграничного очага чумы сохранили богатство и разнообразие животного населения. Высокая степень хозяйственного освоения территории, миграционной активности и подвижности населения придают описываемой территории особое значение. Значимы данные участки и их биоценозы как эталон относительно «слабоэпизоотийного» очага. Дальнейшие наблюдения весьма желательны.

# ВЕРИФИКАЦИЯ ТОЧНОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СУСПЕНЗИИ ЧУМНОГО МИКРОБА

С. А. Витязева, Р. И. Пещерова, В. И. Кузнецов, Ж. А. Коновалова

ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

**Аннотация.** Обеспечение точности приготовления бактериальных суспензий для микробиологических исследований в рамках функционирования системы менеджмента качества (СМК) испытательного лабораторного центра (ИЛЦ) ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора (Институт) является важным звеном в получении достоверных результатов. Сотрудники отдела микробиологии чумы и отделения обеспечения качества разработали алгоритм верификации точности приготовленных взвесей чумного микроба с расчетом процента прорастания *Yersinia pestis* subspecies *pestis* И-2179 и прецизионности (коэффициента вариации) микробиологического метода. Среднее значение показателя прорастания составило 61,7 %, коэффициента вариации 17 %, что соответствует критериям приемлемости, высокого уровня подготовки персонала и подтверждает качество питательной среды.

## VERIFICATION OF THE PLAGUE MICROBE SUSPENSION ACCURACY PREPARATION

S. A. Vityazeva, R. I. Pescherova, V. I. Kuznetsov, Zh. A. Konovalova

Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** Ensuring the accuracy of the preparation of bacterial suspensions for micro-biological studies within the framework of the quality management system (QMS) of the Testing Laboratory Center (TLC) of the Irkutsk Scientific Research Anti-Plague Institute (Institute) is an important link in obtaining reliable results. Employees of the Department of Plague Microbiology and the Department of Quality Assurance have developed an algorithm for verifying the accuracy of prepared plague microbe suspensions using the germination index *Yersinia pestis* subspecies *pestis* I-2179 and the precision (coefficient of variation) of the microbiological method. The average value of the germination index was 61.7 %, the coefficient of variation was 17 %, which meets the criteria of acceptability, a high level of staff training and confirms the quality of the nutrient medium.

**Введение.** Важным элементом обеспечения достоверных результатов микробиологических испытаний в рамках проведения внутрилабораторных процедур контроля качества является проверка соблюдения регуляторных требований к точности приготовления бактериальных суспензий с использованием бактериальных стандартов мутности. Оценка правильности приготовления бактериальной взвеси верифицируют чашечным методом.

В соответствии с действующей нормативной документацией при проверке точности выполнения микробиологических методик предлагается большое количество метрологических характеристик (показателей) и испытателям в диагностических лабораториях необходимо самим определить показатели для оценки точности и соответствия регуляторным требованиям приготовленной суспензии чумного микроба.

**Цель.** Верифицировать точность приготовления взвеси *Yersinia pestis* ssp. *pestis* И-2179.

**Материалы и методы.** В испытаниях использовали взвесь рабочей культуры *Yersinia pestis* ssp. *pestis* И-2179 (коллекция патогенных бактерий Института) с концентрацией  $10^9$  КОЕ, приготовленную в соответствии со стандартным образцом БАК-10 (СОП № 1-98-15), и инокулят целевого микроорганизма – *Yersinia pestis* ssp. *pestis* И-2179 с концентрацией 1000 и 100 КОЕ в мл.

Каждую бактериальную суспензию засевали в объеме 0,1 мл (100 КОЕ и 10 КОЕ) на три чашки с предварительно подсушенной питательной средой для культивирования чумного микроба (ЧПС, ФБУН ГНЦ ПМБ, Оболенск). После инкубирования в течение

48 ч при температуре (28±1) °С проводили подсчет колоний на каждой чашке с последующим вычислением процента выросших типичных колоний чумного микроба от числа засеянных микробных клеток (показатель прорастания) и прецизионности в условиях повторяемости (коэффициент вариации) в двух параллельных опытах, которые являются подтверждением правильности приготовления суспензии. Результаты считали действительными, если показатель прорастания при высеве 100 КОЕ составлял не менее 50 % (МУ 3.3.2.2124-06), коэффициент вариации не более 35 % (ОФС.1.1.0021.18), а соотношение выросших колоний из засеянных взвесей 100 и 10 КОЕ должно составить 10:1 (МУ 2.1.4.1057-01).

**Результаты и обсуждение.** В результате исследования установлено: показатель прорастания составил 61,7 % при высеве суспензии чумного микроба в концентрации 100 КОЕ, а в концентрации 10 КОЕ – 6,2 %, что согласно МУ 2.1.4.1057-01 составляет 10:1; значение коэффициента вариации – 17 %.

Полученные результаты верификации метода приготовления бактериальных взвесей, а именно *Yersinia pestis* ssp. *pestis* И-2179, сотрудниками отдела микробиологии чумы с применением метрологических показателей, включая показатель прорастания чумного микроба и прецизионности в условиях повторяемости, свидетельствуют о правильном выполнении этапов подготовки культуры чумного микроба для дальнейшего микробиологического исследования и соответствии полученных результатов требованиям нормативных документов.

## СВОДНЫЙ АНАЛИЗ ШТАММОВ ВИРУСА БЕШЕНСТВА, ВЫДЕЛЕННЫХ В РОССИИ В 2003–2024 ГГ.

А. А. Герасименко, А. М. Горох, Р. В. Писанов, А. С. Водопьянов

ФКУЗ Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора, Ростов-на-Дону, Россия

**Аннотация.** Проанализировано 227 нуклеотидных последовательностей штаммов *Rabies lyssavirus*, выделенных на 30 административных территориях Российской Федерации от 17 видов животных в период с 2003 по 2024 г. Основными носителями возбудителя бешенства в рассматриваемой группе изолятов были рыжая лисица (*Vulpes vulpes*) и домашняя собака (*Canis lupus familiaris*); основными регионами их выделения – Владимирская область и Красноярский край.

## SUMMARY ANALYSIS OF RABIES VIRUS STRAINS ISOLATED IN RUSSIA IN 2003–2024

A. A. Gerasimenko, A. M. Gorokh, R. V. Pisanov, A. S. Vodopyanov

Rostov-on-Don Research Anti-Plague Institute, Rostov-on-Don, Russian Federation

**Abstract.** 227 sequences of Russian strains of *Rabies lyssavirus* were analyzed. It was found out that the studied isolates were registered in 30 administrative territories of the Russian Federation from 17 hosts in the period from 2003 to 2024. The main hosts of the rabies pathogen were red fox (*Vulpes vulpes*) and domestic dog (*Canis lupus familiaris*). The main regions of strain isolation were Vladimir region and Krasnoyarsk territory.

**Введение.** Бешенство – одно из опаснейших заболеваний, характеризующееся тяжелым поражением центральной нервной системы и вызывающее практически в 100 % случаев летальный исход без своевременной диагностики и специфической профилактики.

**Цель.** Оценить географию распространения возбудителя и его носителей для дальнейшей работы по установлению путей циркуляции штаммов *Rabies lyssavirus*.

**Материалы и методы.** Анализируемые геномы были загружены из базы данных NCBI Virus и российской базы данных VGARus. Дополнительно взяты последовательно-сти, полученные в ходе секвенирования штаммов на базе ФКУЗ Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора в 2021–2024 гг. из Ростовской области (11 геномов), Донецкой (1) и Луганской народных республик (1). Анализ выполнен с помощью табличного редактора Libre Office Calc.

**Результаты и обсуждение.** Среди скачанных геномов выбраны те, для которых была известна полная информация о регионе, годе выделения и носителе возбудителя. В итоге после фильтрации полученных данных для анализа было отобрано суммарно 227 последовательностей штаммов, представляющих полный геном или N ген (214 загруженных и 13 секвенированных штаммов), выделенных на 30 административных территориях Российской Федерации в период 2003–2024 гг.: Амурская, Астраханская, Белгородская, Владимирская, Волгоградская, Воронежская, Костромская, Курская, Липецкая, Московская, Нижегородская, Омская, Ростовская, Самарская, Смоленская, Тверская, Ярославская области; Алтайский, Забайкальский, Красноярский, Приморский края; Донецкая Народная Республика, Луганская Народная Республика, республики Алтай, Бурятия, Крым, Саха (Якутия), Тыва, Хакасия; Чукотский автономный округ от 17 видов животных: *Alces alces*, *Bos taurus*, *Canis aureus*, *Canis lupus*, *Canis lupus familiaris*, *Canis lupus tundrarum*, *Capra hircus*, *Capreolus capreolus*, *Equus caballus*, *Felis catus*, *Homo sapiens*, *Martes domestica*, *Nyctereutes procyonoides*, *Ovis aries*, *Ursus arctos*, *Vulpes lagopus*, *Vulpes vulpes*.

Выяснено, что основными носителями возбудителя бешенства являются рыжая лисица (*Vulpes vulpes*) и домашняя собака (*Canis lupus familiaris*); основными регионами изоляции штаммов – Владимирская область и Красноярский край.

Перспективными исследованиями в дальнейшем являются поиск маркерных мутаций для определенных групп штаммов в зависимости от их географического распространения, носителя возбудителя и других факторов с целью классификации по группам изолятов, выделенных на территориях Российской Федерации.

## АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭПИЗОТИЙНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ЧУМЫ НА ТЕРРИТОРИИ ТУВИНСКОГО ГОРНОГО ПРИРОДНОГО ОЧАГА ЧУМЫ ПО ИТОГАМ 2020–2024 ГОДОВ

Э. А. Глушков, И. С. Акимова

ФКУЗ Тувинская противочумная станция Роспотребнадзора, Кызыл, Россия

**Аннотация.** В сообщении приведен анализ проявлений эпизоотической активности в Тувинском природном очаге чумы за последние пять лет (2020–2024 гг.). Показано, что до 2022 г. эпизоотические проявления регистрировались на территории всех 11 мезоочагов чумы. Культуры патогена были изолированы только на территории Каргинского мезоочага. Серопозитивные находки и положительные результаты генодиагностических тестов отмечались во всех мезоочагах. С 2023 г. активные эпизоотии регистрируются исключительно в пределах Каргинского мезоочага. Предполагается, что при низкой эпизоотической активности технические возможности обнаружения присутствия возбудителя минимальны, в связи с этим утверждать о полном прекращении эпизоотий преждевременно.



# ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF EPIZOOTIC MANIFESTATIONS OF PLAGUE IN THE TERRITORY OF THE TUVNA MOUNTAIN NATURAL PLAGUE FOCI BASED ON THE RESULTS OF 2020–2024

E. A. Glushkov, I. S. Akimova

*Tuva Anti-Plague Station, Kyzyl, Russian Federation*

**Abstract.** The report provides an analysis of the epizootic activity manifestations in the Tuva natural plague focus over the past five years (2020–2024). It is shown that until 2022, epizootic manifestations were recorded on the territory of all 11 mesofoci of plague. Pathogen cultures were isolated only in the territory of the Karginsky mesofocus. Seropositive findings and positive results of gene diagnostic tests were observed in all mesofoci. Since 2023, active epizootics have been registered exclusively within the Karginsky mesofocus. It is assumed that with low epizootic activity, the technical capabilities of detecting the presence of the pathogen are minimal, and therefore it is premature to assert a complete cessation of epizootics.

Тувинский горный природный очаг чумы, расположенный на территории Монгун-Тайгинского, Овюрского и Тес-Хемского кожуунов Республики Тыва, – один из наиболее активных природных очагов чумы Российской Федерации. Он является северной окраиной очагов чумы Монголии, состоит из 11 автономных территориально разобщенных мезоочагов чумы площадью 10 862,2 км<sup>2</sup>. Участки очаговости относительно равномерно распределены по территории, но существенно различаются по активности эпизоотических процессов. Протяженность очага вдоль российско-монгольской границы составляет более 340 км. Такая огромная территория и значительная протяженность очага, расположение большей его части в отдаленных и труднодоступных местах значительно усложняет проведение эпизоотологического обследования, в связи с чем получение любых положительных находок сигнализирует об активности очага и требует обязательного проведения на данных территориях профилактических мероприятий.

**Монгун-Тайгинский кожуун.** На его территории расположены Каргинский, Моген-Буренский, Кара-Бельдырский, Аспайтинский, Барлыкский, Верхне-Барлыкский и Тоолайлыгский мезоочаги. Наиболее активным в эпизоотологическом плане является Каргинский участок очаговости. Он расположен в бассейне р. Каргы. Зона наиболее стойких эпизоотических проявлений приурочена к верхней и средней части долины р. Каргы, где проживают чабаны и члены их семей, населенные пункты отсутствуют.

**Овюрский кожуун** включает в себя территорию Саглинского, Боро-Шайского и Чозинского мезоочагов. Обследованию территории Овюрского кожууна уделяется особое внимание. После выделения культуры чумы от трупа тарбагана в 2012 г. на Боро-Шайском участке очаговости на протяжении 8 лет осуществлялся поиск эпизоотий на территории данного кожууна. До 2019 г. при обследовании выявлялись отдельные положительные серологические и генодиагностические находки. Формирование второго эпидотряда позволило с 2018 г. более плотно обследовать Боро-Шайский, Саглинский и Чозинский участки очаговости, и уже по итогам 2020 г. Овюрский кожуун по проявлениям эпизоотии чумы вплотную приблизился к Монгун-Тайгинскому. На территории Чозинского мезоочага в эти годы были открыты новые эпизоотийные участки (урочища Айлык-Бай, Улаа-Тай, Хамар).

В западной части территории **Тес-Хемского кожууна** расположен Деспенский мезоочаг, впервые выявленный в 2015 г. Положительные находки на чуму (серопозитивные пробы и/или положительные реакции генодиагностических тестов) в период с 2015 по 2022 г. выявлялись каждый сезон. Изучение данной территории продолжается.

## **Распределение положительных находок по мезоочагам**

### ***Площадь с положительными находками на чуму***

Всего за три года (с 2020 по 2022 г.) установленная площадь с положительными находками составила 7014 кв. км, в том числе:

1) Монгун-Тайгинский кожуун – 73,8 % (Каргинский мезоочаг – 70,1 %, Моген-Буренский – 17,6 %, Барлыкский – 3,2 %, Кара-Бельдырский – 2,8 %, Верхне-Барлыкский – 2,6 %, Аспайтинский – 2,2 %, Тоолайлыгский – 1,5 %);

2) Овюрский кожуун – 21,5 % (Чозинский мезоочаг – 59,7 %, Саглинский – 21,5 %, Боро-Шайский – 18,8 %);

3) Тес-Хемский кожуун – 4,7 % (Деспенский мезоочаг).

В 2023 г. и по состоянию на 01.08.2024 активная эпизоотия чумы зарегистрирована на территории только Каргинского мезоочага (в 2023 г. площадь эпизоотии составила 480,2 кв. км, общая площадь с положительными проявлениями 809,5 кв. км, по состоянию на 01.08.2024 – 82,3 кв. км и 576,7 кв. км соответственно). Во всех остальных мезоочагах на фоне относительно низкой численности носителей и переносчиков чумы наблюдалось отсутствие эпизоотических проявлений чумы (80,6 кв. км общей площади положительных проявлений на территории Кара-Бельдырского мезоочага в 2023 г. и 82,4 кв. км на территории Верхне-Барлыкского мезоочага на 01.08.2024).

### ***Выделение культур чумы.***

За период с 2020 по 2024 г. культуры чумы выделялись только на территории Каргинского мезоочага Монгун-Тайгинского кожууна (2020 г. – 14 культур, 2021 г. – 8, 2022 г. – 17, 2023 г. – 37, на 01.08.2024 – 3).

### ***Получение положительных серологических реакций от носителей.***

Проведение лабораторных исследований серологическим методом осуществлялось до 2022 г. включительно. С 2023 г. серологические исследования в системе реакций РПГА/РНАГ не проводятся в связи с отсутствием эритроцитарных диагностикумов. Всего за период с 2020 по 2022 г. получено 108 положительных серологических реакций, в том числе:

– Монгун-Тайгинский кожуун – 58,3 % (Каргинский мезоочаг – 69,8 %, Моген-Буренский – 20,6 %, Кара-Бельдырский – 4,8 %, Барлыкский – 3,2 %, Верхне-Барлыкский – 1,6 %);

– Овюрский кожуун – 38 % (Чозинский – 60,9 %, Боро-Шайский – 31,7 %; Саглинский – 7,4 %);

– Тес-Хемский кожуун – 3,7 % – Деспенский мезоочаг

### ***Получение положительных генодиагностических проб***

Всего за период с 2020 по 2022 г. получено 242 положительных генодиагностических результата, в том числе:

– Монгун-Тайгинский кожуун – 80,6 % (Каргинский – 83,8 %, Моген-Буренский – 8,9 %, Аспайтинский – 3,6 %, Верхне-Барлыкский – 1,2 %, Барлыкский – 1,0 %, Тоолайлыгский – 1,0 %, Кара-Бельдырский – 0,5 %);

– Овюрский кожуун – 17,8 % (Чозинский – 25,6 %, Боро-Шайский – 58,1 %, Саглинский – 16,3 %);

– Тес-Хемский кожуун – 1,6 % – Деспенский мезоочаг.

В 2023 г. и по состоянию на 01.08.2024 практически все положительные генодиагностические пробы были получены с территории только Каргинского мезоочага (в 2023 г. – 48 положительных ПЦР-проб, на 01.08.2024 – 41 позитивная проба). Во всех остальных мезоочагах наблюдалось отсутствие эпизоотических проявлений чумы (только по одной положительной ПЦР-пробе в ур. Хапши Кара-Бельдырского мезоочага в 2023 г. и ур. Пюштык-Бельдыр Верхне-Барлыкского мезоочага в 2024 г.).

Как следует из полученных данных, до 2022 г. на территории Монгун-Тайгинского кожууна регистрировалось активное развитие эпизоотийного процесса на Каргинском, Моген-Буренском, Кара-Бельдырском, Тоолайлыгском, Верхне-Барлыкском и Аспайтинском участках очаговости. С 2023 г. – активен только Каргинский мезоочаг.

На территории Овюрского кожууна также до 2022 г. отмечалась тенденция к расширению границ эпизоотии и развитию эпизоотийного процесса в Барлыкском, Чозинском, Саглинском и Боро-Шайском участках. С 2023 г. – активность не регистрируется.

На территории Тес-Хемского кожууна (Деспенский мезоочаг) с 2022 г. положительные находки, свидетельствующие о протекающих здесь эпизоотиях чумы, не выявляются.

Таким образом, по имеющейся на настоящее время информации, учитывая значительную протяженность и труднодоступность очага, однозначно утверждать, что возбудитель чумы полностью элиминировался с территорий Деспенского, Чозинского, Саглинского, Боро-Шайского, Барлыкского, Тоолайлыгского, Моген-Буренского и Аспайтинского мезоочагов, нет оснований. Можно предположить два возможных варианта развития эпизоотического процесса: либо идет постепенное его затухание на территории 10 мезоочагов, либо процесс остается на прежнем уровне, но не диагностируется с учетом ограниченных возможностей обследования всех мезоочагов в оптимальный период. Различные эпизоотии чумы в настоящее время нигде на территории очага не регистрируются.

## ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ШТАММОВ *YERSINIA PESTIS* ЦЕНТРАЛЬНОАЗИАТСКОГО ПОДВИДА, ВЫДЕЛЕННЫХ В СИБИРИ И МОНГОЛИИ В XX–XXI ВВ.

А. В. Григорьевых, С. В. Балахонов, С. А. Витязева, М. Б. Ярыгина

*ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Представлены результаты филогенетического анализа 62 штаммов *Yersinia pestis* ssp. *central asiatica*, изолированных в 1961–2021 гг. на территории Российской Федерации и Монголии. Полученные данные позволили уточнить существующую информацию о популяционной структуре штаммов алтайского биовара, распространенных на территории Юго-Восточного Алтая и Северо-Западной Монголии. Также в ходе исследования установлено, что штаммы биовара *microtus*, циркулирующие в центральных аймаках Монголии, представляют собой отдельную популяцию, отличающуюся от изолятов этого биовара из Китая.

## PHYLOGENETIC ANALYSIS OF *YERSINIA PESTIS* STRAINS OF THE CENTRAL ASIAN SUBSPECIES ISOLATED IN SIBERIA AND MONGOLIA IN THE XX–XXI CENTURIES

A. V. Grigorievkh, S. V. Balakhonov, S. A. Vityazeva, M. B. Yarygina

*Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** The paper presents the results of phylogenetic analysis of 62 strains of *Yersinia pestis* ssp. *central asiatica* isolated in 2023–2024 on the territory of the Russian Federation and Mongolia. The data obtained made it possible to clarify the existing information on the population structure of strains of the biovar *altaica* common in the South-Eastern Altai and North-Western Mongolia. The study also established that strains of the *microtus* biovar circulating in the central aimags of Mongolia represent a separate population, which differs from isolates of this biovar from China.

**Введение.** Чума – особо опасное инфекционное заболевание, вызываемое грамотрицательной бактерией *Yersinia pestis*, природные очаги которого существуют в различных ландшафтно-географических зонах Евразии, Африки, Северной и Южной Америки (Barbieri et al., 2021). Три природных очага Российской Федерации (Горно-Алтайский высокогорный, Тувинский горный и Забайкальский степной) представляют собой северную оконечность Центрально-Азиатской зоны природной очаговости чумы. Благодаря многообразию климатических и ландшафтных условий, особенностям биоценотической структуры на территории природных очагов Сибири и Монголии циркулируют различные филогенетические группы чумного микроба (Riehm et al., 2012; Куклева и др., 2015; Eaton et al., 2023). К их числу относятся и штаммы *Y. pestis* ssp. *central asiatica* bv. *altaica* (0. PE4a) и bv. *microtus* (0. PE4m).

Установлено, что штаммы алтайского биовара центральноазиатского подвида эндемичны для Горно-Алтайского высокогорного очага Российской Федерации и ряда природных очагов Северо-Западной Монголии (Kutyrev et al., 2018; Eaton et al., 2023). Штаммы подветви 0. PE4m распространены в двух природных очагах Китая (Zhou et al., 2004; Cui et al., 2013), а также некоторых энзоотических территориях центральных аймаков Монголии (Куклева и др., 2015; Kutyrev et al., 2018).

Лишь небольшое число штаммов алтайского биовара изучено с применением SNP-анализа (Kutyrev et al., 2018; Никифоров и др., 2022), способного с большой точностью реконструировать филогенетические связи между штаммами патогена. Количество исследованных штаммов, относящихся к биовару *microtus* и выделенных в Монголии, к сегодняшнему дню ограничено тремя изолятами, геномы двух из которых находятся в свободном доступе (Kislichkina et al., 2015; Kutyrev et al., 2018). На современном этапе при комплексном исследовании свойств штаммов *Y. pestis* активно применяется полногеномное секвенирование, что дает возможность проводить SNP-типирование штаммов чумного микроба различной таксономической принадлежности, выделенных за длительный период изучения природных очагов Центральной Азии.

**Цель.** Филогенетический анализ штаммов *Y. pestis* ssp. *central asiatica*, изолированных в 1961–2021 гг. на территории Сибири и Монголии, по данным полногеномного секвенирования.

**Материалы и методы.** Проведено полногеномное секвенирование 62 штаммов чумного микроба центральноазиатского подвида, выделенных в 1961–2021 гг. в Горно-Алтайском высокогорном природном очаге Российской Федерации, а также на территории Баян-Ундэрского, Бухэн-Ульского, Заг-Байдрагинского, Сайлюгемского и Цэнгел-Хайрханского природных очагов чумы Монголии.

Культивирование штаммов *Y. pestis* проводилось на агаре Хоттингера (pH 7,2) при 28 °C в течение 48 ч. Геномная ДНК штаммов выделена при помощи наборов реагентов DNAeasy Blood & Tissue Kit (Qiagen) и HiPure Universal DNA Kit (Magen). Секвенирование проводили на платформах MiSeq System (Illumina) и DNBSEQ-G50 (BGI). Геномные библиотеки подготовлены согласно протоколам Illumina DNA Prep Reference Guide и MGIEasy FS DNA Library Prep Set User Manual.

Сырые прочтения, полученные на приборе MiSeq System, обработаны с использованием программы Trimmomatic v.0.39. Сборка геномов *de novo* осуществлена при помощи пакета SPAdes v. 3.15.5. Поиск коровых SNP в полученных контигах и последовательностях, взятых из NCBI GenBank, проведен с помощью программы Snippy v.4.6.0. В качестве референса использован геном штамма *Y. pestis* ssp. *pestis* CO92 (номер доступа GCF\_000009065.1). Из числа SNP были исключены 28 гомоплазийных полиморфизма. Реконструкция филогении выполнена с использованием метода Maximum Likelihood в программе IQTREE v.2.2.2.6 с моделью GTR+F+ASC и 1000 бутстреп-реплик. Полученное дерево визуализировано с помощью программы iTOL v.6.

**Результаты и обсуждение.** При сборке данных секвенирования 62 штаммов *Y. pestis* получены последовательности, содержащие от 171 до 368 контигов с 82-кратной средней глубиной прочтения. Средний размер собранных геномов составил 4,63 млн п. н.

Для построения филогенетического дерева в анализ были включены геномные данные 73 штаммов *Y. pestis* различного филогенетического положения, взятые из NCBI GenBank. В их число вошли последовательности 12 штаммов *Y. pestis* ssp. *central asiatica*. При проведении корового SNP-анализа получена матрица полиморфизмов длиной 2990 нуклеотидов. На дендрограмме штаммы, принадлежащие к *Y. pestis* ssp. *central asiatica*, сформировали отдельную филогенетическую ветвь 0.PE4, которая подразделялась на четыре подветви: 0.PE4a (алтайский биовар), 0.PE4m (биовар *microtus*), 0.PE4h (гиссарский биовар) и 0.PE4t (таласский биовар).

Штаммы алтайского биовара из Горно-Алтайского высокогорного, Бухэн-Ульского, Сайлюгемского и Цэнгел-Хайрханского природных очагов чумы вошли в состав подветви 0.PE4a (22 специфичных SNPs; 18 SNPs в кодирующих областях). На дереве подветвь 0.PE4a распадалась на три кластера. Кластер А состоял из штаммов, выделенных в 1985 и 1989 гг. в Бухэн-Ульском очаге, и штамма И-3233 из Сайлюгемского очага (1988 г.). Они обладали шестью уникальными SNPs. Кластер В включал штаммы из Уландрыкского мезоочага Горно-Алтайского высокогорного очага и изоляты из природных очагов Монголии (8 маркерных SNPs). В основании кластера В находился штамм И-3282, полученный на территории Сайлюгемского очага в 1990 г., и субкластер из штаммов, изолированных в 1963 и 1964 гг. в Цэнгел-Хайрханском природном очаге (3 SNPs). Далее располагался субкластер, состоящий из 20 штаммов, выделенных в 1961–2007 гг. в Уландрыкском мезоочаге (1 уникальный SNP, расположенный в кодирующей последовательности).

Кластер С объединял штаммы, изолированные в пределах Тархатинского и Курайского мезоочагов Горно-Алтайского высокогорного очага. Штаммы, вошедшие в его состав, имели 4 специфичных SNPs. В структуре кластера С выделялось три субкластера. Субкластер С1 (2 SNPs; 1 SNP в кодирующей последовательности) образован штаммами из Тархатинского мезоочага, полученными в 1972–1982 гг. Субкластер С2 (1 SNP в кодирующей области) состоял из штаммов, преимущественно выделенных на территории Тархатинского мезоочага (2003–2020 гг.). В его основании находился штамм И-3477, изолированный в 2003 г. Далее располагался субкластер С2-1 (2 маркерных SNPs), образованный штаммами, выделенными в 2005–2007 гг. Штаммы из Тархатинского мезоочага, изолированные в 2019 и 2020 гг., формировали субкластер С2-2 (2 SNPs). Примечательно, что в его состав также вошли изоляты И-3776 и И-3777, выделенные в Курайском мезоочаге в 2021 г. Субкластер С3 (1 SNP в кодирующей области) включал в себя штаммы, выделенные в 1999–2009 гг. на территории Курайского мезоочага.

Подветвь 0.PE4m образована штаммами биовара *microtus* центральноазиатского подвида из природных очагов Монголии и Китая. В ее составе можно выделить две группы штаммов. Группа I представлена изолятами, полученными в 2001 г. в пределах Цинхай-Тибетского плато (природный очаг М), и штаммом CMCCN010025 (Китай, Сычуань, 2000). Группа II (2 маркерных SNPs) сформирована штаммами, изолированными в 1970 г. на территории природного очага L (Внутренняя Монголия, Китай). Также в эту группу вошли штаммы из Монголии, формирующие отдельный кластер (4 уникальных SNPs; 2 – в кодирующих областях), разделенный на два субкластера. Первый субкластер образован штаммами, выделенными в 1983 г. в Баян-Ундэрском природном очаге, расположенном в аймаке Уверхангай (3 SNPs). Второй субкластер включал в себя штаммы из Заг-Байдрагинского очага (аймак Баянхонгор, 1984) и штамм И-3136, изолированный в 1984 г. в Баян-Ундэрском очаге (2 маркерных SNPs).

Изложенные результаты хорошо согласуются с ранее полученными данными (Никифоров и др., 2022), демонстрирующими, что на территории Республики Алтай и Северо-Западной Монголии распространены две основные популяции алтайского биовара цен-

трально-азиатского подвида: Курайско-Тархатинская и Уландрыкско-Монгольская. В этом исследовании впервые выделена еще одна группа возбудителя чумы, образованная штаммами из Сайлюгемского и Бухэн-Ульского очагов (кластер А). В предыдущих работах было отмечено, что на территории Горно-Алтайского высокогорного очага выделяются три группы штаммов алтайского биовара, циркулирующие в пределах его отдельных мезоочагов (Уландрыкская, Тархатинская и Курайская) (Ярыгина и др., 2021; Никифоров и др., 2022). Наши результаты соответствуют этим данным. Присутствие двух штаммов из Курайского мезоочага в одной группе с изолятами из Тархатинского мезоочага, полученными в тот же временной промежуток (субкластер С2-2), может быть связано с фактом заноса этих штаммов из Тархатинского мезоочага. Кроме того, мы установили, что штаммы, выделенные на территории Тархатинского мезоочага, формировали на дереве группы, связанные с временем их изоляции: субкластер С1 (изоляты 1972–1982 гг.), субкластер С2-1 (2005–2007 гг.) и субкластер С2-2 (штаммы 2019 и 2020 гг. выделения).

Также проведено SNP-типирование штаммов *Y. pestis* ssp. *central asiatica* bv. *microtus*, изолированных во второй половине XX в. на территории Баян-Ундэрского (аймак Уверхангай) и Заг-Байдрагинского (аймак Баянхонгор) природных очагов чумы. Сравнительный анализ этих штаммов с изолятами из Китая, выделенными на территории автономного района Внутренняя Монголия, а также провинций Цинхай и Сычуань, показал, что в пределах Монголии циркулирует обособленная популяция штаммов биовара *microtus*.

## ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ НАДЗОР ЗА ПРИРОДНЫМИ ОЧАГАМИ ЧУМЫ В ПРИГРАНИЧНЫХ РАЙОНАХ ВОСТОЧНОЙ МОНГОЛИИ (2017–2023 гг.)

Ц. Гэрэлмаа<sup>1</sup>, Ч. Эрдэнэчимэг<sup>1</sup>, Б. Юнжиндулам<sup>1</sup>,  
Д. Отгонбаяр<sup>2</sup>, Ц. Отгонцэцэг<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Центр исследований зоонозных заболеваний аймака Хэнтий, Монголия

<sup>2</sup>Национальный центр зоонозных инфекций, Улан-Батор, Монголия

**Аннотация.** В ходе мониторингового обследования природных очагов чумы на приграничных с Россией и Китаем территориях Монголии в 2017–2024 гг. добыто и исследовано 5282 особи шести видов носителей. Активность природных очагов определяли методом молекулярно-биологического анализа. Распространение тарбагана на изученных приграничных территориях имеет среднюю плотность 1,26 на 1 га в горах, предгорьях, долинах и склонах гор на высоте 1500–2100 м над у. м. По данным полевых наблюдений, доля семей с потомством составляют 27,6 %; количество обитаемых поселений имеет тенденцию к уменьшению. Ускоренные тесты и молекулярно-биологический анализ собранных образцов не выявили ДНК возбудителя чумы в 100,0 % проб. Эпидемиологическая ситуация в приграничном регионе, где проводилось мониторинговое обследование, благополучная.

## EPIDEMIOLOGICAL SURVEILLANCE OF NATURAL PLAGUE FOCI IN BORDER REGIONS OF EASTERN MONGOLIA (2017–2023)

Ts. Gerelmaa<sup>1</sup>, Ch. Erdenechimeg<sup>1</sup>, B. Yunjindulam<sup>1</sup>, D. Otgonbayar<sup>2</sup>,  
Ts. Otgontsetseg<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khentii Province Zoonosis Research Center, Mongolia

<sup>2</sup>National Center for Zoonotic Diseases, Ulaanbaatar, Mongolia

**Abstract.** In 2017–2024 surveillance of natural plague foci in the border areas of Russia and China, 5,282 specimens of six species of host animals were collected and studied. and The activity of natural foci was

determined by molecular biological analysis. The distribution of tarbagana in the studied border areas has an average density of 1.26 per 1 ha in the mountains, foothills, valleys and mountain slopes at an altitude of 1500–2100 m above sea level. According to field observations, the proportion of families with offspring is 27.6 %; the number of inhabited settlements tends to decrease. Accelerated tests and molecular biological analysis of collected samples did not detect plague pathogen DNA in 100 % of samples. The epidemiological situation in the border region, where the monitoring survey was conducted, is favorable.

**Введение.** В природе возбудитель чумы встречается у многих видов грызунов. Эпидемиологические особенности чумы в определенном регионе связаны, с одной стороны – с активностью природных очагов, с другой – с влиянием социально-экономических факторов на условия жизни населения.

Борьба с заболеваниями населения чумой интенсивно развивалась еще в советские времена. Совместные наблюдения за природными очагами чумы ведутся с 1942 г., и основное внимание в те годы сосредоточивалось в восточной части Монголии, на границе с Китайской Народной Республикой.

В рамках Соглашения о взаимодействии и мерах профилактики чумы между Национальным центром по изучению зоонозных заболеваний (Монголия) и Иркутским научно-исследовательским противочумным институтом (Россия) в 2001–2006 гг. проведен мониторинг природных очагов чумы в приграничных районах двух стран. В соответствии с этим Соглашением приграничный надзор осуществляется с 2004 г. Мониторинг проводился в аймаке Хэнтий эпизоотологической бригадой совместно со специалистами Германии (в 2010 г.) и Китая (в 2012 г.). Начиная с 2017 г. исследовательские работы в сотрудничестве с Китаем проводятся ежегодно.

Для оценки состояния природных очагов чумы в приграничных районах восточного региона страны результаты совместных исследований анализируются в комплексе.

Общая площадь природных очагов чумы составляет 443,3 тыс. км<sup>2</sup> или 28,3 % общей территории Монголии, включая 132 сомона в 18 аймаках. В Монголии за последние 20 лет (1999–2019 гг.) зарегистрировано 73 случая заболевания людей чумой, 26 из которых закончились смертельными исходами.

С 1981 г. в аймаке Хэнтий зарегистрировано восемь вспышек чумы в аймаке Говь-Сумбэр одна; всего заболело 19 человек. Природные очаги чумы в аймаке Хэнтий находятся в средней зоне активности, наиболее устойчивые эпизоотии отмечаются в горно-степном массиве Хурх-Ононгийн. Основным хозяином чумного микроба является сурок тарбаган, второстепенным – длиннохвостый суслик. Основной переносчик возбудителя чумы – блоха *Oropsylla silantiewi*, второстепенный – *Citellophilus tesquorum*.

**Цель.** Изучение состояния природных очагов чумы аймаков Хэнтий, Дорнод и Сухэ-Батор, приграничных с Россией и Китаем.

Для решения поставленной цели было необходимо решить следующие задачи:

- выявить распространение возбудителя чумы в обследованных аймаках;
- провести сравнительный анализ количества исследованных проб по 5-летиям;
- составить прогноз состояния и определить уровень риска в природных очагах чумы в приграничных районах.

**Материалы и методы.** В приграничных районах России и Китая наблюдение за природными очагами проводилось в 2017–2024 гг.

Совместные исследования с Россией проводились на территориях:

- 2018 г. – аймак Дорнод (в окрестностях озера Хух-нуур, гор Хух и Шаварт заставы Эрен-Цав сума Чулуун хороот);
- 2019 г. – аймак Хэнтий (недалеко от пограничной зоны сомона Дадал);
- 2023 г. – в пограничной зоне Баянзурх сомона Омнодэлгэр;
- 2024 г. – вблизи Сайхан-Овоо и долины Сайхан сомона Баян-Адарга.

Совместные исследования с Китаем осуществляли:

- 2018–2019 гг. в сотрудничестве со специалистами Транспортного бюро Академии карантина и контроля (г. Пекин) и Комитета по проверке въезда на границу Внутренней Монголии;
- 2019 г. – в восточной пограничной зоне Хатавч г. Улиастай в сотрудничестве с исследователями Центра туризма г. Хух-Хото;
- 2019 г. – в окрестностях пограничной зоны Рашаан с исследователями из Маньчжурского оздоровительного медицинского туристического центра и Таможенной службы г. Чинхуа;
- 2024 г. – в пограничной зоне Баянхошуу сума Халхгол аймака Дорнод с Маньчжурской таможенной службой здравоохранения. В восточной стороне работали самостоятельно.

Для определения активности природных очагов чумы исследованы экспресс- и молекулярно-биологическими методами пробы от 5282 видов животных-носителей (6 видов). Результаты исследования были обработаны с помощью соответствующего программного обеспечения.

**Результаты и обсуждение.** На высоте 1500–2100 м над у. м. в местах с горными хребтами, предгорьями, долинами и ущельями горных склонов средняя плотность населения на 1 гектар площади составляет 1,26 жилых колоний. Доля семей тарбаганов с молодняком составила 27,6 %.

В 2023 г. лабораториями исследованы 263 (38,0 %) грызуна, 89 (48,0 %) костей грызунов, погадок хищных птиц (в 3,4 раза больше, чем в 2022 г.) и 537 (6,5 %) эктопаразитов. В общей сложности в лаборатории протестировано 1157 проб материала.

Экспресс-тестами исследовано 680 грызунов и трупов грызунов, 8 гнезд, 3515 эктопаразитов, 875 погадок хищных птиц, 183 костей грызунов, всего 5282 проб материала. Методом ПЦР в режиме реального времени для выявления ДНК возбудителя чумы изучено 5282 пробы, все результаты отрицательные.

Эпизоотическая активность очагов чумы в аймаке Хэнтий за 100-летний период (1896–1996 гг.) имеет циклический характер в 13–15 лет. За этот период в природных очагах выделено 52 культуры возбудителя, заболели чумой 10 человек. Плотность населения тарбаганов в местах его обитания изменялась от 0,9 до 3,85 жилых колоний на 1 га, численность блох тарбаганов (индекс обилия) варьировала от 0,6 до 7,66. В 1997–2007 гг. численность тарбаганов в аймаке Хэнтий по местам его обитания составляла в среднем 4,4–5,5 особей на гектар.

### **Выводы**

1. Места обитания монгольских сурков-тарбаганов на обследованных территориях находятся на высоте 1500–2100 м над у. м. на местности с горными хребтами, предгорьями, долинами и ущельями горных склонов со средней плотностью 1,26 жилых колоний на гектар. Согласно результатам полевых наблюдений, доля семей с приплодом составляет лишь 27,6 %, что, вероятно, показывает тенденцию к снижению численности сурков.

2. Экспресс-тестирование и молекулярно-биологический анализ отобранных образцов материалов не выявили ДНК возбудителя чумы. Природные очаги чумы в вышеуказанных приграничных районах в настоящее время неактивны. Эпизоотическая и эпидемиологическая ситуация благополучные.



# ПЕРСПЕКТИВЫ ТАРГЕТНОЙ ФАГОТЕРАПИИ ЗООНОЗНЫХ ИНФЕКЦИЙ, ВЫЗЫВАЕМЫХ *SALMONELLA ENTERICA*

Ю. П. Джиоев<sup>1</sup>, Н. А. Арефьева<sup>1,2,3,7</sup>, С. В. Эрдынеев<sup>1,7</sup>, А. Ю. Борисенко<sup>1</sup>,  
Ю. С. Букин<sup>3,4</sup>, Л. А. Мирошниченко<sup>5</sup>, О. Г. Карноухова<sup>1</sup>, Д. А. Антипин<sup>1</sup>,  
К. Б. Кахиани<sup>1</sup>, И. Ж. Семинский<sup>1</sup>, В. И. Злобин<sup>1,6</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека, Иркутск, Россия

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», Иркутск, Россия

<sup>4</sup>Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Россия

<sup>5</sup>Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия

<sup>6</sup>Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалеи,  
Москва, Россия

<sup>7</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

**Аннотация.** *Salmonella enterica* – патоген, вызывающий зоонозные сальмонеллезы, которыми ежегодно болеют до 2,8 млрд человек. Глобальная проблема создания технологий для борьбы с этой группой болезней обусловлена множественной устойчивостью сальмонелл к антибиотикам. Одним из решений может стать таргетная фаготерапия. Использование OMICS-технологий, таких как геномика, биоинформатика и математика, а также системы CRISPR/Cas, позволит создать платформу для таргетной фаготерапии болезней, вызываемых *S. enterica*. В исследовании проводится поиск и анализ геномных механизмов антагонизма между бактериями и фагами на основе системы индикаторов геномной изменчивости, что поможет разработать эффективные методы борьбы с сальмонеллезом.

## GLOBAL CHALLENGES OF ZONOTIC INFECTIONS CAUSED BY *SALMONELLA ENTERICA* AND THE PROSPECTS OF THEIR TARGETED PHAGE THERAPY

Yu. P. Dzhioev<sup>1</sup>, N. A. Arefieva<sup>1,2,3,7</sup>, S. V. Erdyneev<sup>1,7</sup>, A. Yu. Borisenko<sup>1</sup>,  
Yu. S. Bukin<sup>3,4</sup>, L. A. Miroshnichenko<sup>5</sup>, O. G. Karnoukhova<sup>1</sup>, D. A. Antipin<sup>1</sup>,  
K. B. Kakhiani<sup>1</sup>, I. Zh. Seminsky<sup>1</sup>, V. I. Zlobin<sup>1,6</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Scientific Center for Family Health and Human Reproduction, Irkutsk, Russian Federation

<sup>3</sup>Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

<sup>4</sup>Limnological Institute SB RAS, Irkutsk, Russian Federation

<sup>5</sup>Sobolev Institute of Mathematics of SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>6</sup>Gamaleya Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Moscow, Russian Federation

<sup>7</sup>Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** *Salmonella enterica* is a pathogen responsible for zoonotic salmonellosis, affecting up to 2.8 billion people annually. Its multidrug resistance has created a global challenge in developing technologies to combat it. One potential solution is targeted phage therapy. The use of OMICS technologies, such as genomics, bioinformatics, and mathematics, along with the CRISPR/Cas system, will enable the creation of a platform for targeted phage therapy against *S. enterica*. This research focuses on identifying and analyzing the genomic mechanisms of antagonism between bacteria and phages based on a system of genomic variability indicators, which could help develop effective methods to combat the infection.

**Введение.** *Salmonella enterica* – факультативно-анаэробные грамотрицательные бактерии, вызывающие заболевания, при которых фактором передачи являются пищевые продукты. Вид *S. enterica* включает шесть подвидов: arizonae, diarizonae, enterica, houtenaе, indica и salamae. Всего известно более 2600 сероваров, большинство из которых

вызывает сальмонеллез (Andino et al., 2015). По глобальной статистике, сальмонеллами ежегодно обусловлено около 2,8 млрд случаев диареи с более чем 300 тыс. смертельных исходов (Feasey et al., 2012; Ferrari et al., 2019). Проблема сальмонеллезом осложняется прогрессирующим распространением множественной лекарственной устойчивости (МЛУ) среди клинических и сельскохозяйственных штаммов *S. enterica* (Ansari-Lari et al., 2021). В 2017 г. ВОЗ включила *S. enterica* в группу с высоким приоритетом в списке МЛУ-патогенов.

По причине МЛУ во многих случаях становится малоэффективной антибиотикотерапия (Габриэлян, 2020). В связи с этим вновь стала актуальной разработка технологий фаготерапии против подобных инфекций. Проводятся исследования по скринингу фагов с целевыми характеристиками против конкретных патогенов (Wang et al., 2020; Grabowski et al., 2022; Джиоев и др., 2024). Применение фаготерапии ограничено из-за недостаточных знаний о геномных механизмах взаимодействия бактерий и фагов, в том числе через CRISPR-Cas системы, которые обеспечивают формирование адаптивного иммунитета. В геномных базах данных, таких как NCBI, накоплено много нуклеотидных и белковых структур бактерий и фагов, что позволяет анализировать структуры CRISPR-Cas систем. Эти данные можно использовать для моделирования процессов изменчивости, адаптации экспрессии *cas*-генов и защиты от фагов. Для изучения этих явлений необходимы современные методы OMICS-технологий: геномика, биоинформатика, математика, протеомика, транскриптомика и др.

**Цель.** Провести поиск и анализ разнообразия систем CRISPR-Cas в геномах штаммов *S. enterica*, доступных в базах данных NCBI, а также выявить фаги, детектируемые этими системами, чтобы представить новый подход к анализу изменчивости с использованием системы индикаторов геномной изменчивости.

**Материалы и методы.** Исследованы геномы 449 штаммов *S. enterica* из базы данных NCBI. Для поиска в них локусов и структур CRISPR-Cas систем и детектируемых ими фагов использовали алгоритм из нескольких программных методов: 1) MacSyFinder и CRISPI: a CRISPR Interactive database, 2) CRISPR R Tool, 3) CRISPRFinder, 4) CRISPRDetect, 5) CRISPRTarget, 6) Mycobacteriophage Database, 7) Phages database. Для поиска структур индикаторов геномной изменчивости (ИГИ) использовали методы математики, геномики и биоинформатики.

**Результаты и обсуждение.** В исследуемых геномах штаммов *S. enterica* были выявлены структуры CRISPR-Cas систем, отнесенных к типу I-E. В них были определены гены следующих Cas-белков: Cas1, Cas2, Cas3, Cas5, Cas6, Cas7, Cse1, Cse2. Детекция фагов через спейсеры в CRISPR-кассетах показала, что на штаммы *S. enterica* наибольшее генетическое влияние оказывали фаги родов *Salmonella* (68,0 %), *Escherichia* (18,0 %) и *Enterobacter* (9,0 %). Проведен анализ различных ИГИ в геномах *S. enterica*, включая периодичности, сайты рекомбинации, G-квадруплексы и профаги. С помощью математических методов были выявлены повторяющиеся мотивы в структурах CRISPR-кассет, а также оценено их разнообразие. Эти мотивы оказались почти идентичными у разных сероваров *S. enterica*. Анализ сайтов рекомбинации с использованием методов геномики и биоинформатики показал, что больше всего «горячих точек» рекомбинации находится в области гена *cse1*, а меньше всего – в области гена *cas1*. Также они выявляются в генах *cas3*, *cse2*, *cas7*, *cas6* и их большая фиксация отмечена в генах эффекторного модуля, чем в генах адаптационного модуля. В геномах *S. enterica* были выявлены структуры профагов, которые принадлежали фагам нескольких родов их бактериальных хозяев: *Salmonella* (46,5 %), *Enterobacter* (28 %), *Escherichia* (10,4 %), *Burkholderia* (5,3 %) и *Bacillus* (4,4 %). В геномах серовара *S. Typhimurium* было идентифицировано больше видов профагов, чем в сероварах *Enteritidis* и *Infantis*.

Таким образом, полученные данные позволяют констатировать, что используемые методы OMICS-технологий позволяют выявлять как структуры систем CRISPR-Cas в ге-

номах *S. enterica*, так и сайты индикаторов геномной изменчивости. Такой комплексный подход в перспективе позволит создать платформу для скрининга литических таргетных фагов против зоонозных инфекций, вызываемых патогенными штаммами *S. enterica*, что станет основой для разработки технологии таргетной фаготерапии против подобных патогенов.

*Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 23-25-00520).*

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД ЛАБОРАТОРНОГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ

И. А. Дихтярева, В. И. Кузнецов, Ж. А. Коновалова

*ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Разработка документов по идентификации и прослеживаемости питательных сред, состоящих из отдельных компонентов лабораторного изготовления, является одним из основных требований системы менеджмента качества в соответствии с ГОСТ ISO 13485. Сотрудниками научно-производственных подразделений ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора разработаны формы записей, регламентирующие идентификацию компонентов, матрицу полномочий исполнителей, а также рецептуру и порядок приготовления, необходимых для дальнейшего контроля и выдачи заключения о пригодности питательных сред.

## ENSURING IDENTIFICATION AND TRACEABILITY OF LABORATORY-MADE NUTRIENT MEDIA

I. A. Dihtyareva, V. I. Kuznetsov, Zh. A. Konovalova

*Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** The development of documents on the identification and traceability of nutrient media consisting of individual components of laboratory manufacture is one of the main requirements of the quality management system in accordance with ISO 13485. Employees of the scientific and production departments of the Irkutsk Research Anti-Plague Institute of Rospotrebnadzor have developed forms of records regulating the identification of components, the matrix of powers of performers, as well as the formulation and preparation procedure necessary for further control and conclusion on the suitability of nutrient media.

**Введение.** Одним из условий получения достоверных и воспроизводимых результатов микробиологических испытаний с использованием питательных сред (ПС) лабораторного изготовления является документирование процедур их приготовления и входных сведений о компонентах. Поскольку процесс приготовления питательных сред из отдельных компонентов в условиях лаборатории может быть нестандартным, то разработка спецификаций и форм записей, касающихся состава, рецептуры и идентификации всех используемых ингредиентов позволяют обеспечить соответствие приготовленных питательных сред установленным эксплуатационным критериям.

**Цель.** Разработать спецификации приготовления питательных сред в лабораторных условиях.

**Материалы и методы.** При разработке спецификаций на бактериологические питательные среды, состоящие из отдельных компонентов, использовали рецептуры МУК

4.2.2326-08, информацию из эксплуатационной документации производителей реагентов, входящих в состав ПС. При разработке форм записей учитывали следующие требования ГОСТ ISO 11133, ГОСТ Р 70393, ГОСТ ISO 13485: запись должна иметь однозначную идентификацию и относиться к конкретной изготавливаемой серии питательной среды; при приготовлении сред из отдельных ингредиентов строго следовать рецептуре и последовательности приготовления; вести записи всех входных данных такие как код, номер партии, масса/объем, рН, дату приготовления, условия стерилизации, сведения об изготовителе и поставщике. Формы записей разрабатывали таким образом, чтобы сократить внесение сведений ручным способом, что позволило бы избежать канцелярских ошибок.

**Результаты и обсуждение.** В результате проведенных работ по составлению спецификаций ПС, состоящих из полной идентификации всех используемых ингредиентов (код, номер партии, масса/объем, рН, дату приготовления, условия стерилизации, сведения об изготовителе и поставщике), а также рецептуры и последовательности приготовления с учетом их консистенции (плотные и жидкие) и форм записей их приготовления, разработаны внутренние рабочие инструкции по приготовлению ПС, формуляры учета входных данных на реагенты, входящие в состав ПС, а также протоколы выполнения стадии приготовления, включающие следующие сведения: подготовка компонентов питательной среды; взвешивание и растворение; измерение и регулировка рН; разливка; стерилизация; хранение и сроки годности приготовленных сред.

Таким образом, разработанные документированные процедуры по ведению записей идентификации и прослеживаемости питательных сред в процессе лабораторного изготовления, включающих идентификацию реагентов, распределение функций персонала, а также протоколирования выполнения стадий: варки; установления оптимальной величины рН; разлива; стерилизации; контроля стерильности (биологический, химический) являются надежным инструментом предупреждающих действий в управлении риском, позволяющим обеспечить пригодность питательной среды для конкретной цели.

## ИММУНОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В СИСТЕМЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА ЗА БРУЦЕЛЛЕЗОМ В СИБИРИ

В. И. Дубровина, К. М. Корытов, Н. О. Киселева, А. Б. Пятидесятникова,  
Д. Д. Брюхова, С. В. Балахонов

*ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Модернизация комплекса лабораторной диагностики бруцеллезной инфекции, позволяющего оценить иммунологический статус и функциональную реактивность иммунной системы человека по отношению к возбудителю бруцеллеза, является одним из основных направлений исследований в системе иммунологического мониторинга на неблагополучных по бруцеллезу территориях. Проведена оценка иммунного статуса волонтеров, проживающих на неблагополучных по бруцеллезу территориях республик Алтай и Тыва, по ряду показателей (цитокиновый статус, субпопуляционный состав клеток крови). При отсутствии вакцинации специфические антитела к возбудителю бруцеллеза выявлены у 25 лиц из 149 обследованных волонтеров. Положительные результаты уровня антигениндуцированной продукции IFN- $\gamma$  отмечены в 13,0 % случаев, что свидетельствует о наличии у них Т-лимфоцитов с антигенспецифическими рецепторами к возбудителю бруцеллеза.

# IMMUNOLOGICAL MONITORING IN THE SYSTEM OF EPIDEMIOLOGICAL SURVEILLANCE OF BRUCELLOSIS IN SIBERIA

V. I. Dubrovina, K. M. Korytov, N. O. Kiseleva, A. B. Pyatidesyatnikova,  
D. D. Bryukhova, S. V. Balakhonov

*Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** Modernization of the complex of laboratory diagnostics in brucellosis infection, allowing to assess the immunological status and functional reactivity of the human immune system in relation to the causative agent of brucellosis is one of the main directions of research in the system of immunological monitoring in brucellosis-unfavorable territories. The immune status of volunteers living in the territories of the Altai and Tyva Republics unfavorable for brucellosis was assessed using a number of indicators (cytokine status, subpopulation composition of blood cells). In the absence of vaccination in 149 examined volunteers, specific antibodies to the brucellosis pathogen were detected in 25 persons. Positive results of the level of antigen-induced IFN- $\gamma$  production were observed in 13 % of cases, which indicates the presence of T-lymphocytes with antigen-specific receptors to the brucellosis pathogen.

**Введение.** Необходимость совершенствования методов диагностики и методических подходов к верификации бруцеллезной инфекции обусловлена неблагоприятной эпидемиологической ситуацией и распространенностью бруцеллеза в мире.

Наиболее широко в клинической лабораторной диагностике инфекций используются иммунологические методы. Иммунодиагностика основана на выявлении биомаркеров иммунновоспалительных реакций, образующихся при взаимодействии системы иммунитета с антигенными субстанциями микроорганизмов: специфических антител, пула антигенреактивных лейкоцитов и биомаркеров, отражающих наличие и интенсивность иммунологической реактивности по отношению к антигенам возбудителей инфекции.

Диагностическая точность (чувствительность, специфичность) иммуносерологических методов диагностики бруцеллеза варьирует в диапазоне 65,0–95,0 %. Высокие титры антител почти всегда указывают на наличие бруцеллезной инфекции, однако иммуноглобулины в низких титрах или их полное отсутствие не исключают вероятности инфицирования.

Модернизация комплекса лабораторной диагностики бруцеллезной инфекции, позволяющая оценить иммунологический статус и функциональную реактивность иммунной системы человека по отношению к возбудителю бруцеллеза, является одним из основных направлений исследований при иммунологическом мониторинге на неблагополучных по бруцеллезу территориях, включая оценку напряженности специфического иммунитета, индуцированного вакцинами.

С учетом роли клеточного иммунитета в формировании иммунологической защиты от бруцеллезной инфекции, изучение клеточной реакции в ответ на антигенную стимуляцию следует считать наиболее информативным и объективным при оценке иммунологической перестройки организма при болезни или вакцинации.

**Цель.** Оценка клеточного и гуморального звена иммунитета у лиц, проживающих на неблагополучных по бруцеллезу территориях Сибири, с использованием антигенспецифических тестов *in vitro*.

**Материалы и методы.** Использованы иммунологические, серологические и молекулярно-биологические методы при обследовании скрининговой группы из 149 проживающих на неблагополучных по бруцеллезу территориях: с. Хандагайты Овюрского кожууна Республики Тыва и пос. Кош-Агач Республики Алтай.

В работе соблюдены этические принципы Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Исследование одобрено локальным этическим комитетом организации (протокол № 7 от 15.11.2021).

**Результаты и обсуждение.** В рамках проведенного иммунологического мониторинга при отсутствии вакцинации специфические антитела к возбудителю бруцеллеза выявлены у 20 чел.: 15 чел. в с. Хандагайты Республики Тыва (20,5 % из 73 обследованных) и 5 чел. в пос. Кош-Агач Республики Алтай (6,6 % из 76 обследованных). Показатели клеточного и гуморального иммунитета не превышали диапазона физиологической нормы. Статистически значимые различия между серопозитивными и серонегативными волонтерами по IFN- $\gamma$ , IL-10 и TNF- $\alpha$  отмечены не были. Установлено повышение в 2,2 раза индекса стимуляции IL-2 у серонегативных добровольцев по сравнению с серопозитивными волонтерами. У 17,0 % обследованных выявлено повышение уровня антигениндуцированной продукции IFN- $\gamma$ , что свидетельствует о наличии у них сенсibilизированных Т-лимфоцитов с антигенспецифическими рецепторами к возбудителю бруцеллеза.

В антигенспецифических тестах *in vitro* с использованием технологии проточной цитометрии проведено обследование вакцинированных против бруцеллеза добровольцев (27 человек): установлено увеличение активированных Т-лимфоцитов, экспрессирующих CD25 (коэффициент стимуляции (КС) в среднем составил 58,0 %) и HLA-DR (КС в среднем составил 64,0 %). Кроме того, проведено обследование 30 добровольцев: 3 – люди с диагнозом бруцеллез в анамнезе, у одного из которых наблюдалось обострение (группа 1); 8 – вакцинированные против бруцеллеза (группа 2); 19 – с отсутствием в анамнезе диагноза бруцеллеза, вакцинации против данной инфекции и отрицательной серологией (группа 3). Показано, что у 100,0 % людей из группы 1 ( $n = 3/3$ ) и 75,0 % людей группы 2 ( $n = 6/8$ ) обнаружены специфические антитела к бруцеллам в иммуносерологических тестах. У двоих добровольцев с диагнозом бруцеллез отмечено увеличение интенсивности экспрессии (КС > 51,0 %) обоих маркеров (CD25, HLA-DR) при стимуляции бруцеллезным антигеном. У добровольца с обострением бруцеллезной инфекции в антигенспецифическом тесте активация Т-лимфоцитов не выявлена (КС для CD25 составил –130,0 %, для HLA-DR –20 %), что может быть связано с истощением Т-клеток. В группе 2 увеличение активированных Т-лимфоцитов, экспрессирующих CD25 (КС в среднем составил 58,0 %), наблюдалось у 87,0 % добровольцев ( $n = 7/8$ ) и HLA-DR – у 75,0 % добровольцев ( $n = 6/8$ , КС в среднем составил 64,0 %) вне зависимости от наличия специфических антител. У лиц из контрольной группы стимуляции Т-лимфоцитов в антиген-специфическом тесте не отмечено (КС экспрессии CD25 не превышал 33,0 % и HLA-DR – 6,0 %).

Таким образом, продемонстрирована эффективность применения антигенспецифических тестов *in vitro* с использованием проточной цитометрии в сочетании с количественным определением комплекса про- и противовоспалительных цитокинов для диагностики бруцеллезной инфекции и формирования поствакцинального иммунитета. Собран объем материала, на основе которого разработана база данных, позволяющая собирать, архивировать, систематизировать и анализировать сведения ежегодного иммунологического мониторинга для планирования мероприятий по специфической профилактике бруцеллеза с учетом персонифицированного подхода. Проведение ежегодного скрининга показателей специфического иммунитета у вакцинированных против бруцеллеза людей, проживающих на неблагополучных по данной инфекции территориях в Сибири, является важной составляющей комплекса мероприятий по эпидемиологическому надзору за бруцеллезом.

# ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ НАДЗОР ЗА СИБИРСКОЙ ЯЗВОЙ В СИБИРИ И НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

З. Ф. Дугаржапова, Е. В. Кравец, С. В. Балахонов

*ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Представлены результаты анализа заболеваемости животных и людей сибирской язвой в субъектах Сибири и Дальнего Востока за 38-летний период (1985–2023 гг.). Наиболее неблагоприятная эпизоотолого-эпидемиологическая ситуация в азиатской части Российской Федерации сложилась в Республике Тыва, где в 2018, 2021 и 2023 гг. зарегистрированы эпидемические осложнения. С целью совершенствования эпидемиологического надзора за сибирской язвой сформулированы рекомендации по оптимизации профилактических и противоэпидемических мероприятий.

## EPIDEMIOLOGICAL SURVEILLANCE OF ANTHRAX IN SIBERIA AND THE FAR EAST

Z. F. Dugarzhapova, E. V. Kravets, S. V. Balakhonov

*Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** The article presents data on the analysis of anthrax cases in farm animals and humans in the subjects of Siberia and the Far East over a 38-year period. The most unfavorable epizootological and epidemiological situation in the Asian part of the Russian Federation has developed in the Republic of Tyva, where complications of anthrax registered in 2018, 2021 and 2023. In order to improve epidemiological surveillance of anthrax, recommendations have been formulated to optimize preventive and anti-epidemic measures.

**Введение.** Сибирская язва распространена по всему миру, однако гиперэндемичными по этой особо опасной инфекции остаются страны Африки и Азии. С начала XXI в. вспышки чаще отмечаются на территориях с засушливым и умеренным климатом в Евразии, Африке и Северной Америке. В арктической зоне Российской Федерации аномальные погодные явления в 2016 г. стали причиной активизации инфекции на моровых полях Ямала, что привело к крупнейшей эпизоотии среди северных оленей и заболеванию 36 человек.

**Цель.** Совершенствование эпидемиологического надзора за сибирской язвой в Сибири и на Дальнем Востоке.

**Материалы и методы.** Анализ эпизоотологической и эпидемиологической ситуации по сибирской язве проведен на основании данных ежемесячного мониторинга сообщений Всемирной организации по охране здоровья животных (ОИЕ), Информационно-аналитического центра Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор), информационных данных ProMEDmailPost и ВОЗ, официальных сайтов, статистических и отчетных форм Роспотребнадзора; сведений отчетных форм и учетной документации по заболеваниям животных Департамента ветеринарии РФ; референс-центра по сибирской язве на базе Ставропольского научно-исследовательского противочумного института Роспотребнадзора, публикаций в научных журналах.

**Результаты и обсуждение.** В Российской Федерации с 1985 по 2023 г. сибирской язвой заболели более 3,5 тыс. голов сельскохозяйственных животных (СХЖ) и 668 чел. В 2023 г. в пяти субъектах Приволжского, Сибирского и Центрального федеральных округов (ФО) зарегистрировано семь вспышек с эпидемическими осложнениями: заболело 14 голов СХЖ (12 голов крупного рогатого скота – КРС, 2 лошади) и 19 чел. Путем передачи инфекции стал контактный, реализованный при вынужденном убое и разделке

туш больных СХЖ (100,0 %). По клиническим проявлениям у всех больных отмечалась кожная форма (100,0 %).

В период 1985–2023 гг. на территории Сибири и Дальнего Востока выраженное эпизоотолого-эпидемиологическое неблагополучие по сибирской язве наблюдалось в Ямало-Ненецком АО, республиках Бурятия и Тыва, Омской области и Алтайском крае. За 38 лет в субъектах Сибирского и Дальневосточного ФО заболели 3309 голов СХЖ и 128 чел. Основными источниками инфекции при заболевании людей оказались больные СХЖ – КРС (57,8 %) и олени (28,1 %). Преобладал контактный путь передачи (91,4 %) при бесконтрольном вынужденном убое больных сибирской язвой животных. Основными факторами передачи служили кровь, мясо и мясопродукты (97,7 %). Преимущественно болели сельские жители (96,1 %), мужского пола (77,3 %), кожной формой (86,7 %). Диагноз лабораторно подтвержден у 81,3 % больных.

В настоящее время наиболее неблагополучная эпизоотолого-эпидемиологическая ситуация по сибирской язве в азиатской части страны сложилась в Республике Тыва. В Базе данных по сибирской язве республики (2023 г.) учтены 156 стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов, 13 сибиреязвенных захоронений и мест утилизации биологических отходов. На западе Тывы отмечается высокая эпизоотическая активность по сибирской язве: во время трех вспышек заболели шесть голов СХЖ и восемь человек.

В июле 2018 г. болезнь зарегистрирована у трех голов КРС и двух человек. В эпиданамнезе у мужчин установлено участие в вынужденном убое заболевшего бычка. Клинический диагноз кожной формы сибирской язвы у пациентов подтвержден детекцией ДНК *Bacillus anthracis* в исследованных образцах кожных струпов и отделяемого фурункулов. Из проб ушей КРС и легкого бычка выделена культура *B. anthracis*.

В 2021 г. после вынужденного убоя больной коровы заболел мужчина. Культура *B. anthracis* выделена из материала легких, печени и сердца КРС, ДНК сибиреязвенного микроба обнаружена в пробах мяса и мясных продуктов. В пробе струпа больного детектирована ДНК, в последующем изолирована культура *B. anthracis*; в сыворотке крови обнаружены специфические антитела (Дугаржапова и др., 2023).

В 2023 г. произошла вспышка сибирской язвы: заболели трое мужчин на чабанской стоянке после вынужденного убоя и употребления в пищу внутренностей больной лошади. Затем еще два человека заразились при разделке и транспортировке зараженного мяса. В границах эпизоотического очага через неделю после первого случая заболела и пала еще одна лошадь. Из проб мяса и ушей лошадей выделены три культуры сибиреязвенного микроба, в 16 пробах клинического (9) и биологического (7) материала получены положительные результаты в ПЦР.

Во время вспышек проведен комплекс противоэпизоотических, профилактических и противозидемических мероприятий. Углубленное изучение восьми штаммов *B. anthracis* показало их типичные культурально-морфологические и биохимические свойства, наличие набора основных детерминант патогенности (pXO1+/pXO2+), высокую вирулентность для лабораторных животных и принадлежность к группе V.Br.002 главной генетической линии V по результатам WGS-SNP-типирования (Еременко и др., 2023; Дугаржапова и др., 2024).

С целью стабилизации эпизоотолого-эпидемиологической ситуации по сибирской язве и минимизации рисков возникновения новых эпидемических осложнений в субъектах Сибири и Дальнего Востока необходимо обеспечить дальнейшее совершенствование межведомственного взаимодействия, в том числе эффективный надзор за сибиреязвенными захоронениями и другими почвенными очагами сибирской язвы; достоверный поголовный учет и полный охват СХЖ плановой иммунизацией; усиление контроля учета и вакцинации скота в личных подсобных и фермерских хозяйствах; оборудование достаточного количества убойных пунктов; контроль вынужденного убоя больного скота, реализации продукции животноводства и утилизации трупов скота в эпизоотических очагах



путем сжигания до состояния биологически безопасного неорганического зольного остатка; повышение настороженности в отношении сибирской язвы специалистов медицинских и ветеринарных учреждений; проведение регулярной информационно-разъяснительной работы среди населения о факторах риска заражения и опасности сибирской язвы, недопустимости сокрытия фактического числа СХЖ в хозяйстве и препятствия проведению вакцинации скота, необходимости своевременного информирования ветеринарной службы о случаях заболевания или падежа животных, мерах наказания за нарушение законодательства в области ветеринарии и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

## ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ПО COVID-19 В 10 СУБЪЕКТАХ СИБИРСКОГО И ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ В ПОСТПАНДЕМИЧЕСКИЙ ПЕРИОД

З. Ф. Дугаржапова, В. М. Семенова, С. М. Лященко, М. А. Борзенко,  
А. П. Кулибаба, М. И. Толмачёва, С. В. Балахонов

*ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия*

**Аннотация.** В период постпандемии COVID-19 среди 10 субъектов Сибирского и Дальневосточного федеральных округов наибольшие показатели заболеваемости отмечены в Забайкальском крае, Иркутской области и Республике Хакасия. В возрастной структуре продолжает преобладать взрослое население с превалированием в группах 30–49 и старше 65 лет. Характерно преимущественно легкое течение заболевания в форме ОРВИ. Большинство летальных исходов, как и в период пандемии, регистрируются среди лиц 65 лет и старше. После завершения пандемии сохранилось преобладание случаев внебольничных пневмоний (ВБП) со среднетяжелым течением. Возросла частота обращения за медицинской помощью заболевших ВБП в амбулаторную сеть. Диагноз ВБП остается важным прогностическим показателем летального исхода среди больных COVID-19.

## EPIDEMIOLOGICAL SITUATION OF COVID-19 IN 10 SUBJECTS OF SIBERIAN AND FAR EAST FEDERAL DISTRICTS IN POST-PANDEMIC PERIOD

Z. F. Dugarzhapova, V. M. Semenova, S. M. Lyashchenko, M. A. Borzenko,  
A. P. Kulibaba, M. I. Tolmacheva, S. V. Balakhonov

*Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** During the post-COVID-19 period, among the 10 subjects of the Siberian and Far Eastern federal districts, the highest incidence rates were observed in the Zabaikalsky territory, Irkutsk region and the Republic of Khakassia. A significant proportion of cases prevail among the adult population. The course of the disease is predominantly mild in the form of ARVI. Most deaths registered among people 65 years of age and older. The frequency of patients with community-acquired pneumonia seeking medical care in the outpatient network has increased. The diagnosis of CAP remains an important prognostic indicator of mortality among patients with COVID-19.

**Введение.** По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) за 1150 дней пандемии заболело более 687,8 млн и умерло около 6,8 млн чел., в том числе в России зарегистрировано 22,8 млн (3,3 %) заболевших и 398,4 тыс. (5,9 %) умерших от COVID-19. В период действия режима чрезвычайной ситуации в области общественного здравоохранения международного значения в нашей стране вводились запреты на массовые ме-

роприятия, ограничения на работу организованных коллективов, торговых центров и других мест скопления людей. Введение дистанционного режима обучения и работы способствовало не только снижению заболеваемости среди населения, но и развитию цифровизации ряда отраслей экономики и социальной сферы. В настоящее время, несмотря на объявление ВОЗ о завершении пандемии COVID-19 от 5 мая 2023 г., случаи заболевания регистрируются по всему миру. Возбудитель продолжает эволюционировать, оставаясь угрозой здоровью человека.

**Цель.** Сравнительный анализ эпидемиологической ситуации по COVID-19 в восьми субъектах Сибирского (Иркутская, Кемеровская и Томская области, республики Алтай, Тыва и Хакасия, Алтайский и Красноярский края) и двух Дальневосточного (Республика Бурятия и Забайкальский край) федеральных округов (СФО и ДФО) в период пандемии и после ее завершения.

**Результаты и обсуждение.** Во время пандемии заболеваемость COVID-19 в двух федеральных округах характеризовалась волнообразным течением, с нарастающей интенсивностью эпидемического процесса. Зарегистрированы семь волн, наиболее выраженной стала пятая. В 10 субъектах СФО и ДФО зарегистрировано с нарастающим итогом 2 088 479 случаев инфицирования вирусом SARS-CoV-2, общая заболеваемость – 4470,8 ‰. Наибольшие уровни заболеваемости зафиксированы в Республике Хакасия (20149,4 ‰), Забайкальском крае (19 012,6) и Республике Алтай (18 384,7). Установлено, что взрослые лица (84,4 %) заражались в 5,4 раза чаще, чем дети. Более половины заболевших составляли лица от 30 до 64 лет (53,5 %). Среди детского населения наиболее интенсивно в эпидемический процесс вовлекались школьники 7–14 лет (45,7 %).

В постпандемический период, с 6 мая 2023 г. по 30 июня 2024 г., зарегистрировано 114 033 случая заболевания COVID-19 (790,1 ‰). Наибольшие уровни заболеваемости отмечались в Забайкальском крае (1321,3), Иркутской области (973,3) и Республике Хакасия (916,6). Удельный вес заболевших старше 18 лет составил 83,6 % с преобладанием доли заболевших в группах 30–49 лет (32,1 %) и старше 65 лет (28,5 %). Случаи заболевания среди детского населения COVID-19 регистрировались в 5,1 раза реже, чем среди взрослого населения. Среди детей чаще всего заболевали школьники 7–14 лет (38,4 %).

Среди заболевших COVID-19 во время пандемии по социальной активности преобладали доли неработающего населения (31,4 %), пенсионеров (21,6 %) и рабочих (20,5 %). Большой удельный вес среди заболевших приходится на категорию «неработающее население» в Томской области (50,4 %), рабочих – в Красноярском крае (37,9) и пенсионеров – в Республике Алтай (26,9). Общий удельный вес завозных случаев с нарастающим итогом составил 0,7 % (15 060 случаев). По тяжести течения инфекционного процесса преобладала легкая (49,2 %) и среднетяжелая (39,6 %) формы. Диагноз ОРВИ, бронхита, трахеита и др. установлен в 81,2 % случаев. Выздоровело 97,9 % от общего числа инфицированных.

После снятия режима пандемии чаще болели граждане категории «другое население» (30,2 %) и пенсионеры (24,3 %). Так, в Кемеровской области отмечается преобладание удельного веса граждан категории «другое население» (24,8 %), а в Красноярском крае – пенсионеров (23,8 %). На 30 июня 2024 г. продолжают отмечаться преимущественно легкая (50,5 %) и среднетяжелая (43,0 %) формы течения болезни. Установление диагноза ОРВИ повысилось до 91,7 % случаев.

В период пандемии COVID-19 в 10 субъектах СФО и ДФО ВБП зарегистрированы в 183 179 случаях, что составляет 8,8 % от общего количества заболевших этой инфекцией, а доля летальных исходов составила 89,1 % (36 785 чел.). В большинстве случаев ВБП протекала в среднетяжелой форме (81,6 %). Чаще всего ВБП развивалась у пенсионеров (49,9 %), лиц 50–64 лет (30,1 %) и 65 лет и старше (42,2 %). ВБП стала основным диагнозом при первичном обращении у 72,4 больных с последующим летальным исходом, а также при госпитализации (88,0 %).

После завершения пандемии, на 30 июня 2024 г., зарегистрировано 3130 новых случаев ВБП, что составляет 1,7 % от общего количества заболевших. Показатели заболеваемости превышают общесубъектовый (22,2<sup>0/0000</sup>) в 1,3–1,8 раза в Забайкальском крае (40,4), Иркутской области (37,1), Республике Алтай (33,0) и Томской области (28,0). Удельный вес летальных исходов составляет 13,5 % (421 случай). В течение болезни сохранилось преобладание среднетяжелых форм (85,8 %). Возросла доля заболевших среди мужского населения (до 46,4 %), пенсионеров (до 53,1 %), лиц старше 65 лет (до 46,7 %). Госпитализированы в 100 % случаях больные ВБП только в Республике Хакасия.

Основным местом обращения за медицинской помощью заболевших ВБП во время пандемии являлись станции медицинской помощи (СМП) – 48,0 %. После окончания пандемии обращаемость в амбулаторную сеть возросла с 47,0 % до 62,1, в СМП – снизилась до 34,7 %.

Во время пандемии всего умерли 41 302 чел., или 2,0 % от общего количества заболевших в этих субъектах и 10,4 % от общего количества умерших в Российской Федерации. Ключевым фактором риска летального исхода болезни становился диагноз ВБП. Наибольшая доля летальных исходов отмечалась в Красноярском крае (27,4 %), а смертность – в Республике Хакасия (457,2<sup>0/0000</sup>). В возрастной структуре наибольшее число летальных исходов пришлось на группы 50–64 (21,8 %) и 65 лет и старше (72,7 %). Абсолютным риском летального исхода при COVID-19 стали сопутствующие сердечно-сосудистые заболевания (64,2 %).

После окончания пандемии с нарастающим итогом зарегистрировано 445 летальных исходов от COVID-19, что составило 0,4 % от общего количества заболевших в этих субъектах и 0,1 % от общего количества умерших в Российской Федерации. Максимальное количество случаев смерти от их общего числа зарегистрировано в Кемеровской области (257). Среди взрослого населения наибольшее число летальных исходов зафиксировано среди лиц старше 65 лет (74,8 %). Диагноз ВБП остается важным прогностическим показателем летального исхода среди больных COVID-19 (88,3 %), в том числе при их госпитализации (94,4 %). Отмечается снижение удельного веса умерших от сопутствующих сердечно-сосудистых патологий до 40,4 %.

На 01.11.2023 в 10 субъектах СФО и ДФО привито 61,4 % от численности населения, в том числе 56,3 % с законченной вакцинацией.

Таким образом, в постпандемический период в 10 субъектах СФО и ДФО зарегистрировано 114 033 случая COVID-19. В основном болеют взрослые (83,6 %). По тяжести чаще регистрируются легкие и среднетяжелые формы заболевания COVID-19 с возрастанием доли ОРВИ до 91,0 %. ВБП переболело 3130 человек, в основном в среднетяжелой форме (85,8 %). Доля заболевших лиц старше 65 лет возросла до 46,7 %. Среди умерших от ВБП преобладают лица старше 65 лет (74,8 %), причинами смерти которых остаются сопутствующие сердечно-сосудистые патологии. Еженедельный мониторинг COVID-19 позволил своевременно отследить эпидемиологическую ситуацию на территории 10 субъектов СФО и ДФО, а также провести сравнительный анализ заболеваемости COVID-19 в период пандемии и после ее завершения.

# ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА АДСОРБИРОВАННЫХ ЛИОФИЛИЗИРОВАННЫХ КРОЛИЧЬИХ ПСЕВДОТУБЕРКУЛЕЗНЫХ СЫВОРОТОК, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ ИММУННОГО РЕАГЕНТА В ДОТ-ИММУНОАНАЛИЗЕ

Т. Ю. Загоскина, Н. М. Андреевская, Е. Ю. Марков, В. Т. Климов, В. Б. Николаев,  
И. Б. Вершинская, С. В. Юденич, Ж. А. Коновалова, Ю. О. Попова,  
А. А. Дорощенко, О. Б. Колесникова, О. В. Гаврилова, Т. М. Долгова,  
О. А. Старикова

*ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Получены кроличьи псевдотуберкулезные сыворотки (в жидком и лиофилизированном виде), установлены стабильность показателей их качества при воздействии низких и высоких температур (от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+20^{\circ}\text{C}$ ), при хранении после открытия первичной упаковки в течение девяти месяцев в холодильнике. Антитела к возбудителю псевдотуберкулеза при всех указанных вариантах хранения сывороток регистрировались в развернутой реакции агглютинации в титре 1:3200. Из гетерологичных микроорганизмов сыворотки агглютинировали только клетки *Yersinia enterocolitica* O:3 в разведении не более 1/10 титра (1:320). Сконструированная на основе лиофилизированных сывороток тест-система для обнаружения возбудителя псевдотуберкулеза в дот-иммуноанализе показала высокую чувствительность ( $\geq 6,25 \cdot 10^5$  м. к./мл); наличие перекрестно-реагирующих антител наблюдалось лишь при высоких концентрациях гетерологичных микроорганизмов ( $\geq 10^8$  м. к./мл).

## PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF HYPERIMMUNE ADSORBED RABBIT PSEUDOTUBERCULOSIS SERUM USED AS AN IMMUNE REAGENT IN DOT IMMUNOASSAY

T. Yu. Zagoskina, N. M. Andreevskaya, E. Yu. Markov, V. T. Klimov, V. B. Nikolaev,  
I. B. Vershinskaya, S. V. Yudenich, Zh. A. Konovalova, Yu. O. Popova,  
A. A. Doroschenko, O. B. Kolesnikova, O. V. Gavrilova, T. M. Dolgova,  
O. A. Starikova

*Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** Rabbit pseudotuberculosis sera were obtained in liquid and lyophilized forms, the stability of their quality indicators has been established when exposed to low and high temperatures (from  $-20^{\circ}\text{C}$  to  $+20^{\circ}\text{C}$ ), when stored after opening the primary packaging for nine months in the refrigerator. Antibodies to the causative agent of pseudotuberculosis in sera were recorded in an expanded agglutination reaction at a titer of 1:3200. Of the heterologous microorganisms in the serum, only *Yersinia enterocolitica* O:3 cells were agglutinated at a dilution of no more than 1/10 titer (1:320). A test system designed on the basis of lyophilized sera for detecting the causative agent of pseudotuberculosis in a dot immunoassay showed high sensitivity ( $\geq 5 \cdot 10^5$  m.c./ml); the presence of cross-reacting antibodies was observed only at high concentrations of heterologous microorganisms ( $\geq 10^8$  m.c./ml).

**Введение.** Эффективность тест-систем, направленных на детекцию возбудителя псевдотуберкулеза, во многом зависит от активности и специфичности диагностических сывороток. Получение специфических сывороток для конструирования диагностических иммунобиологических препаратов на псевдотуберкулез, является актуальным и востребованным в практике здравоохранения. Стабильность и срок годности сывороток, используемых в качестве источника специфических антител (АТ) в дот-иммуноанализе (ДИА), влияет на функциональные характеристики сконструированных тест-систем, что

в конечном итоге существенно сказывается на эффективности лабораторной диагностики псевдотуберкулеза.

**Цель.** Оценка стабильности экспериментальных адсорбированных лиофилизированных псевдотуберкулезных сывороток для диагностики *in vitro*, используемых в ДИА для получения конъюгатов АТ с наночастицами серебра.

**Материалы и методы.** Животными-продуцентами псевдотуберкулезных сывороток служили кролики породы шиншилла в возрасте трех-шести месяцев, весом 2,5–3,0 кг. В качестве иммуногенов использовали инактивированные кипячением суспензии клеток штаммов *Y. pseudotuberculosis*, выделенных во время вспышечной заболеваемости в деревне Крыловка Томской области (штамм № 4 (13) и Красноярском крае (штамм № 1313). Иммунизацию кроликов-продуцентов и адсорбцию сывороток клетками гетерологичных штаммов проводили как описано ранее (Загоскина и др., 2021). Адсорбцию полученных сывороток осуществляли из расчета 7,5 мг лиофилизированных клеток каждого гетерологичного штамма микроорганизмов (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella typhimurium* 21, *Shigella flexneri* 170, *Y. enterocolitica* O:3 И-76, *S. enteritidis* (Gartner) на 1 мл псевдотуберкулезной сыворотки с 30-минутной экспозицией при 37 °С и последующим центрифугированием при 3000 об/мин в течение 30 мин. Для длительного хранения сыворотки консервировали 1 % борной кислотой, стабилизировали добавлением 3 % сахарозы и 1 % тиосульфата натрия и лиофилизировали. Сублимационное высушивание проводили в лиофильной сушилке LP-10 (ilShin, Южная Корея): I стадия лиофилизации – замораживание – осуществляли при температуре – 45±5 °С в течение 4 ч; II стадия лиофилизации – досушивание с режимом подогрева от 0 до 30 °С и вакуумом к концу высушивания (5±3) Па. Оценка стабильности лиофилизированных сывороток проводили в соответствии с ГОСТ Р ИСО 23640-2015.

**Результаты и обсуждение.** Изучение стабильности критериев приемлемости по внешнему виду в течение всего срока при разных вариантах хранения свидетельствовало о неизменности показателей визуального контроля. Лيوфилизированные сыворотки представляли собой аморфную массу белого цвета с розоватым или желтоватым оттенком, с растворимостью в течение 2 мин в 1 мл стерильной дистиллированной воды; регидратированные сыворотки были прозрачными или слегка опалесцирующими, от светло-кремового до розово-желтого цвета, имели рН от 7,5 до 8,5. Установлено, что условия хранения лиофилизированных псевдотуберкулезных сывороток, полученных против патогенных штаммов *Y. pseudotuberculosis* № 1313 и № 4 (13), – в течение 8 мес. (через 3, 6, 9 мес.) при температурах между 2 °С и 8 °С, при высоких и низких температурах от –20 °С до +20 °С в течение 8 сут., а также в процессе использования (в открытой ампуле в течение 48 ч), не влияли на стабильность показателей их качества. Титры псевдотуберкулезных антител в обеих сыворотках в указанных экспериментах регистрировались в развернутой РА в разведении 1:3200 с критерием приемлемости (стабильности) на 2–4 креста.

При оценке эффективности использования полученных лиофилизированных сывороток для конструирования на их основе тест-систем для обнаружения возбудителей псевдотуберкулеза в ДИА установлены высокая аналитическая чувствительность ( $\geq 6,25 \cdot 10^5$  м. к./мл штаммов *Y. pseudotuberculosis*) и аналитическая специфичность анализа: наличие перекрестно-реагирующих антител лишь при значительных концентрациях *Y. enterocolitica* O:3 И-76 ( $\geq 10^8$  м. к./мл), вероятно, связанная с общностью внутриродовых антигенов.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о стабильности показателей качества полученных экспериментальных лиофилизированных псевдотуберкулезных сывороток по физико-химическим характеристикам, при воздействии низких и высоких температур, хранении после первого открытия первичной упаковки (ампулы) в течение 9 месяцев хранения в холодильнике.

# АДАПТАЦИЯ ДОТ-ИММУНОАНАЛИЗА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КЛИНИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА НА ПСЕВДОТУБЕРКУЛЕЗ

Т. Ю. Загоскина, Е. Ю. Марков, В. Т. Климов, Н. М. Андреевская, А. П. Кулибаба,  
В. Б. Николаев, О. Б. Колесникова, Т. М. Долгова, О. В. Гаврилова,  
О. А. Старикова, Ю. О. Попова, А. А. Дорощенко, Е. Ю. Макарова,  
И. Б. Вершинская

*ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Осуществлена адаптация дот-иммуноанализа на нитроцеллюлозной мембране с использованием меченых наночастицами серебра специфических антител к исследованию клинического материала на псевдотуберкулез. Показана адекватность выбранных условий пробоподготовки образцов, высокая специфичность анализа и перспективность его использования в лабораторной диагностике псевдотуберкулеза.

## ADAPTATION OF DOT IMMUNOASSAY FOR CLINICAL MATERIAL STUDYING FOR PSEUDOTUBERCULOSIS

T. Yu. Zagoskina, E. Yu. Markov, V. T. Klimov, N. M. Andreevskaya, A. P. Kulibaba,  
V. B. Nikolaev, O. B. Kolesnikova, T. M. Dolgova, O. V. Gavrilova, O. A. Starikova,  
Yu. O. Popova, A. A. Doroschenko, E. Yu. Makarova, I. B. Vershinskaya

*Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** An adaptation of the dot immunoassay on a nitrocellulose membrane using specific antibodies labeled with silver nanoparticles to the study of clinical material for pseudotuberculosis was carried out. The adequacy of the selected conditions for sample preparation of clinical material for dot-immunoassay and the prospects of its use in the laboratory diagnosis of pseudotuberculosis are shown.

**Введение.** Трудности диагностики псевдотуберкулеза, связанные с полиморфизмом клинических проявлений и длительностью проведения бактериологического анализа, не обеспечивают ранней постановки диагноза. Для индикации патогена в настоящее время в комплексе с бактериологическим методом широко используется ПЦР. Однако неинструментальные способы диагностики псевдотуберкулеза важны с точки зрения экономичности, простоты и оперативности. С этих позиций подбор условий проведения дот-иммуноанализа (ДИА), оптимизация всех этапов его проведения, включая пробоподготовку клинического материала, будут способствовать повышению эффективности лабораторной диагностики заболевания.

**Цель.** Адаптировать ДИА для исследования клинического материала на псевдотуберкулез.

**Материалы и методы.** В работе использована экспериментальная тест-система на основе меченых наночастицами серебра антител, изолированных из гипериммунной кроличьей сыворотки, полученной против убитых клеток *Yersinia pseudotuberculosis* сероварианта O:1b. Для исследования клинического материала (испражнений и крови) методом ДИА опробованы несколько вариантов подготовки проб, подобрано оптимальное разведение материала с целью минимизации неспецифического связывания иммунных реагентов тест-системы с биосубстратами клинических образцов.

Сыворотку крови больного обеззараживали мертиолятом натрия (1:10 000), центрифугировали (1000 об/мин, 5 мин), прогревали на водяной бане для инактивации компонента (56 °С, 30 мин), разводили забуференным физиологическим раствором (ЗФР) рН 7,2 в 30, 50, 80 и 100 раз. Каждое приготовленное разведение сывороток титровали в ЗФР шагом 2 и наносили на нитроцеллюлозную мембрану (НМ) каплями объемом 2 мкл

для определения минимального количества предположительно имеющегося антигена (АГ) возбудителя псевдотуберкулеза в крови больного.

Исследуемые испражнения инактивировали на водяной бане при 100 °С в течение 30 мин, центрифугировали (3000 об/мин, 10 мин), супернатант осветляли фильтрованием через бумажный фильтр, разводили ЗФР 1:30 и 1:50 для минимизации адсорбции биосубстратов с примесью желчных пигментов, способных окрасить мембрану и спровоцировать неспецифический положительный результат. Каждое разведение испражнений титровали ЗФР шагом 2 для определения минимального количества АГ в образце и наносили на НМ каплями по 2 мкл.

Постановку ДИА осуществляли традиционным способом, включающим нанесение исследуемого материала на НМ, блокирование свободных участков связывания 1 % казеинатом натрия, погружение в раствор псевдотуберкулезных антител, меченных частицами коллоидного серебра. Визуализацию результатов проводили с использованием раствора проявителя, состоящего из метола, лимонной кислоты и азотнокислого серебра (Загоскина и др., 2002, 2003).

**Результаты и обсуждение.** В 2024 г. для исключения/подтверждения диагнозов «псевдотуберкулез» или «кишечный иерсиниоз» был получен клинический материал (кровь и испражнение) из Иркутской областной клинической инфекционной больницы больного 65 лет для исследования бактериологическим, серологическим (ИФА) и генодиагностическим (ПЦР) методами. Из анамнеза: температура до 40 °С, боли в суставах, сыпи нет, нарушений со стороны ЖКТ нет.

При исследовании крови методом ИФА с тест-системами «Иерсиния-IgM-ИФА-Бест» и «Иерсиния-IgG-ИФА-Бест» (АО «Вектор-Бест», Россия) был получен отрицательный результат; методом ПЦР с тест-системой «АмплиСенс® *Yersinia enterocolitica/pseudotuberculosis-FL*» (ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора) ДНК возбудителей *Y. enterocolitica* и *Y. pseudotuberculosis* в крови не были обнаружены. В испражнениях детектируется ДНК возбудителя *Y. enterocolitica* (34 цикл) и выявлен фактор вирулентности – энтеротоксин Yst. ДНК возбудителя *Y. pseudotuberculosis* не обнаружена. После посева исследуемой крови на среду БТС через 48 ч рост отсутствовал, на чашке с испражнениями – рост подозрительных колоний, которые в последующем были идентифицированы методом масс-спектрометрии как *Klebsiella pneumoniae*. При повторном исследовании испражнений и крови в ПЦР ДНК возбудителей *Y. enterocolitica* и *Y. pseudotuberculosis* не обнаружены. Поступивший материал от больного использован для оптимизации условий проведения ДИА при исследовании на псевдотуберкулез. Разведение сыворотки крови больного 1:30 обеспечивало неспецифическое взаимодействие с иммунными реагентами тест-системы, вероятно, связанное с высокой концентрацией белков сыворотки, которые за счет электростатических, ван-дер-ваальсовых сил или гидрофобных взаимодействий привели к нежелательному фоновому формированию окрашенных пятен на мембране. Для минимизации неспецифического связывания опробовали большие разведения исследуемых сывороток: 1:50, 1:80 и 1:100, при которых неспецифическое связывание отсутствовало. Параллельное исследование в ДИА суспензий *Y. pseudotuberculosis* разных штаммов, изолированных от больных людей во время вспышечных заболеваний в Красноярском крае, г. Томске и г. Зима Иркутской области (из коллекции отдела эпидемиологии института) дали положительный результат, начиная с концентраций  $\geq 6,25$  м. к./мл. Отрицательные результаты получены с гетерологичными микроорганизмами *Y. enterocolitica* и *S. typhimurium*, взятыми в аналогичных исходных концентрациях. Возбудитель псевдотуберкулеза в исследованных образцах испражнений больного в разведениях 1:30 и 1:50 в ДИА не обнаружен, равно как и выделенная бактериологическим методом культура *K. pneumoniae*, что подтверждало специфичность анализа.

Представленные данные демонстрируют адекватность избранных способов подготовки образцов клинического материала для исследования в ДИА на псевдотуберкулез, а также высокую специфичность анализа, указывая на перспективность его использования в комплексе методов при проведении лабораторной диагностики заболевания.

# ОЦЕНКА ВИРУЛЕНТНОСТИ ШТАММОВ *BURKHOLDERIA THAILANDENSIS* И ДИССЕМИНАЦИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ИНФЕКЦИИ

А. Ю. Замарина, М. В. Бартенева, Ю. А. Жукова, И. А. Хабарова,  
Н. Г. Плеханова, И. Б. Захарова

ФКУЗ Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт  
Роспотребнадзора, Волгоград, Россия

**Аннотация.** *Burkholderia thailandensis* обладает сходным набором факторов вирулентности и является факультативным внутриклеточным патогеном, как и возбудитель мелиоидоза. Генетические исследования показали, что *B. thailandensis* и *B. pseudomallei* имеют единый план организации геномов. Оба вида используют схожие молекулярные механизмы при инфекции. В работе исследовано 13 штаммов *B. thailandensis* – девять оказались авирулентными при заражении лабораторных животных в дозе  $10^8$  м. к., а четыре штамма вирулентными ( $LD_{50}$  варьировала от  $10^4$  до  $10^6$  м. к.). Проведена оценка диссеминации вирулентных штаммов *B. thailandensis* у лабораторных животных с разной видовой чувствительностью к мелиоидозу. Экспериментально показано, что вирулентные свойства штаммов *B. thailandensis* определяет не только наличие капсулы, но и другие факторы вирулентности.

## EVALUATION OF VIRULENCE OF *BURKHOLDERIA THAILANDENSIS* STRAINS AND DISSEMINATION OF THE PATHOGEN IN EXPERIMENTAL INFECTION

A. Yu. Zamarina, M. V. Barteneva, Yu. A. Zhukova, I. A. Khabarova,  
N. G. Plekhanova, I. B. Zakharova

Volgograd Research Anti-Plague Institute, Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** *B. thailandensis* has a similar set of virulence factors and is a facultative intracellular pathogen, as is the causative agent of melioidosis. Genetic studies have shown that *B. thailandensis* and *B. pseudomallei* have a single genome organization plan. Both species use similar molecular mechanisms in infection. In this work, 13 strains of *B. thailandensis* were studied – nine strains turned out to be avirulent at a dose of  $10^8$ , and four strains were virulent ( $LD_{50}$  ranged from  $10^4$  to  $10^6$ ). The dissemination of virulent *B. thailandensis* strains was evaluated in laboratory animals with different species sensitivity to melioidosis. It has been experimentally shown that the virulent properties of *B. thailandensis* strains are determined not only by the presence of a capsule, but also by other virulence factors.

**Введение.** Род *Burkholderia* включает целый ряд патогенных для человека и животных видов, объединенных в 2 филогенетических комплекса *Burkholderia pseudomallei* и *B. cepacia* (Wiersinga et al., 2018). В комплекс *Burkholderia pseudomallei* наряду с высокопатогенными возбудителями мелиоидоза и сапа также входит *B. thailandensis*, которая, несмотря на гораздо меньшую патогенность, имеет высокое фенотипическое, биохимическое, антигенное и генетическое сходство с возбудителем мелиоидоза и занимает с ним одинаковые экологические ниши (Currie et al., 2022).

Так же как и возбудитель мелиоидоза, *B. thailandensis* является факультативным внутриклеточным патогеном, который обладает сходным с *B. pseudomallei* набором факторов вирулентности. Оба вида при инфекции используют схожие молекулярные стратегии для внутриклеточного размножения и межклеточного распространения путем индукции образования многоядерных гигантских клеток (Meumann et al., 2024).

Остается неясным вопрос о вирулентности *B. thailandensis* для млекопитающих, а также динамике изменения патогенных свойств в процессе инфекции. Известно, что у возбудителя мелиоидоза при пассировании через организм восприимчивых животных



возрастает вирулентность, тогда как подобные данные по *B. thailandensis* в доступной литературе не обнаружены.

**Цель.** Анализ диссеминации *B. thailandensis* по органам и тканям при экспериментальной хронической инфекции у лабораторных животных с разной видовой чувствительностью.

**Материалы и методы.** Инфекции моделировали на относительно устойчивых беспородных белых мышах и высокочувствительных к мелиоидозу золотистых хомяках. Заражали внутрибрюшинно в дозах  $10^4$ ,  $10^6$ ,  $10^8$  м. к. Срок наблюдения для оценки распространения возбудителя по органам и тканям составлял 7, 14 и 30 сут. Было исследовано 13 штаммов *B. thailandensis*. В качестве контрольных использованы штаммы *B. pseudomallei* 1615 и *B. thailandensis* E264 – практически авирулентный референтный штамм вида. Наличие возбудителей оценивали бактериологически и методом ПЦР с использованием Набора реагентов для выявления и дифференциации *B. mallei*, *B. pseudomallei* и *B. thailandensis* «Амплиген Буркхольдерии группы *pseudomallei*» βLB/D-Eph.

Все исследования и манипуляции с животными проводили в соответствии с положениями СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней», законодательством Российской Федерации и международными этическими нормами.

**Результаты и обсуждение.** Исследованные 13 штаммов *B. thailandensis* оказались практически авирулентны для беспородных белых мышей – все животные выжили после введения максимальной дозы  $10^8$  м. к. Тогда как для золотистых хомяков показаны значительные межштаммовые отличия в вирулентности: для девяти штаммов показатель  $LD_{50}$  был выше  $10^8$  м. к., а для четырех штаммов варьировал от  $10^4$  до  $10^6$  м. к.

Для золотистых хомяков штаммы *B. thailandensis* E264 и *B. thailandensis* 2.1 оказались практически авирулентными ( $LD_{50}$  –  $4,6 \cdot 10^8$  м. к.), штаммы *B. thailandensis* VS22501 и VS22512 проявили достаточно высокую вирулентность –  $LD_{50}$   $1,8 \cdot 10^4$  м. к. и  $4,6 \cdot 10^6$  м. к. соответственно;  $LD_{50}$  в контрольной группе хомяков, зараженных *B. pseudomallei* 1615, составила  $10^2$  м. к.

Межштаммовые отличия по способности к диссеминации *B. thailandensis* у золотистых хомяков наиболее явно были выражены на седьмые сутки. Наиболее вирулентные штаммы *B. thailandensis* диссеминировали по всем исследованным органам (селезенка, легкие, печень, тимус, половые органы – матка и семенник, головной мозг, брыжеечный и паховый лимфатические узлы), что практически полностью сохранялось к 14 и 30 сут., для менее вирулентных штаммов к 30 сут. наблюдали частичный бактериальный клиренс.

У относительно резистентных моделей (белые мыши), инфицированных *B. thailandensis*, к 30-м сут. также наблюдали диссеминацию возбудителя по всем внутренним органам, но без явных признаков инфекции. В группе сравнения – при экспериментальном хроническом мелиоидозе у белых мышей (доза заражения  $10^2$  м. к.) наблюдали подобную же картину.

Таким образом, наиболее информативной биологической моделью для оценки вирулентности и диссеминации штаммов *B. thailandensis* являются золотистые хомяки; у обеих животных моделей при экспериментальной инфекции *B. thailandensis* полный бактериальный клиренс при всех дозах заражения при сроке наблюдения 30 сут. отсутствует; штаммы *B. thailandensis* отличаются по вирулентным свойствам. Наблюдаемая меньшая вирулентность вариантного по капсуле штамма *B. thailandensis* 2.1 для золотистых хомяков в сравнении со штаммами основной филогенетической клады свидетельствует, что вирулентные свойства штаммов *B. thailandensis* определяет не только наличие капсулы, но и другие факторы вирулентности, определение которых является предметом наших дальнейших исследований.

# СОЗДАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ БЕШЕНСТВА НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

И. Д. Зарва<sup>1,2</sup>, А. Д. Ботвинкин<sup>1</sup>, А. В. Мельников<sup>1</sup>, А. С. Холмовский<sup>3</sup>,  
К. Д. Кириченко<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», Иркутск, Россия

**Аннотация.** Представлена прогностическая пространственно-временная модель эпизоотий бешенства, основанная на эпидемиологических и климато-географических данных юга Дальнего Востока (2015–2023 гг.). Используя данные о случаях бешенства у животных, климатических условиях и географических особенностях, разработана компьютерная программа, которая оценивает вероятность возникновения эпизоотии. Модель учитывает барьеры миграции резервуара инфекции, сельскохозяйственные территории, абсолютную и относительную высоты местности. Вероятность эпизоотий оценивается по полученному датасету и визуализируется в ГИС для планирования противоэпидемических мероприятий.

## CREATION OF A SPATIOTEMPORAL MATHEMATICAL MODEL FOR PREDICTING THE SPREAD OF RABIES IN THE SOUTHERN FAR EAST

I. D. Zarva<sup>1,2</sup>, A. D. Botvinkin<sup>1</sup>, A. V. Melnikov<sup>1</sup>,  
A. S. Kholmovsky<sup>3</sup>, K. D. Kirichenko<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Irkutsk Research Anti-Plague Institute of Siberia and the Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>3</sup> Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** This study presents a predictive spatiotemporal model of rabies based on epidemiological and climate-geographical data from the southern Far East (2015–2023). Using data on rabies cases in animals, climatic conditions, and geographical features, a computer program was developed to assess the probability of epizootic outbreaks. The model takes into account migration barriers of the infection reservoir, agricultural areas, absolute and relative heights of the terrain. The probability of epizootics is evaluated based on the dataset and visualized in GIS for planning anti-epidemic measures.

**Введение.** Эпидемиологические прогностические модели являются важным инструментом эпидемиологического надзора. Для прогноза эпидемиологических проявлений инфекционной заболеваемости применяются различные математические методы. Однако проблема построения качественных математических моделей особенно остро стоит для природно-очаговых инфекций в виду ограниченного набора данных о заболеваемости населения и эпизоотических проявлениях в природных очагах.

В таких случаях оптимальным методом моделирования распространения инфекций является создание пространственно-временной модели, учитывающей весь имеющийся набор данных. Такой подход позволяет строить прогнозы динамики эпидемиологического риска во времени и пространстве на основе дополнительных данных, которые могут влиять на активность природных очагов, например, тип ландшафта и климато-географические данные.

Распространение бешенства на территории Дальнего Востока имеет определенные закономерности, связанные с особенностями жизненного цикла лисиц – основного резервуара этой инфекции в изучаемом регионе. Изменение границ природных очагов

бешенства может быть предсказано на основе данных мониторинга санитарно-эпидемиологических, ветеринарных ведомств, а также данных, полученных из открытых источников метеорологических служб.

**Цель.** Создание прогностической пространственно-временной модели бешенства на основании эпидемиологических и климато-географических данных.

**Результаты и обсуждение.** На этапе выбора модели для прогноза предпочтение было отдано пространственно-временной модели как более точной и доступной для интерпретации результатов.

Данные об эпизоотической активности природных очагов бешенства за период 2015–2023 гг. содержали информацию о случаях бешенства ( $N = 221$ ), выявленных в субъектах юга Дальнего Востока в пределах бассейна р. Амур. Учитывались данные о количестве заболевших животных и месте их обнаружения (долгота, широта).

Известно, что горы и лесные массивы являются барьером для миграции лисиц – основного резервуара бешенства на этой территории. Сельскохозяйственные территории с богатой кормовой базой (мыши, полёвки и др.) для лисиц напротив входят в наиболее вероятный ареал. Эти особенности необходимо учитывать для построения прогностических моделей. Соответственно, в дальнейшем для каждой точки обнаружения бешенства с применением системы дистанционного зондирования Земли, выполненного в среде QGIS, определялась вспомогательная информация: нахождение на территории сельскохозяйственных земель, в лесной зоне и абсолютная высота точки.

Учитывая значительные различия в абсолютной высоте разных субъектах бассейна Амура, прямое использование этого параметра было нецелесообразно. Для более точного учета влияния высоты вычислялась относительная высота. В данной модели относительная высота определялась путем вычитания минимальной абсолютной высоты точек в радиусе 50 км от текущей из ее абсолютной высоты.

Для получения климато-географических данных была написана программа парсинга архивных данных из открытых источников на основе технологии веб-скрапинга станций метеорологических служб, находящихся на изучаемой территории.

Далее все данные были проанализированы на предмет пропусков, обработаны и структурированы для возможности применения их в модели. Параметры, не оказывающие влияния на активность эпизоотических очагов, были исключены из анализа и не учитывались при построении математической модели.

В качестве объекта в модели рассматривались точки на местности, каждая из которых имеет набор параметров, включающий климатические и географические данные (температура воздуха, осадки, эластичность водяного пара, температура почвы на глубине от 2 мм до 320 мм, высота снежного покрова и др.).

Для математической модели весь регион представляется в виде сетки из точек, находящихся на расстоянии 2 км друг от друга. На основе этих точек строился граф в виде списка смежности, определяющий соседние точки.

На основе всех учтённых параметров, а также параметров соседних точек, вычислялось значение качества каждой конкретной точки – характеристики, определяющей «вероятность» возникновения в ней эпизоотии с низким, средним и высоким риском.

Качество определяется как сумма двух составляющих характеристик: географической  $qg$  и климатической  $qc$ .

Для летнего периода качество определяется по следующим формулам:

$$qg(x, y) = \max((k_1 - k_2z + k_3(1 - f) + k_4v), m_1)(1 - w);$$
$$qc(x, y) = \max(0, t_s - k_5) \cdot k_6.$$

Формулы определения качества для зимнего периода:

$$qg(x, y) = \max((k_7 - k_8z + k_9(1 - f) + k_{10}v), m_2);$$
$$qc(x, y) = \max(0, k_{11} - t_w) \cdot k_{12} + \max(0, r_w - k_{13}) \cdot k_{14}.$$

где,  $k_i$  – коэффициенты, определяющие скорость распространения эпизоотии,  $z$  – относительная высота точки. Параметры  $f$ ,  $v$  и  $w$  являются двоичными, принимающими значения 0 или 1. Значение 0 означает, что точка не принадлежит объекту, а 1 – точка относится к объекту. Параметры  $m_1$  и  $m_2$  – минимальные значения качества точки, которые принимаются, если значение первого аргумента функции  $\max$ , который высчитывается с помощью имеющихся параметров, меньше данного значения. В летний период значение качества точки может обращаться в 0 при условии того, что точка относится к водным объектам.

После расчёта этой характеристики для каждой точки в датасете, при помощи доступных ГИС имеется возможность визуализации полученного результата и использования картограмм для планирования контрольно-надзорных мероприятий.

Сопоставление результатов работы программы, настроенной по данным о географическом расположении случаев бешенства у животных на территории бассейна Амура, показало высокую точность работы математической модели анализа эпидемиологической ситуации по этой инфекции. Случаи бешенства у животных в 2022–2023 гг. располагались в пределах территорий природных очагов, прогнозируемых моделью.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

А. А. Зубова, А. В. Иванова, В. А. Сафронов

*ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов, Россия*

**Аннотация.** С целью совершенствования мер противодействия актуальным угрозам и вызовам системе санитарной охраны территории Российской Федерации проведен анализ эпидемиологической обстановки с использованием данных Всемирной организации здравоохранения, министерств здравоохранения зарубежных стран и научных публикаций. Перечень инфекционных болезней, требующих проведения мероприятий по санитарной охране, следует дифференцировать на две категории на основе критериев значимости для осуществления санитарно-карантинного контроля. Для эффективной среднесрочной оценки риска заноса инфекционных болезней предлагается использование комплекса критериев, включающего ретроспективный анализ заболеваемости, наличие условий для устойчивой циркуляции возбудителя и риска распространения в случае заноса на территорию Российской Федерации.

## PROPOSALS TO IMPROVE THE SYSTEM OF SANITARY PROTECTION OF THE TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION IN MODERN CONDITIONS

A. A. Zubova, A. V. Ivanova, V. A. Safronov

*Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation*

**Abstract.** In order to improve measures to counteract current threats and challenges to the sanitary protection system of the territory of the Russian Federation, an analysis of the epidemiological situation was carried out using data from the World Health Organization, ministries of health of foreign countries and scientific publications. The list of infectious diseases requiring sanitary protection measures should be differentiated into two categories based on criteria of significance for the implementation of sanitary quarantine control. For an effective medium-term assessment of the risk of introduction of infectious diseases, it is proposed to use a set of criteria, including a retrospective analysis of morbidity, the availability of conditions for stable circulation of the pathogen and the risk of spread in case of introduction into the territory of the Russian Federation.

**Введение.** Постоянно сохраняющиеся риски возвращения старых инфекционных болезней, распространение известных заболеваний на ранее не эндемичных территориях, высокая вероятность возникновения новых инфекций, а также тенденции к изменению структуры международных пассажиропотоков многократно увеличивают риски возникновения, заноса и распространения инфекционных болезней в ранее «благополучных» странах мира.

**Цель.** Совершенствование мер противодействия возникающим угрозам и вызовам системе санитарной охраны территории РФ.

**Материалы и методы.** Анализ актуальной эпидемиологической обстановки проведен с использованием данных Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), центров по контролю и профилактике заболеваний, министерств здравоохранения зарубежных стран и научных публикаций. Данные о структуре пассажиропотока и количестве лиц, прибывших на территорию РФ, приведены по данным портала Единой межведомственной информационно-статистической системы (допандемийный период – 2018 г., первое полугодие 2023 г.).

**Результаты и обсуждение.** Дифференциация перечня инфекционных болезней, требующих проведения мероприятий по санитарной охране Российской Федерации. В СанПиН 3.3686-21 перечень инфекционных болезней, требующих проведения мероприятий по санитарной охране территории РФ (далее Перечень), включает 26 нозологических форм: часть из них имеет потенциал к эпидемическому распространению, в том числе в международном масштабе, остальные же (зоонозные, трансмиссивные, природноочаговые инфекционные болезни) представляют собой угрозы регионального значения. Мониторинг за заболеваемостью последними (Зубова и др., 2023), а также контроль состояния природных очагов на территории стран необходимы в целях санитарной охраны территории РФ для оценки возможности реализации эпидемических осложнений в случае заноса инфекции. Очевидно, что Перечень требует детализации в классификации инфекционных болезней, представляющих риск заноса на территорию РФ с потенциалом к последующему распространению, и нозологическим форм, не представляющих риска в плане антропонозного распространения. С учетом проведенной экспертной оценки риска, основанной на информации о регистрируемых в настоящее время вспышках инфекционных болезней в мире и способности возбудителя передаваться от человека к человеку, к инфекционным болезням, актуальным в плане санитарно-карантинного контроля (СКК), отнесены: оспа, оспа обезьян, полиомиелит, вызванный диким полиовирусом, человеческий грипп, вызванный новым подтипом, ТОРС, БВРС, холера, чума, геморрагические лихорадки Ласса, Эбола и Марбург, а также менингококковая инфекция. За остальными инфекционными болезнями, в отношении которых СКК малоэффективен, необходим пристальный контроль в рамках реализуемого на территории РФ эпидемиологического надзора.

*Эпидемиологическая конъюнктура в мире.* Учитывая развитие транспортных связей, рост туристического потока в страны мира и миграционную активность населения, опасность завоза инфекционных болезней в первую очередь обусловлена высоким риском быстрого международного распространения (<https://www.ecdc.europa.eu/en/middle-east-respiratory-syndrome-coronavirus-mers-cov-situation-update>). Следует принять во внимание тот факт, что фактическое число случаев инфекционных болезней может существенно отличаться от данных официальной статистики. В связи с этим адекватная среднесрочная оценка риска осложнения эпидемиологической обстановки и, как следствие, риска заноса на территорию неэндемичных стран, по государствам с хроническим неблагополучием, должна опираться на оценку эндемичности территории по конкретной нозологии; оценку информации о регистрации вспышек болезни в прошлом, оценку условий для устойчивой циркуляции (передачи возбудителя) в стране в настоящее время, оценку возможности антропонозного распространения в случае завоза на территорию РФ.

*Изменение характера пассажиропотоков.* Сокращение международного авиасообщения в период пандемии COVID-19, а также политические, экономические и санкционные вызовы, принятые Российской Федерацией с 2022 г., переориентировали риски заноса инфекционных болезней с авиационного на наземные виды транспорта, что увеличило нагрузку по СКК на железнодорожных, морских, автомобильных и пешеходных пунктах пропуска. Кроме того, перераспределение пассажиропотоков на въезд альтернативными видами транспорта по территории страны за счет внутренних авиаперевозок увеличивает риск распространения инфекционной болезни, ввезенной инфицированным гражданином в результате его бесконтрольного перемещения по территории РФ, в связи с чем требуется проработка дополнительного контроля за иностранными гражданами на внутренних рейсах.

В условиях ограничения въезда российских граждан на территорию европейских стран, все большую популярность среди российских туристов набирает направление Юго-Восточной Азии (Таиланд, Индия, Вьетнам). Менее заметной тенденцией является смещение вектора туристических и деловых поездок за рубеж со стран Европы на африканские государства, являющиеся эндемичными по таким опасным инфекционным болезням, как лихорадка Эбола, Марбург, Ласса, чума, холера, малярия, желтая лихорадка и др. В настоящее время в условиях наращивания делового партнерства со странами Африки и Азии, развития туристического сегмента, роста вариантов прямого авиасообщения с рядом государств, в том числе выполняющих роль крупных международных транспортных хабов, риск заноса инфекционных болезней на территорию нашей страны увеличился многократно.

Таким образом, дальнейшим развитием ответных мер на вызовы системе санитарной охраны территории РФ может быть более активное внедрение цифровых технологий на различных этапах оценки эпидемиологического риска, с использованием индивидуальной оценки риска применительно к каждому прибывающему рейсу любым видом транспорта, через каждый санитарно-карантинный пункт страны, что позволит увеличить эффективность СКК и, как следствие, снизить риски завоза опасных инфекционных болезней.

## **ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБРАЩАЕМОСТИ ПО ПОВОДУ ПРИСАСЫВАНИЯ КЛЕЩЕЙ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ КЛЕЩЕВЫМ ВИРУСНЫМ ЭНЦЕФАЛИТОМ И ИКСОДОВЫМ КЛЕЩЕВЫМ БОРРЕЛИОЗОМ НАСЕЛЕНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

Ю. И. Ивайловская<sup>1</sup>, И. Д. Зарва<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> ФБУЗ Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области, Иркутск, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Иркутск, Россия

<sup>3</sup> ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

**Аннотация.** Проведен эпидемиологический анализ обращаемости по поводу присасывания клещей и заболеваемости населения клещевым вирусным энцефалитом (КВЭ) и Иксодовым клещевым боррелиозом (ИКБ) в Иркутской области за 2023 г. Наибольшее число случаев присасывания клещей зарегистрировано в апреле и июне. В возрастной структуре обращаемости и заболеваемости первое место занимает группа «70–79 лет». Риск нападения клещей высок в Бодайбинском, Ангарском и других районах. Высокий риск заболеваемости КВЭ и ИКБ отмечен в Бодайбинском, Осинском и Мамско-Чуйском районах. Для определения мест заражения возбудителями КВЭ и ИКБ проводили картографирование с использованием QGIS. Полученные данные предоставляют подробный обзор эпидемиологической ситуации в регионе за 2023 г. и могут быть использованы для совершенствования эпидемиологического надзора.

# EPIDEMIOLOGICAL ANALYSIS OF TICK BITE INCIDENCE AND TICK-BORNE ENCEPHALITIS AND BORRELIOSIS OF THE POPULATION OF THE IRKUTSK REGION

Y. I. Ivailovskaya<sup>1</sup>, I. D. Zarva<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Center of Hygiene and Epidemiology in the Irkutsk Region, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russian Federation

<sup>3</sup>Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** An epidemiological analysis on the incidence of tick bites and the morbidity of tick-borne encephalitis and borreliosis in the Irkutsk region for 2023 was carried out. The highest number of tick bites was registered in April and June. In the age structure of incidence and morbidity, the group «70–79 years old» occupies the first place. The risk of tick attacks is high in the Bodaibinsky, Angarsky, and other districts. A high risk of morbidity from tick-borne viral encephalitis and tick-borne borreliosis was noted in the Bodaibinsky, Osinsky, and Mamsko-Chuysky districts. Mapping using QGIS was conducted to determine the locations of infection. The obtained data provide a detailed overview of the epidemiological situation in the region for 2023 and can be used to improve epidemiological surveillance.

**Введение.** В наши дни инфекции, передаваемые клещами, представляют серьезную проблему для большинства территорий Российской Федерации. Ежегодно регистрируются летальные случаи заболеваний, а также высок риск инвалидизации. Иркутская область по ландшафтным и природно-климатическим условиям входит в число субъектов РФ эндемичных по природно-очаговым болезням. Согласно Приказу Федерального медико-биологического агентства от 7 марта 2024 г. № 38 (далее Приказ) из 42 административных территорий 36 являются эндемичными по КВЭ. В настоящее время, статус не эндемичных по КВЭ районов имеют Бодайбинский, Катангский, Киренский, Мамско-Чуйский, Нижнеилимский, Усть-Кутский районы. Иркутская область граничит с Красноярским краем, где в последние годы регистрируют самую высокую в стране инцидентность КВЭ, а также иркутяне массово посещают санаторно-курортные районы соседней Республики Бурятия, характеризующиеся устойчиво высокой и очень высокой активностью природных очагов этой инфекции.

**Цель.** Изучить особенности эпидемиологической ситуации в отношении КВЭ и ИКБ, в Иркутской области за 2023 г. для совершенствования эпидемиологического надзора.

**Материалы и методы.** В ходе анализа рассмотрены материалы о заболеваемости КВЭ и ИКБ в Иркутской области сведения об обращаемости в медицинские организации лиц, пострадавших от присасывания клещей. Для этого использованы данные из статистической формы № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях», Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» и экстренные извещения (форма № 058/у).

Ранжирование муниципальных образований по риску присасывания клещей, заражения КВЭ и ИКБ в Иркутской области выполнены при помощи непараметрического метода квартилей по 4 группам риска: низкий (<Q1), умеренный (Q1–Q2), средний (Q2–Q3), высокий (>Q3). Доверительные интервалы для интенсивных и экстенсивных показателей рассчитаны с помощью метода Уилсона (ДИ 95,0 %). Картографирование эпидемиологических данных выполнено при помощи программы QGIS 3.36.3 с использованием электронных карт OpenStreetMap. Географические точки предполагаемого места присасывания клеща, заражения КВЭ и ИКБ нанесены по координатам, полученным при геокодировании информации из экстренных извещений.

**Результаты и обсуждение.** При рассмотрении внутригодовой динамики обращений по поводу присасывания клещей в Иркутской области в 2023 г. выявлено, что превышение среднегодового показателя отмечено с начала апреля, а максимальное количество обращений приходилось на июнь. Превышение среднегодового уровня заболеваемости

мости ИКБ наблюдалось в середине апреля, максимальное количество заболевших регистрировалось в июле. Превышение среднегодового уровня заболеваемости КВЭ приходилось на начало мая, максимальное количество заболевших регистрировалось в июне.

В структуре обращаемости по поводу присасывания клещей первое ранговое место занимает возрастная группа «от 70 до 79 лет» с показателем 260,0 на 100 тыс. населения, ДИ 95,0 % (233,7–286,3). Тем не менее различие с группой «от 60 до 69 лет» статистически незначимо. Дети до 1 года в наименьшей степени были подвержены нападению клещей.

Первое ранговое место в возрастной структуре заболевших КВЭ занимала возрастная группа «от 70 до 79 лет». Заболеваемость в данной группе составила 4,9 на 100 тыс. населения, ДИ 95,0 % (0 – 10,7) при этом различие с группами «от 1 года до 69 лет» статистически незначимо. В возрастных группах до 1 года, а также от 80 и старше заболеваемость КВЭ в 2023 г. не зарегистрирована.

При ранжировании муниципальных образований (МО) Иркутской области (по месту жительства) по риску нападения клещей в 2023 г. показано, что высокий риск (301,1–960,1) отмечен в Бодайбинском, Ангарском, Казачинско-Ленском, Мамско-Чуйском, Зиминском, Нижнеудинском, Слюдянском, Тайшетском районах, а также г. Зиме и г. Саянске. Не зарегистрировано присасывания клещей в 2023 г. в г. Свирске, Катангском и Балаганском районах. Так же выявлено 116 нападений клещей, которые произошли не на территории Иркутской области: в Республике Бурятия – в Тункинском (п. Аршан, Жемчуг, Тунка, Монды), Кабанском (п. Танхой), Северо-Байкальском (п. Уоян) и Агинском (п. Моготуй) районах; Республике Хакасия (г. Черногорск); Красноярском крае (п. Болтурино); Республике Словения.

При ранжировании МО Иркутской области по заболеваемости КВЭ в 2023 г. отмечено, что высокий риск (7,7–15,2) наблюдается в Бодайбинском, Осинском, Эхирит-Булагатском, Нижнеудинском, Баяндаевском, Братском и Слюдянском районах. Не зарегистрировано случаев КВЭ в Нукутском, Качугском, Жигаловском, Киренском, Боханском, Тулунском, Зиминском, Ольхонском, Аларском, Мамско-Чуйском, Катангском, Балаганском, Усть-Илимском районах, г. Тулуне, г. Свирске. Выявлено пять случаев КВЭ, при которых заражение произошло вне региона: в Красноярском крае (с. Богучаны и г. Красноярск), Свердловской области (р-н Каменский, п. Новый Быт), Республике Хакасия (г. Черногорск) и Забайкальском крае.

При ранжировании МО Иркутской области по заболеваемости ИКБ в 2023 г. отмечается, что высокий риск (13,3 – 31,0) выявлен в Мамско-Чуйском, Эхирит-Булагатском, Баяндаевском, Осинском, Аларском, Бодайбинском районах и г. Саянске. Не зарегистрировано больных ИКБ в Нукутском, Усть-Илимском, Качугском, Жигаловском, Киренском, Куйтунском, Чунском, Усть-Удинском, Катангском районах, г. Свирске. Зафиксировано 12 случаев вне областного заражения ИКБ: в Республике Бурятия в Тункинском районе (п. Аршан), г. Северобайкальске, г. Улан-Удэ; Забайкальском крае (г. Чита), Свердловской области (р-н Каменский, п. Новый Быт), г. Новосибирске.

При рассмотрении административных территорий Иркутской области в 2023 г. выявлено, что в Бодайбинском районе, который не является эндемичной местностью по КВЭ (согласно Приказу), выявлен случай заболевания клещевым вирусным энцефалитом.



# НЕРЕШЕННЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА ЗА ГЕМОРРАГИЧЕСКОЙ ЛИХОРАДКОЙ С ПОЧЕЧНЫМ СИНДРОМОМ

А. В. Иванова

*ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб», Саратов, Россия*

**Аннотация.** Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (ГЛПС) представляет собой одну из наиболее серьезных и в некоторой степени недооцененных проблем общественного здравоохранения России. В настоящее время более 100 млн чел. в стране ежегодно подвергаются риску заболевания ГЛПС. С момента включения ГЛПС в официальную отчетность Министерства здравоохранения (1978 г.) по 2023 г. в России зарегистрировано 297 172 случая заболевания. Несмотря на накопленный массив знаний о проблеме, до сих пор не удается кардинально снизить заболеваемость этой инфекцией в стране. В работе представлен анализ имеющихся на сегодняшний день проблемных вопросов, решение которых позволит существенно повысить эффективность эпидемиологического надзора за ГЛПС в Российской Федерации.

## UNRESOLVED ISSUES OF THE MODERN ORGANIZATION OF EPIDEMIOLOGICAL SURVEILLANCE OF HEMORRHAGIC FEVER WITH RENAL SYNDROME

A. V. Ivanova

*Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation*

**Abstract.** Hemorrhagic fever renal syndrome (HFRS) is one of the most serious and to some extent underestimated public health problems in Russia. Currently, more than 100 million people in the country are at risk of HFRS every year. Since the inclusion of HFRS in the official reports of the Ministry of Health (1978) to 2023, 297,172 cases of the disease among the population have been registered in Russia. Despite the accumulated body of knowledge about the problem of HFRS incidence in the country, it is still not possible to solve this problem and drastically reduce the incidence of HFRS. The paper presents an analysis of the current problematic issues, the solution of which will significantly improve the effectiveness of epidemiological surveillance of HFRS in the Russian Federation.

С 80-х гг. прошлого столетия ГЛПС является постоянным объектом изучения отечественных ученых. Несмотря на накопленный массив знаний, до сих пор не удается решить проблему кардинального снижения заболеваемости этой инфекцией. Анализ имеющихся научных разработок по тематике позволил выявить ряд открытых на сегодняшний день проблемных вопросов, решение которых позволит существенно повысить эффективность эпидемиологического надзора за ГЛПС в Российской Федерации.

**Проблема качества данных.** Накопленный на сегодняшний день массив данных за более чем сорокалетний период наблюдения за ГЛПС во всех субъектах России носит разрозненный характер и требует дополнительных методологических приемов обработки информации. Доступность имеющихся источников данных неодинакова, а заключенные в них сведения зачастую весьма ограничены. Лимитированный Приказом Министерства здравоохранения СССР от 4 октября 1980 г. № 1030 «Об утверждении форм первичной медицинской документации учреждений здравоохранения» срок хранения информации о заболевших ГЛПС (3 года) зачастую приводит к потере необходимых сведений изучаемой ретроспективы. Учитывая действующие нормативные требования сбора отчетности об инфекционной заболеваемости, качество и неполнота аккумулируемых данных (например, отсутствие условий сбора геоанализов) не позволяют провести полноценный эпидемиологический анализ, в том числе доступными на сегодняшний день современ-

ными методами, в частности, ГИС-анализа. Существующие правила общепринятого учета инфекционных заболеваний (п. 24, 26 СанПиН 3.3686-21) по месту выявления больного, независимо от места инфицирования, не позволяют фиксировать и анализировать сведения об истинной территории риска заражения ГЛПС. Отсутствие централизованного сбора исчерпывающего комплекса показателей для полноценного анализа ситуации ведет к искажению реальной эпидемиологической картины, складывающейся в целом по стране.

**Проблема ограниченного использования современных методов анализа и прогнозирования.** Формирование эпидемиологического прогноза по ГЛПС в настоящее время выполняется преимущественно за счет методов экспертного прогнозирования, основанных на опыте, интуиции и знаниях конкретного эксперта. Подобные прогнозы могут быть ограничены субъективностью и возможными ошибками экспертов. Постоянная работа со сводными таблицами исходных данных требуют от сотрудника предельной внимательности и больших трудозатрат. Трудоемкость процесса приводит к увеличению сроков формирования прогноза и в значительной степени сказывается на его качестве.

Особенностью ГЛПС является постоянное изменение проявлений эпидемического процесса под действием различных биологических, абиотических, демографических, социальных и других факторов, требующих непрерывной оценки и контроля. Без современных информационных технологий обработки и анализа больших объема данных осуществление эффективного эпидемиологического надзора нереально. Возможности современных методов обработки данных (технологий машинного обучения, нейросетевого анализа, искусственного интеллекта и др.) позволят значительно повысить качество анализа и точность прогноза, а автоматизация рутинных операций – уменьшить количество затрачиваемого времени и снизить трудоемкость процесса прогнозирования.

**Разные подходы к анализу территории риска.** В настоящее время в системе эпидемиологического надзора за заболеваемостью ГЛПС разные подходы к анализу территории риска используются довольно широко. Каждый из подходов предполагает собственную интерпретацию компонентов эпидемиологической опасности территории и их значимость при оценке риска (Коротков и др., 1997; Мочалкин, 2010; Тарасов, 2012). Существующие методики показывают достаточно достоверные результаты на исследуемых территориях, однако подобранные критерии оказываются неподходящими для других территорий страны. Используемые методы определения величины эпидемического потенциала очаговых по ГЛПС территорий в настоящее время не имеют единого методологического плана, главными компонентами которого, на наш взгляд, являются:

1) разработка унифицированной величины количественной оценки эпидемического потенциала, по которой можно было бы судить об эпидемическом состоянии природного очага и гарантировать сравнимость результатов оценки не на примере конкретной территории, а в масштабе страны с учетом разных циркулирующих вариантов хантавирусов и особенностей биоценотической структуры природных очагов ГЛПС;

2) поиск наиболее достоверных прогностических критериев предэпидемической диагностики, характеризующих каждое из звеньев эпидемического процесса ГЛПС.

**Низкая оправдываемость прогнозов времени осложнения эпидемической ситуации.** В настоящее время эпидемиологические прогнозы по ГЛПС строятся на оперативных и ретроспективных данных эпизоотологического обследования территории. При этом экстраполяция результатов, полученных в нескольких точках обследования, на всю исследуемую территорию существенно снижает информативность прогноза и позволяет лишь ориентировочно понять складывающуюся картину на территории. Кроме того, имеющийся дефицит кадрового потенциала работников зоологического профиля (Транквилевский, 2022) приводит к снижению полноты получаемых при эпизоотологическом мониторинге данных. Отмеченные особенности учета биотических факторов свидетельствуют о том, что статистические зоологические данные (численность и инфицированность грызунов), используемые экспертами в качестве прогностических критериев

осложнения эпидемиологической обстановки, хотя и остаются оперативным элементом оценки территории риска заражения ГЛПС в системе эпидемиологического надзора, но сами по себе неспособны обеспечить ту полноту информации, которая необходима в современных условиях для оптимизации управления эпидемическим процессом. Вследствие вышесказанного, поиск факторов, оказывающих влияние на активацию природного очага ГЛПС является на сегодняшний день актуальной задачей совершенствования эпидемиологического надзора.

**Низкая эффективность профилактических мероприятий на фоне наращивания объемов проводимых обработок.** Эффективность профилактических мероприятий, в том числе экономическая, напрямую зависит от их «качества». Анализ современных проблем организации и обеспечения неспецифических профилактических мероприятий в очагах ГЛПС показал, что используемые в настоящее время подходы не всегда в полной мере реализуются в практической деятельности и зачастую оказываются недостаточно эффективными. Немаловажное значение здесь имеют нарушения исполнительской дисциплины, а также просчеты и упущения в методическом и организационном плане на всех уровнях проведения противоэпидемической работы и хозяйственной деятельности на местах. Кроме того, не меняющиеся годами объемы профилактических (дератизационных) мероприятий, определяемые одинаковым ежегодным бюджетированием и не зависящие от прогноза на ухудшение ситуации, и зачастую отсутствие контроля эффективности проводимых мероприятий требуют в настоящее время корректировки методических подходов к организации и тактике проведения неспецифической профилактики в очагах ГЛПС и совершенствования методики организации контроля объема проводимых работ.

Таким образом, описанные современные условия обуславливают необходимость модернизации информационного обеспечения эпидемиологического надзора за ГЛПС на территории Российской Федерации.

## ЗООНОЗНЫЙ ГРИПП И РИСК ПАНДЕМИИ

Т. Н. Ильичева, В. Ю. Марченко

*ФБУН Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии Вектор Роспотребнадзора,  
Кольцово, Новосибирская область, Россия*

**Аннотация.** Целью работы являлся мониторинг вирусов гриппа птиц и маркеров зоонозного гриппа в сыворотках крови жителей Российской Федерации. Исследование образцов от птиц и человека проводилось с помощью полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией в реальном времени (ПЦР-РВ) и выделения вирусов в куриных эмбрионах и культуре клеток MDCK. Тестирование сывороток крови человека проводилось в реакции торможения гемагглютинации (РТГА) и реакции вируснейтрализации (ВН) с высокопатогенными вирусами гриппа птиц. В 2023 и 2024 гг. исследовано 3677 образцов биоматериала от людей и 6712 образцов биоматериала от животных. От птиц и человека выделено 193 вируса гриппа. Высокопатогенные вирусы гриппа птиц антигенно и генетически соответствуют вирусу гриппа А/Астрахань/3212/2020 (H5N8) клада 2.3.4.4b, рекомендованному ВОЗ в качестве вакцинного. Случаев заражения людей вирусами гриппа птиц не выявлено. Выделенные от людей вирусы были родственны сезонным вакцинным штаммам. С октября 2023 г. по май 2024 г. было исследовано 4346 образцов сыворотки крови человека из 40 регионов Российской Федерации, среди них не выявлено ни одного положительного образца в РТГА и ВН к вирусам гриппа А/H5N8 и/или А/H5N1. При этом 159 (3,7 %) образцов дали положительный результат к вирусу гриппа А/H9N2 в РТГА, более 90 % из них (144 образца) дали положительный результат и в ВН. Ни один из образцов сыворотки крови не был положительным с вирусом А(H7N9). В настоящее время риск распространения высокопатогенных вирусов гриппа птиц среди людей низкий.

# ZOONOTIC INFLUENZA AND PANDEMIC RISK

T. N. Ilyicheva, V. Y. Marchenko

*State Research Center of Virology and Biotechnology "Vector", Novosibirsk, Russian Federation*

**Abstract.** The aim of the work was to monitor avian influenza viruses, as well as markers of zoonotic influenza in the blood sera of residents of the Russian Federation. Samples from birds and humans were examined using real-time reverse transcription PCR (RT-PCR) and the isolation of viruses in chicken embryos and MDCK cell culture. Human blood sera were examined in the hemagglutination inhibition test (HI) and virus neutralization (VN) with avian highly pathogenic influenza viruses. In 2023 and 2024, 3677 samples of biomaterial from people and 6712 samples of biomaterial from animals were examined. The 193 influenza viruses were isolated from birds and human. The highly pathogenic avian viruses antigenically and genetically correspond to the A/Astrakhan/3212/2020 (H5N8), virus recommended by WHO as a vaccine. No cases of human infection with avian influenza viruses have been identified. Viruses isolated from humans were related to seasonal vaccine viruses. From October 2023 to May 2024 4346 human serum samples from 40 regions of the Russian Federation were tested, among them not a single positive HI and VN test for the A/H5N8 and/or A/H5N1 influenza virus was found. At the same time 159 (3.7 %) samples were positive for the A/H9N2 influenza virus in the HI test, more than 90 % of them (144 samples) were also positive in the VN test. None of the serum samples reacted with the A(H7N9) virus in the HI test, even at a dilution of 1:10. Currently, the risk of the spread of highly pathogenic avian influenza viruses among people is low.

**Введение.** Вирусы гриппа А представляют серьезную угрозу для здоровья людей. В настоящее время репликация вирусов гриппа птиц в клетках млекопитающих имеет ограниченный характер, но за счет накопления мутаций или генетической реассортации они могут преодолевать межвидовые барьеры. Дальнейшая адаптация этих вирусов к человеку может привести к появлению штаммов, эффективно передающихся воздушно-капельным путем, и, в конечном итоге, к появлению пандемического вируса.

**Цель.** Мониторинг вирусов гриппа птиц, а также маркеров зоонозного гриппа в сыворотках крови жителей Российской Федерации.

**Материалы и методы.** Образцы от птиц (клоакальные смывы, секционный материал) и людей (мазки из зева, аутопсийный материал) исследовали с помощью ПЦР с обратной транскрипцией в реальном времени. Положительные образцы использовали для получения полногеномных последовательностей, а также для выделения изолятов вируса в куриных эмбрионах и культуре клеток MDCK.

Кроме того, в работе исследованы сыворотки крови людей, имевших контакт с больной и/или погибшей птицей, и жителей регионов, расположенных на путях миграции дикой водоплавающей птицы. Образцы сыворотки крови людей исследовали в реакции торможения гемагглютинации и вируснейтрализации по общепринятым методикам.

**Результаты и обсуждение.** В 2023 г. на территориях в нескольких регионах Российской Федерации были зарегистрированы вспышки, вызванные вирусом гриппа А/Н5N1 клады 2.3.4.4b. В 2023 и 2024 гг. было исследовано 3677 образцов биоматериала от людей и 6712 образцов биоматериала от животных. От птиц и людей выделено 193 изолята вируса гриппа. Циркулирующие высокопатогенные вирусы гриппа птиц антигенно и генетически соответствуют штамму A/Astrakhan/3212/2020, рекомендованному ВОЗ в качестве вакцинного. Случаев инфицирования людей вирусами гриппа птиц не выявлено. Выделенные от людей вирусы были родственны сезонным вакцинным штаммам.

С октября 2023 г. по май 2024 г. исследовано 4346 образцов сыворотки крови людей из 40 регионов РФ, среди них не обнаружено ни одного положительного в РТГА и ВН к вирусу гриппа А/Н5N8 и/или А/Н5N1. В то же время к вирусу гриппа А/Н9N2 положительных в РТГА образцов было 159 (3,7 %), более 90 % из них (144 образца), были также положительными и ВН. Ни один из образцов сыворотки не прореагировал с вирусом А(Н7N9) в РТГА, даже в разведении 1:10.

С осени 2020 г. распространение вирусов А/Н5N1 генетической клады 2.3.4.4b вызвало глобальный кризис: случаи заражения были зафиксированы у домашних и диких птиц, домашних и диких млекопитающих, а также людей в Азии, Африке, Европе, Северной и Южной Америке. Географическое распространение было обусловлено мигрирующими водоплавающими птицами (Swayne, 2024).

С 2003 г. по май 2024 г большинство случаев заболевания людей гриппом птиц возникло в результате инфицирования высокопатогенными вирусами А/Н5Nх и А/Н7N9, общее количество случаев инфекции у людей вирусом А/Н5N1 составило 887, из них 462 закончились смертельным исходом. Случаи заболевания людей, вызванных вирусом А/Н7N9, с 2018 г. фиксируются крайне редко (<https://www.ecdc.europa.eu/en/zoootic-influenza/facts/faq-H7N9>).

В ГНЦ ВБ Вектор Роспотребнадзора организована и обеспечивается постоянная готовность к выявлению вируса гриппа с пандемическим потенциалом. Для этого проводится изучение специфичности вирусов гриппа по отношению к рецепторам клеток дыхательного тракта человека методом биослойной интерферометрии; изучение трансмиссивности вируса гриппа на лабораторных животных; тестирование лекарственной устойчивости вирусов гриппа; исследование состояния популяционного иммунитета населения РФ по отношению к новым вирусам гриппа, включая вирусы гриппа животных; изучение вирусологических и молекулярно-генетических свойств вируса гриппа.

В настоящее время риск распространения высокопатогенных вирусов гриппа птиц среди людей низкий.

Вспышки продолжают регистрироваться в Европе, Азии, что сохраняет риск заноса на территорию России новых вариантов вируса гриппа.

Среди лиц, контактировавших с домашней и дикой птицей, стали более регулярно и в большем количестве выявляться антитела к вирусу гриппа птиц А(Н9N2).

Необходим контроль циркуляции и дальнейшего распространения вирусов в том числе на территориях новых регионов России.

## **СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ФОРМИРОВАНИЯ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И РЕАГИРОВАНИЯ НА ЧС САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА НА ПРОСТРАНСТВЕ СОДРУЖЕСТВА НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ**

И. Г. Карнаухов, Ж. А. Касьян, С. А. Щербакова, В. В. Кутырев

*ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов, Россия*

**Аннотация.** С использованием системного подхода определены приоритетные направления взаимодействия национальных систем мониторинга и реагирования на ЧС санитарно-эпидемиологического характера государств-участников СНГ в рамках создания и обеспечения функционирования единой системы мониторинга и реагирования на ЧС санитарно-эпидемиологического характера на пространстве СНГ. В период 2019–2023 гг. Координационным советом по проблемам санитарной охраны территорий государств-участников СНГ от завоза и распространения особо опасных инфекционных болезней разработаны правовые и нормативно-методические межгосударственные документы, необходимые для обеспечения легитимного взаимодействия национальных систем реагирования по всем основным направлениям.

# SYSTEM APPROACH IN THE NORMATIVE AND METHODOLOGICAL SUPPORT FOR THE FORMATION OF A UNIFIED SYSTEM OF MONITORING AND RESPONSE TO SANITARY AND EPIDEMIOLOGIC EMERGENCIES IN THE COMMONWEALTH OF INDEPENDENT STATES

I. G. Karnaukhov, Zh. A. Kas'yan, S. A. Shcherbakova, V. V. Kutuyev

*Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation*

**Abstract.** Using a systematic approach the priority directions of interaction of national systems of monitoring and response to emergencies of sanitary-epidemiological nature of the CIS member states within the framework of creation and ensuring the functioning of a unified system of monitoring and response to emergencies of sanitary-epidemiological nature in the CIS space are defined. In the period 2019–2023 the Coordination Council on the problems of sanitary protection of the territories of the CIS member states from the importation and spread of especially dangerous infectious diseases has developed the necessary legal and regulatory and methodological interstate documents necessary to ensure legitimate interaction of national response systems in all major areas.

**Введение.** Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения невозможно без развития международного сотрудничества в области предупреждения и реагирования на чрезвычайные ситуации (ЧС) биологического характера. При этом как никогда актуальным является совершенствование системного подхода к мониторингу, выявлению и реагированию на угрозы биологического характера. Если говорить о формировании единой системы мониторинга и реагирования на ЧС санитарно-эпидемиологического характера на пространстве СНГ, то подсистемами или элементами общей системы являются национальные системы мониторинга и реагирования на ЧС санитарно-эпидемиологического характера государств – участников СНГ. Для обеспечения функционирования единой системы мониторинга и реагирования на пространстве СНГ необходима организация эффективного взаимодействия национальных систем реагирования стран-участниц.

К основным направлениям взаимодействия можно отнести следующие.

- 1) обмен информацией о регистрации инфекционных болезней, способных вызвать ЧС в области общественного здравоохранения санитарно-эпидемиологического характера;
- 2) координация мер в рамках санитарной охраны территорий стран СНГ;
- 3) использование единых алгоритмов и методических подходов в области эпидемиологического надзора за опасными инфекционными болезнями и реагирования на ЧС санитарно-эпидемиологического характера;
- 4) подготовка специалистов профильных учреждений стран СНГ для совместной работы в составе мобильных противоэпидемических формирований;
- 5) совместная работа мобильных противоэпидемических формирований государств – участников СНГ при реагировании на ЧС санитарно-эпидемиологического характера.

Для осуществления легитимного взаимодействия стран Содружества по упомянутым направлениям необходима была разработка и принятие межгосударственных соглашений, нормативно-правовых и методических документов в рамках каждого направления. Эта задача была выполнена Координационным советом по проблемам санитарной охраны территорий государств – участников Содружества Независимых Государств от завоза и распространения особо опасных инфекционных болезней (далее – Координационный совет).

**Результаты и обсуждение.** В рамках реализации первого направления взаимодействия национальных систем реагирования Координационным советом проводится работа по организации информационного обмена между странами СНГ по вопросам эпидемиологической обстановки по особо опасным, природно-очаговым, зоонозным инфекцион-

ным болезням, мониторингу ЧС санитарно-эпидемиологического характера. Работа направлена на создание единого информационного эпидемиологического пространства для государств – участников СНГ, повышение эффективности мер реагирования на ЧС в области общественного здравоохранения санитарно-эпидемиологического характера в рамках реализации Международных медико-санитарных правил (2005 г.). В этой связи Координационным советом разработано «Положение о порядке осуществления информационного обмена между государствами – участниками СНГ о чрезвычайных ситуациях в области общественного здравоохранения санитарно-эпидемиологического характера». Положение утверждено Решением Совета по сотрудничеству в области здравоохранения СНГ от 30.06.2020 и введено в действие взамен устаревшего Положения от 03.07.2003.

В рамках реализации второго направления взаимодействия национальных систем реагирования при активном участии Координационного совета разработано Соглашение о сотрудничестве в области санитарной охраны территорий государств – участников Содружества Независимых Государств» (принято решением Совета глав правительств СНГ от 28.05.2021, г. Минск).

После принятия Соглашения возникла необходимость разработки методического документа, более подробно регламентирующего проведение санитарно-карантинного контроля людей, товаров и грузов в пунктах пропуска через государственную границу государств-участников СНГ, вопросы межведомственного взаимодействия, мероприятия по предупреждению распространения инфекционных болезней на территории государств – участников СНГ, с целью унификации упомянутых мер в государствах Содружества. Координационным советом разработаны методические рекомендации «Организация мероприятий по санитарной охране территорий государств – участников Содружества Независимых Государств» (утверждены решением XXXVI заседания Совета по сотрудничеству в области здравоохранения СНГ, Бишкек, 15 ноября 2023 г.).

В рамках реализации третьего направления взаимодействия национальных систем реагирования пристальное внимание уделяется эпидемиологическому надзору за особо опасными инфекционными болезнями и, прежде всего, за чумой. В рамках деятельности Координационного совета разработаны методические рекомендации «Организация и проведение эпидемиологического надзора в природных очагах чумы на территории государств – участников Содружества Независимых Государств». Методические рекомендации утверждены решением XXX заседания Совета по сотрудничеству в области здравоохранения СНГ (8 ноября 2019 г., Душанбе).

В рамках реализации третьего и четвертого направлений взаимодействия национальных систем реагирования Координационным советом разработано «Положение о базовой организации государств – участников Содружества Независимых Государств по мониторингу, оперативному оповещению и совместному реагированию на чрезвычайные ситуации в области общественного здравоохранения санитарно-эпидемиологического характера». Статус базовой организации придан ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора решением 90-го заседания Экономического совета СНГ, состоявшегося 18 июня 2021 г. в Москве. Утверждено Положение о базовой организации.

Также в рамках реализации третьего и четвертого направлений взаимодействия национальных систем реагирования Координационным советом разработан «Порядок формирования Реестра специалистов организаций санитарно-эпидемиологического профиля государств – участников Содружества Независимых Государств для совместной работы в зоне чрезвычайной ситуации санитарно-эпидемиологического характера» (утвержден решением Совета по сотрудничеству в области здравоохранения СНГ от 13 октября 2021 г.).

Координационным советом разработаны методические рекомендации «Тактика организации и проведения совместных международных учений СПЭБ Роспотребнадзора и СПЭБ государств – участников СНГ по ликвидации чрезвычайных ситуаций в области

общественного здравоохранения санитарно-эпидемиологического характера» (утверждены Решением Совета по сотрудничеству в области здравоохранения Содружества Независимых Государств от 23 сентября 2022 г., Туркестан).

В рамках реализации пятого направления взаимодействия национальных систем реагирования при активном участии Координационного совета разработано «Соглашение о сотрудничестве государств – участников Содружества Независимых Государств по предупреждению и реагированию на чрезвычайные ситуации в области общественного здравоохранения санитарно-эпидемиологического характера». Соглашение принято на заседании Совета глав правительств СНГ 28 октября 2022 г. (г. Астана).

Таким образом, с использованием системного подхода в период 2019–2023 гг. Координационным советом разработаны необходимые правовые и нормативно-методические межгосударственные документы, необходимые для легитимного функционирования единой системы мониторинга и оперативного реагирования на ЧС санитарно-эпидемиологического характера на пространстве СНГ.

## РАЗРАБОТКА НОВОЙ НАКОПИТЕЛЬНОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ХОЛЕРНОГО ВИБРИОНА

Л. С. Катунина, А. А. Курилова, З. Ю. Крячок, О. Н. Киселева

*ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора, Ставрополь, Россия*

**Аннотация.** В настоящее время для лабораторной диагностики холеры применяют специальные питательные среды – основной раствор пептона и 1,0%-ную пептонную воду, существенным недостатком которых является высокая стоимость. В связи с этим актуально снижение экономических затрат при производстве данных питательных сред путем замены их питательных основ на доступные и недорогие. Разработана новая питательная среда для накопления холерного вибриона из непищевого сырья (мелассы свекловичной). Ростовые свойства разработанной среды и традиционно используемой среды на основе дорогостоящего пептона при проверке были практически одинаковы. Применение новой питательной среды в диагностической практике позволит получить значительный экономический эффект.

## DEVELOPMENT OF A NEW CUMULATIVE NUTRIENT MEDIUM FOR ISOLATION OF VIBRIO CHOLERA

L. S. Katunina, A. A. Kurilova, Z. Yu. Kryachok, O. N. Kiseleva

*Stavropol Anti-Plague Research Institute, Stavropol, Russian Federation*

**Abstract.** Basic peptone solution and 1.0 % peptone water are nutrient media using for laboratory diagnosis of cholera, which significant disadvantage is high cost. In this connection, the issue of their cheapening by replacing nutrient bases with available and inexpensive ones remains relevant. The aim of this study was to develop a new medium for the accumulation of vibrio cholera from beet molasses. The developed medium was not inferior to the traditionally used medium based on expensive peptone in terms of growth properties. The use of the new nutrient medium in diagnostic practice will allow obtaining a significant economic effect.

**Введение.** Острые желудочно-кишечные заболевания являются значительной проблемой для здравоохранения. Ввиду высокой контагиозности, тяжести течения болезни и трудной лабораторной диагностики холера, вызываемая *Vibrio cholerae*, является одним из наиболее опасных заболеваний человека.



Широкое распространение холерного вибриона в окружающей среде обращает на себя пристальное внимание эпидемиологов. Для быстрой оценки эпидемической ситуации в настоящее время применяют новые методы индикации, с помощью которых становится возможным одновременное обнаружение микроорганизма и составление характеристики его значимости (определение маркеров патогенности и серогруппы). Такие методы подразумевают использование новых, высококачественных питательных сред, необходимых для накопления и идентификации холерного вибриона.

Поскольку в настоящее время в России налажен промышленный выпуск только одной питательной среды для накопления холерного вибриона – пептона ферментативного сухого, имеющего высокую себестоимость из-за дороговизны мясопродуктов, актуальность приобретает проблема поиска новых питательных основ для создания питательных сред с целью удешевления производства.

**Цель.** Разработка рецептуры и проверка эффективности альтернативной питательной среды для накопления холерного вибриона на основе мелассы свекловичной, способной заменить 1,0 % пептонную воду при лабораторной диагностике холеры.

**Результаты и обсуждение.** Показатели исходного сырья для разработки новой питательной среды соответствуют ГОСТ 30561-2017 «Меласса свекловичная. Технические условия». Меласса представляет собой густую, вязкую, непрозрачную жидкость от коричневого до темно-бурого цвета со специфическим запахом, массовая доля сухих веществ – 75,0 %, содержание сахарозы до прямой поляризации – не менее 43,0 %.

Сначала готовили 10,0 % раствор мелассы свекловичной: сырье растворяли в 1 л питьевой воды с добавлением солей натрия и калия, устанавливали рН 8,5±0,2 и кипятили, после чего разливали во флаконы, предварительно профильтровав через бумажно-тканевый фильтр. Далее раствор автоклавировали при 121 °С в течение 20 мин. Готовый раствор был коричневого цвета, прозрачный, без осадка.

Полученный раствор мелассы свекловичной разбавляли питьевой водой, корректировали рН, фильтровали и вносили ростостимулирующие компоненты. Затем разливали во флаконы по 100 мл и автоклавировали при 121 °С в течение 10 мин. Полученная питательная среда была прозрачной, без осадка, темно-желтого цвета.

Ростовые свойства новой среды проверяли в соответствии с методическими рекомендациями МУ 3.3.2.2124-06 «Контроль диагностических питательных сред по биологическим показателям для возбудителей чумы, холеры, сибирской язвы, туляремии, бруцеллеза, легионеллеза». В работе использовали тест-штамм *V. cholerae* non O1 P-9741, полученный из лаборатории «Коллекция патогенных микроорганизмов» ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора.

Взвеси тест-штамма из разведений  $10^{-6}$  (100 м. к.) и  $10^{-7}$  (10 м. к.) высевали по 0,1 мл в три флакона, содержащих 100 мл испытуемой питательной среды, и инкубировали при температуре 37±1 °С в течение 6 ч. Аналогично проводили высеив в 1,0 % пептонную воду (контроль). Контроль посевной дозы осуществляли посредством посева из вышеуказанных разведений на три чашки Петри с щелочным агаром, с заранее проверенными ростовыми свойствами.

Через 6 ч инкубации из каждого флакона проводили высеив бактериологической петлей № 5 на три чашки Петри с щелочным агаром. Посевы на агаровых пластинах инкубировали при температуре 37±1 °С в течение 12–18 ч, после чего учитывали результаты.

Согласно требованиям МУ 3.3.2.2124-06, жидкая питательная среда для накопления холерного вибриона считается пригодной, если число колоний, выросших при посеве из разведения  $10^{-6}$ , не менее 10, а из разведения  $10^{-7}$  – не менее одной. Подсчет должен производиться по среднему числу колоний на трех чашках из одной посевной дозы.

Опыт проводили в трех повторах. Так, при изучении ростовых качеств предлагаемой питательной среды выявлено, что среднее число колоний *V. cholerae* non O1 P-9741, выросших на трех чашках Петри из одной посевной дозы из разведений  $10^{-6}$  и  $10^{-7}$ , со-

ставило, соответственно,  $11 \pm 0,82$  и  $2 \pm 0,71$ . На чашках, посев на которые производили из флаконов с контрольной питательной средой, этот же показатель был  $10 \pm 1,08$  колоний из разведения  $10^{-6}$  и  $3 \pm 0,41$  колонии – из разведения  $10^{-7}$ .

Результаты работы свидетельствуют о схожести ростовых свойств разработанной питательной среды и 1,0 % пептонной воды, применяемой в настоящее время. При этом стоимость новой питательной среды значительно ниже. Таким образом, показана перспективность применения питательной среды на основе свекловичной мелассы для накопления холерного вибриона.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО НЕДОПУЩЕНИЮ ЗАРАЖЕНИЯ ЧУМОЙ НАСЕЛЕНИЯ В ГОРНО-АЛТАЙСКОМ ВЫСОКОГОРНОМ ПРИРОДНОМ ОЧАГЕ В 2024 ГОДУ

Е. Н. Кичинекова, С. Л. Сарикова

*Управление Роспотребнадзора по Республике Алтай, Горно-Алтайск, Россия*

**Аннотация.** В течение всего года в Республике Алтай ведутся работы, приоритетной целью которых является предупреждение возникновения и распространения заболевания чумой среди населения, что также является одной из приоритетных задач деятельности Управления Роспотребнадзора по Республике Алтай. Для минимизации риска заражения чумой населения Кош-Агачского района ежегодно реализуется комплексный план мероприятий по оздоровлению Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы в Кош-Агачском районе Республики Алтай, который включает в себя комплекс мер специфической и неспецифической профилактики заражения чумой населения, мероприятия по мониторингу эпизоотической ситуации на территории природного очага, а также медицинское наблюдение за населением в течение летне-осеннего сезона, когда риск заражения максимален. Необходимо продолжить проведение профилактических мероприятий, существенно снижающих риск заболевания человека чумой.

## ABOUT PREVENTIV MEASURES IN THE GORNO-ALTAI HIGH-ALTITUDE NATURAL PLAGUE FOCUS IN 2024 FOR PREVENTION PLAGUE INFECTION AMONG THE PEOPLE

E. N. Kichinekova, S. L. Sarikova

*The Altai Republic Department of Rosпотребнадзор, Gorno-Altaysk, Russian Federation*

**Abstract.** The main purpose of preventive measures for the territory of the Altai Republic is to prevent the occurrence and spreading of plague disease among the people, which is also one of the main tasks of the Altai Republic Department of Rosпотребнадзор. In order to minimize the risk of plague infection of the population of Kosh-Agach District, a comprehensive plan of measures to improve the Gorno-Altaysky high-mountain plague natural focus in Kosh-Agach District of the Altai Republic is implemented annually, which includes a set of measures of specific and non-specific prevention of plague infection of the population, measures to monitor the epizootic situation in the territory of the natural focus, as well as medical surveillance of the population during the summer-autumn season, when the risk of infection is maximum. It is necessary to continue preventive measures that significantly reduce the risk of human plague.

В связи с неблагоприятным прогнозом по чуме на предстоящий сезон в Горно-Алтайском природном очаге главным государственным санитарным врачом Российской Федерации утвержден Комплексный план мероприятий учреждений Роспотребнадзора по оздоровлению Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы в Кош-

Агачском районе Республики Алтай на 2024 год (Попов и др., 2024). В текущем эпидсезоне по итогам первого полугодия вся запланированная работа выполнена в полном объеме.

В связи с отказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации в согласовании ограничений охоты в отношении серого сурка в охотничьих угодьях муниципального образования «Кош-Агачский район» в 2023 г., решением Республиканской санитарно-противоэпидемической комиссии при Правительстве Республики Алтай № 1 от 01.02.2024 и Постановлением Главного государственного санитарного врача по Республике Алтай № 5 от 14.02.2024 Комитету по охране, использованию и воспроизводству объектов животного мира рекомендовано определить нулевую квоту на выдачу лицензии на добычу серого сурка и длиннохвостого суслика в Кош-Агачском районе. На основании Постановления главного государственного санитарного врача по Республике Алтай № 5 от 14.02.2024 главе Республики Алтай, председателю Правительства Республики Алтай рекомендовано ограничить все виды охоты и добычи серого сурка и длиннохвостого суслика, вовлекаемых в эпидемический процесс по чуме, за исключением их отлова (отстрела) для эпизоотологического обследования на территории муниципального образования «Кош-Агачский район».

Приказом Комитета охраны животного мира Республики Алтай от 22.05.2024 № П-17-01-08-00041 «Об утверждении норм допустимой добычи сурка серого в охотничьих угодьях Республики Алтай, за исключением особо охраняемых природных территорий федерального значения, в сезон охоты 2024 года» фактически введен запрет охоты на сурка, путем установки нулевой нормы добычи сурка на территории Кош-Агачского района. В 2023 г. данная практика имела положительный результат.

В связи с эпидзначимостью верблюдов, ежегодно проводится их профилактическая иммунизация против чумы. В сезоне 2024 г. привито 206 голов из 270, что составило 76,3 % от подлежащих. Причиной недостаточной иммунизации верблюдов оказалось отсутствие вакцины «КЭМЭЛ-ПРО Р. С.» на складе. На основании писем ФКУН «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора и ФКУЗ Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт аналогов вакцины против чумы верблюдов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, не зарегистрировано. «КЭМЭЛ-ПРО Р.С.» ФКП «Ставропольская биофабрика» является единственным поставщиком вакцины.

В странах СНГ производство вакцины против чумы верблюдов осуществляется в Республике Казахстан (РГП «Национальный научный центр особо опасных инфекций им. Масгута Айкимбаева Министерства здравоохранения Республики Казахстан»). Однако в соответствии с письмом Россельхознадзора «О приостановлении ввоза на территорию Российской Федерации лекарственных препаратов для ветеринарного применения и кормовых добавок для животных», ввоз указанного препарата на территорию нашей страны запрещен. На основании чего, сохраняются риски заболевания не привитых верблюдов чумой.

С 19.02.2024 стартовала прививочная кампания вакцинации против чумы, в соответствии с Постановлением главного государственного санитарного врача по Республике Алтай № 5 от 14.02.2024. Всего привиты в регионе 15 037 человек (100,1 % от запланированных 15 026 чел.), из них 14 389 (100,0 % от плана 14 389) в Кош-Агачском районе (8857 взрослых – 100,0 % от плана и 5532 детей – 100,0 % от плана).

22 мая 2024 г. проведены показательно-тренировочные учения по локализации и ликвидации эпидемических проявлений на территории Кош-Агачского района. В ходе тренировочных учений отработано взаимодействие между организациями Роспотребнадзора по Республике Алтай, медицинскими организациями, МВД, МЧС, администрацией Кош-Агачского района.

В течение сезона продолжают плановые объезды животноводческих стоянок. С животноводами и членами их семей проводятся беседы, раздаются листовки по вопросам недопустимости охоты на сурка, вручаются уведомления об уголовной ответственности в случае браконьерской охоты на сурка и недопущении нахождения детей на стоянках, расположенных в природном очаге чумы, необходимости проведения мероприятий по дезинсекции и дератизации. Нарушений при объездах не выявлено.

Ежемесячно проводятся дератизационные мероприятия на социально-значимых объектах в Кош-Агачском районе. Также силами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Алтай» согласно заключенному договору с администрацией МО «Кош-Агачский район» проведена поселковая дератизация на территории 303 дворов в селе Жана-Аул. Эффективность поселковых обработок оказалась близкой к 100 % (грызуны и блохи при учетах, проведенных после работ, не отмечались).

В связи с ростом туристической активности на территории Кош-Агачского района, Управлением Роспотребнадзора по Республике Алтай подготовлены и включены в Распоряжение Правительства Республики Алтай от 11 июня 2024 г. № 349-р «О подготовке к туристическому сезону в Республике Алтай в 2024 году» предложения по информированию обо всех запланированных массовых мероприятиях, выставлении аншлагов на дорогах с предупреждением об опасности нахождения на эпизоотических по чуме участках, доведении до сведения туристов мер профилактики при нахождении на территории природного очага чумы и другие.

В целях более оперативного взаимодействия со службами региона и в рамках исполнения Комплексного плана мероприятий по санитарной охране территории Республики Алтай на 2023–2027 гг. вопрос о результатах проводимых профилактических мероприятий против чумы в Кош-Агачском районе рассматривается на каждом заседании санитарно-противоэпидемической комиссии при Правительстве Республики Алтай с принятием рекомендаций всем заинтересованным органам исполнительной власти и местного самоуправления.

В виду актуальности данного вопроса и затрат значительных материально – технических, кадровых, научно-методических и информационных ресурсов, а также административно-правового и финансового обеспечения противоэпидемических мероприятий, приносящих положительный результат, необходимо продолжить комплексный подход к проведению профилактических мероприятий, существенно снижающих риск заболевания человека чумой.

# ХАРАКТЕРИСТИКА ШТАММОВ *YERSINIA ENTEROCOLITICA* O:8 ВПЕРВЫЕ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

В. Т. Климов, С. М. Лященко, А. П. Кулибаба, С. В. Игумнова, Е. С. Куликалова,  
Н. М. Андреевская, С. В. Балахонов

ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

**Аннотация.** Проведено изучение пяти штаммов *Yersinia enterocolitica*, выделенных в 1975 г. от берингийских сусликов (*Urocitellus parryi* Richardson, 1825) на Чукотке и хранившихся в лиофилизированном состоянии в течение 48 лет. Фенотипические и генотипические признаки, наряду с результатами филогенетического анализа показали, что штаммы принадлежат к подвиду *Y. enterocolitica* ssp. *enterocolitica*, серовар O:8, распространенному в Северной Америке.

## CHARACTERISTICS OF *YERSINIA ENTEROCOLITICA* O:8 STRAINS FIRST ISOLATED IN RUSSIA

V. T. Klimov, S. M. Lyashchenko, A. P. Kulibaba, S. V. Igumnova, E. S. Kulikalova,  
N. M. Andreevskaya, S. V. Balakhonov

Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** Five strains of *Yersinia enterocolitica*, isolated in 1975 from Beringian ground squirrels (*Urocitellus parryi* Richardson, 1825) in Chukotka and stored in a lyophilized state for 47 years, were studied. Phenotypic, genotypic characteristics and phylogenetic analysis showed that the strains belong to the subspecies *Y. enterocolitica* ssp. *enterocolitica*, serovar O:8, common in North America.

**Введение.** Вид *Yersinia enterocolitica* образует два подвида: *Y. enterocolitica* ssp. *palaearctica* и *Y. enterocolitica* ssp. *enterocolitica* (Neubaruer et al., 2000). *Y. enterocolitica* ssp. *palaearctica* включает серологические варианты O:3, O:9, O:5.27, которые распространены на всех континентах и вызывают спорадическую, а в ряде случаев – вспышечную заболеваемость. Патогенный потенциал этих штаммов считается невысоким. Они имеют родоспецифическую плазмиду вирулентности pYV с генами системы патогенности III типа (TTSSs), основная функция которой – доставка белков-эффекторов в клетки иммунной системы и блокирование их ответа (Cornelis, 2002). Из хромосомных генов наиболее значимы *ail* (определяет адгезивные и инвазивные свойства) и *ystA* (термостабильный энтеротоксин).

Подвид *Y. enterocolitica* ssp. *enterocolitica* впервые был выявлен в Северной Америке в 1939 г., (Bottone. G.) где получил наибольшее распространение. Из шести серовариантов – O:4, O:8, O:13, O:18, O:19, O:21 наиболее часто в инфекционной патологии встречается *Y. enterocolitica* серотипа O:8. Патогенность *Y. enterocolitica* ssp. *enterocolitica* высокая и помимо плазмиды pYV содержит в хромосоме кластер генов острова высокой патогенности (HPI), функция которого заключается в утилизации и поглощении железа из содержащих этот элемент белков – лактоферина, трансферина, ферритина.

*Y. enterocolitica* O:8 систематически выделяется в Японии от мышевидных грызунов, что предполагает наличие природного очага. В Европе зарегистрированы единичные заболевания людей *Y. enterocolitica* O:8 – 2 случая во Франции (2018 и 2020 гг.), один в ФРГ (2003 г.). В Польше с 2004 по 2018 гг. *Y. enterocolitica* O:8 ежегодно выделяли от больных. Эпидемиологически, упомянутые случаи не имеют обоснования: были ли они завозные или имел место локальный природный резервуар. В СССР Ющенко Г. В. и соавторы (1983 г.) описали четыре случая тяжелого течения кишечного иерсиниоза с выделением *Y. enterocolitica* O:8, однако, характеристика штаммов в работе отсутствовала.

**Цель.** Изучить фенотипические и генотипические свойства, провести филогенетический анализ уникальных штаммов *Y. enterocolitica*, выделенных в 1975 г. от берингийских сусликов *Urocitellus parryii* (Richardson, 1825).

**Материалы и методы.** Исследовано пять штаммов *Y. enterocolitica* И-41, И-42, И-43, И-44, И-45 выделенные в 1975 г. от берингийских сусликов *Urocitellus parryii* (Richardson, 1825). Использовали культурально-биохимический, масс-спектрометрический, молекулярно-генетический, серологический методы. Полногеномное секвенирование проведено на приборах DNB-Seq G50 (MGI, Китай) и MinION Oxford Nanopore (Британия), с последующей гибридной сборкой полного генома. Для биоинформационного анализа использовали программные пакеты Bakt v. 1.7.0, panaroo v.1.3.4. В качестве референсных геномов взяты *Y. enterocolitica* подвид *palaearctica* Naka 4631 (GCA\_024260685) и подвид *enterocolitica* 8081 (GCA\_000009345.1). Филогенетический анализ проведен с использованием корового SNP-выравнивания, полученного snippy v4.6.0, с последующей реконструкцией филогенетического дерева IQtree v1.6.12.

**Результаты и обсуждение.** Видовые признаки всех пяти штаммов подтверждены методами масс-спектрометрического анализа, ПЦР-электрофорезом с праймерами на 16 sPHK к *Y. enterocolitica*, RT-ПЦР с тест-системой «Амплиценс *Yersinia enterocolitica/pseudotuberculosis* FL». Биохимические тесты позволили определить биотип. С полученной антисывороткой к *Y. enterocolitica* O:8 наблюдается агглютинация до титра 1:800–1:1600.

Штаммы показали положительные реакции ферментации ксилозы, трегалозы, продуцировали индол, не давали реакции с салицином. Характерным отличием от *Y. enterocolitica* spp. *palaearctica* является продукция твин-эстеразы на среде с твин-80. Геномы типичны для данного вида и содержат одну хромосому размером ~ 4,5 Mb. Плазида pYV отсутствует (возможно, из-за почти полувекового хранения штаммов в лиофилизированном состоянии). Определено близкое сходство исследованных штаммов с геномом *Y. enterocolitica* подвида *enterocolitica* 8081, в сравнении с геномом Naka 4631 подвида *palaearctica* (среднее значение нуклеотидной идентичности – 99,2 %, против 96,9 % соответственно). Все штаммы имеют полный хромосомный остров высокой патогенности (HPI), гены *ail* и *ystA*. Идентифицированы гены III системы вирулентности (T3SS). На филогенетическом дереве с внутривидовым распределением исследуемые штаммы образуют общую кладу с геномом штамма 8081. Идентифицированный набор генов, культурально-биохимические свойства, агглютинация со специфической антисывороткой к *Y. enterocolitica* O:8, позволили отнести штаммы И-41 – И-45 к высокопатогенному биотипу 1B.

Основной ареал *Urocitellus parryii* расположен в Северной Америке, но в период ксеротермической фазы зырянского оледенения (~ 37 700 лет) через Берингийскую сушу проник в Азию и расселился по территории Чукотки и Камчатки (Воронцов, Ляпунова, 1969). Суслик, как биологический хозяин, принес на новые территории симбионтов и паразитов в том числе и *Y. enterocolitica*. Выделенные в 1975 г. микроорганизмы и классифицированные на основе идентифицированного набора генов, биохимических свойств, агглютинацией с антисывороткой к серовару O:8 определены нами как высокопатогенный подвид 1B *Y. enterocolitica* spp. *enterocolitica* O:8.

Вполне вероятно, что в популяции берингийского суслика на Чукотке сформировался природный очаг *Y. enterocolitica* O:8. Для подтверждения этого необходимо проведение эпизоотологических и эпидемиологических исследований.

# МЕТОД ОТЛОВА ДАУРСКОГО СУСЛИКА *SPERMOPHILUS DAURICUS* (BRANDT, 1844) В ЖИВОЛОВКИ И ПРИЖИЗНЕННОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ ДИАГНОСТИКИ

А. В. Ковалевский<sup>1,2</sup>, А. Б. Мошкин<sup>1</sup>, А. А. Мошкина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФКУЗ Читинская противочумная станция Роспотребнадзора, Чита, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», Новосибирск, Россия

**Аннотация.** Мониторинг природного очага чумы в Забайкальском крае предполагает ежегодную добычу даурских сусликов *Spermophilus dauricus*. Живоловки на сусликов представляют собой цилиндры длиной 300–450 мм и диаметром 53–60 мм, изготовленные из перфорированного листового металла с размером отверстий 10×10 мм. В передней части цилиндра находится свободно открывающаяся вовнутрь створка, неспособная открыться наружу. В течение суток возможно выловить всех сусликов, пытающихся вылезти из норки. Для сбора блох и взятия крови животное вводится в медикаментозный сон. В качестве премедикации использовался 2%-ный раствор ксилазина гидрохлорида. После успокоения животное укутывается полотенцем, пропитанным медицинским эфиром. После засыпания с полотенца и суслика собираются обездвиженные эктопаразиты, забирается кровь.

## METHOD OF TRAPPING THE DAURIAN DAURIAN GROUND SQUIRREL *SPERMOPHILUS DAURICUS* (BRANDT, 1844) IN A LIVE TRAP AND FOR LABORATORY DIAGNOSIS IN THE FIELD

A. V. Kovalevskiy<sup>1,2</sup>, A. B. Moshkin<sup>1</sup>, A. A. Moshkina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Chita Plague Control Station, Chita, Russian Federation

<sup>2</sup>Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russian Federation

**Abstract.** Monitoring of the natural plague focus in the Trans-Baikal Territory includes annual trapping of the Daurian ground squirrels *Spermophilus dauricus*. Live traps for ground squirrels are cylinders 300–450 mm long and 53–60 mm in diameter, made of perforated sheet metal with 10×10 mm holes. The front of the cylinder has a flap that opens freely inwards but not outwards. Within 24 hours it is possible to catch all the ground squirrels that try to crawl out of their burrows. To collect fleas and take blood, the animal is put into a drug-induced sleep. A 2 % solution of xylazine hydrochloride is used as pre-medication. Once sedated, the animal is wrapped in a towel soaked in medical ether. After the animal has fallen asleep, immobilised ectoparasites are collected from the towel and from the ground squirrel, and blood is taken.

**Введение.** Мониторинг активности природных очагов чумы, туляремии и некоторых других зоонозных инфекций в Забайкальском крае предполагает ежегодную добычу определенного количества даурских сусликов *Spermophilus dauricus* (Brandt, 1844). Действующие методические рекомендации исследований в природных очагах инфекционных болезней (МР 3.1.0211-20, п. 4.1.4.2) предполагают применение дуговых капканов на площадке размером 1 га, на которой у всех нор выставляют самоловы. Этот метод позволяет не только добыть животное для полноценной лабораторной диагностики, но и достаточно точно оценить численность популяции. На практике зоологические группы сталкиваются с рядом ограничений в использовании этого метода, среди которых можно отметить: 1) на территории Даурской горно-равнинной области почти все колонии сусликов находятся рядом с животноводческими стоянками или в окрестностях сел, где использование капканов затруднительно из-за наличия пасущегося скота и непривязанных домашних собак; 2) суслики отнесены к промысловым видам, чья добыча регламентируется Федеральным законом «Об охоте...» и «Правилами охоты», в соответствии с которыми их добыча разрешена с 15 июня по 30 сентября, таким образом, добыча сусликов вне периода охоты и без лицензии, рассматривается как браконьерство, кроме того, мно-

гие колонии расположены на территории особо охраняемых природных территорий; 3) за последние 50 лет численность даурского суслика сократилась более, чем в 10 раз с 8–12 особей/га в середине 1970-х гг., до примерно 1 особи/га к середине 2000-х гг. (Шилова, 2011). В настоящее время характер расположения колоний даурских сусликов носит мозаичный характер, при котором, по нашему мнению, использование капкано-площадочного метода может привести к почти полному истреблению животного на территории России.

**Цель.** Разработка метода прижизненного забора биологического материала от даурских сусликов с последующим выпуском в условия естественной окружающей среды.

**Материалы и методы.** В качестве живоловок на сусликов нами использовались цилиндры, изготовленные из перфорированного листового металла с размером отверстий 10×10 мм. В зависимости от диаметра устья норы, применялись ловушки трех размеров – с длиной 300, 350, 450 мм и диаметром 53, 55, 60 мм соответственно, изготовленные по нашим эскизам в ООО «Холод-МК», г. Омск. В передней части цилиндра находится свободно открывающаяся вовнутрь створка, неспособная открыться наружу. Через эту створку животное залезает в ловушку и уже не может выбраться наружу. Что позволяет в течение суток выловить всех сусликов, пытающихся покинуть подземные укрытия, не травмируя их. Таким образом, возможно довольно точно оценить численность животных в колонии. Нами с 4 по 10 июля 2024 г. на трех территориально удаленных друг от друга колониях, общей площадью около 3 га, было выставлено 48 живоловок, в которые попало 8 молодых даурских сусликов.

Последующим этапом является сбор блох с животного, для чего его необходимо ввести в медикаментозный сон. В качестве премедикации использовался ксилазина гидрохлорид 2 %, вводимый с помощью инсулинового шприца внутривенно или внутримышечно в количестве 0,3 мг на 100 г массы тела животного, пока животное находится в живоловке. Через 15–30 мин, после проявления эффекта седации, животное изымалось из живоловки. Во избежание укусов или побега голова фиксируется тяжелым ошейником. Далее тело суслика укутывается хлопчатобумажным полотенцем, пропитанным медицинским эфиром по аналогии с рекомендацией по сбору блох с живых сурков (МР 3.1.0322-23, п. 6.2.2), при этом мордочка и нос суслика укутываться не должны. Пакет с марлей, пропитанной медицинским эфиром, как это описано на примере сурков, на голову суслику одевать не стоит, так как нередки случаи гибели мелких млекопитающих из-за сложности дозирования наркоза медицинским эфиром. После того, как животное заснет, полотенце разворачивается, и с него собираются иммобилизованные членистоногие. Производится очес животного для определения наличия оставшихся в шерсти блох.

Далее осуществляется забор крови для серологической диагностики. По нашему мнению, наиболее эффективным методом оказалась скарификация подключичной вены с использованием иглы от инсулинового шприца. После появления капельки крови на поверхности ранки, к ней прикладывается фильтровальная бумажка площадью 1 см<sup>2</sup> и пропитывается кровью. В случае мечения сусликов методом ампутации пальца (Карасаева и др., 2008), немного цельной крови можно взять из образовавшейся раневой поверхности.

После окончания проведения процедур животные помещаются в индивидуальные отсадники, в качестве корма получают сочные овощи (морковь, огурец). На следующий день, уже без явных признаков угнетения, животные выпускаются в условия естественного обитания на месте вылова.

В лабораторных условиях сыворотка крови сусликов исследуется на наличие антител к возбудителям чумы и лептоспироза в иммуноферментном анализе, согласно инструкциям производителей; а также в РНГА и РНАг на наличие антител к возбудителю туляремии. Бактериологическому и биологическому исследованию подвергается как сама кровь, так и блохи, собранные со зверька. Несмотря на отсутствие положительных находок, следует отметить удобство работы с цельной кровью, по отношению к пропи-



танним кровью кусочкам фильтровальной бумаги. Свежую кровь можно отобрать из раневой поверхности ампутированного пальца в пробирку с ЭДТА, и в последующем получить лейкоцитарную массу для дальнейших ПЦР исследований на наличие вирусных природно-очаговых инфекционных заболеваний.

**Результаты и обсуждение.** Описанный метод отлова сусликов живоловками был разработан противочумной службой СССР, в настоящее время используется в Европе для расселения и восстановления популяций серых сусликов *Spermophilus citellus* (Linnaeus, 1766) (Koshev et al., 2019). Предложенная методика предполагает возможность максимального количества обследуемых животных без ущерба их популяции. В отличие от капкана в одну живоловку может попасть 2 и более животных.

Выбор ксилазина гидрохлорида 2 %, в качестве седатирующего и миорелаксирующего препарата был обусловлен его доступностью в ветеринарной аптечной сети и наличия незначительных побочных эффектов. При адекватной релаксации не проявляется выраженное подавление дыхания. Концентрация 0,3 мл/100 г животного, по нашему мнению, является вполне достаточной. При этом надо понимать, в стрессовой ситуации, даже под действием этого препарата, без введения в медикаментозный сон, животное попытается сбежать или атаковать, особенно во время проведения манипуляций. Влияние ксилазина гидрохлорида 2 % на организм сусликов никем не изучался, тем не менее, на примере лабораторных крыс установлено, что совместное введение на 100 г животного 0,8 мг ксилазина и 3 мг кетамина вызывает падеж у 1–2 % животных, а при введении 1,5 мг ксилазина и 8 мг кетамина – гибнет до 20 % крыс (Аврамов и др., 2006). В нашем случае через 12 ч все животные выглядели вполне здоровыми, без признаков угнетения.

Возможно введение в медикаментозный сон и без предварительной премедикации, но в этом случае животное ведет себя заметно более агрессивно, что чревато нанесением травм, как суслику, так и укусом исследователя.

Представленный метод, не претендует на полноценное исследование, предполагающее забор селезенки и других органов, тем не менее, может быть использован при ретроспективном обследовании природных очагов различных инфекций.

## МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ШТАММОВ *YERSINIA PESTIS* ИЗ ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО ПЕСЧАНОГО ОЧАГА ЧУМЫ

А. В. Коврижников, А. Н. Балыкова, Г. А. Ерошенко

ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов, Россия

**Аннотация.** Грамотрицательная бактерия *Yersinia pestis* является возбудителем особо опасного зоонозного инфекционного заболевания – чумы. На протяжении длительного периода многие природные очаги чумы проявляют эпидемиологическую и эпизоотическую активность. К их числу относится Волго-Уральский песчаный природный трансграничный очаг чумы, в котором в XX в. происходили вспышки чумы с высокими показателями летальности. В работе исследовано 103 штамма *Y. pestis*, выделенных от больных, носителей и переносчиков на территории очага с 1912 по 2002 г. в различные периоды эпизоотической активности. Проведен анализ их биохимических свойств, полногеномное секвенирование, MLVA-анализ, SNP-анализ и филогенетическая реконструкция с целью определения молекулярно-генетической структуры популяции штаммов *Y. pestis*. По результатам проведенного MLVA-анализа выявлено 57 MLVA25-генотипов, по результатам SNP-анализа и филогенетической реконструкции определены 6 SNP-генотипов.

# MOLECULAR-GENETIC FEATURES OF *YERSINIA PESTIS* STRAINS FROM THE VOLGA-URAL SANDY NATURAL PLAGUE FOCUS

A. V. Kovrizhnikov, A. N. Balykova, G. A. Eroshenko

Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation

**Abstract.** Gram-negative bacterium *Yersinia pestis* is the causative agent of a particularly dangerous zoonotic infectious disease – plague. Over a long period, many natural plague foci show epidemiological and epizootic activity. These include the Volga-Ural sandy natural transboundary plague focus, in which outbreaks of plague with high mortality rates occurred in the 20th century. This work investigated 103 *Y. pestis* strains isolated from patients, carriers and vectors in the territory of the focus from 1912 to 2002 during various periods of its epizootic activity. The study of biochemical properties, whole-genome sequencing, MLVA, SNP analysis and phylogenetic reconstruction were fulfilled to determine the molecular genetic structure of the strain population. According to the results of the MLVA analysis, 57 MLVA25 genotypes were identified, 6 SNP genotypes were determined based on the results of SNP analysis and phylogenetic reconstruction.

**Введение.** Грамотрицательная бактерия *Yersinia pestis* является возбудителем особо опасного зоонозного инфекционного заболевания – чумы (Barbieri et al, 2020). В настоящее время многие природные очаги чумы остаются активными (Евразии, Африки, Северной и Южной Америки), что требует постоянного мониторинга этих очагов. В XX в. одним из самых активных природных очагов чумы в России был Волго-Уральский песчаный природный очаг (ВУППО), который является трансграничным и располагается в настоящее время на территории Астраханской области, а также Западно-Казахстанской и Атырауской областях Казахстана. Общая площадь очага – 61 тыс. км<sup>2</sup>, на территории России площадь очага составляет 8625 км<sup>2</sup>. Эпизоотии чумы в очаге регистрируются с 1922 г., последняя крупная эпизоотия отмечалась в 2002 г. (Попова, Кутырев, 2022). Несмотря на ряд работ, посвященных исследованию свойств штаммов из ВУППО (Ерошенко и др., 2019; Попов и др., 2021), имеющих данные недостаточно для подробного описания структуры популяции *Y. pestis* на территории очага, поскольку не проводилась филогенетическая реконструкция родственных связей штаммов *Y. pestis* из ВУППО. В связи с этим, а также для совершенствования методов дифференциации и отслеживания этих эпидемически значимых штаммов возбудителя чумы **целью настоящей работы** стал молекулярно-генетический анализ структуры популяции штаммов *Y. pestis*, полученных на территории трансграничного ВУППО.

**Материалы и методы.** В работе исследовано 103 штамма *Y. pestis*, выделенных от носителей и переносчиков на территории ВУППО с 1912 по 2002 г. в различные периоды эпизоотической активности. Штаммы *Y. pestis* выращивали при температуре 28 °С в течение 24–48 ч на среде LB. Анализ биохимических свойств исследованных штаммов выполняли в соответствии со стандартными методами лабораторной диагностики возбудителя чумы. Выделение ДНК штаммов *Y. pestis* проводили с помощью набора PureLink Genomic DNA Mini Kit (Invitrogen, США). Высокопроизводительное секвенирование проводили по технологии Ion Torrent на платформе Ion GeneStudio S5 System (Thermo Fischer Scientific, США). Для обработки данных и сборки необработанных коротких прочтений генома *de novo* использовали Ion Torrent Suite software package 5.12, spades 3.13.1. Определение и анализ VNTR осуществляли с помощью авторских программ на языке программирования python v3.10. Однонуклеотидные полиморфизмы выявляли с помощью программы snippy 4.6 с последующим удалением 28 гомоплазий (Cui et al., 2012). Филогенетическую реконструкцию на основе 2780 SNPs, идентифицированных в коровом геноме 112 штаммов *Y. pestis*, осуществляли с помощью программы SeaView 5.0 методом Maximum Likelihood (модель нуклеотидных замен GTR, 500 бутстреп-реплик).

**Результаты и обсуждения.** В работе изучено 103 *Y. pestis* из ВУППО, выделенных от носителей, переносчиков и человека в период с 1912 по 2002 г. Все штаммы оказались способны к ферментации глицерина и арабинозы, при этом были негативны в отношении редукции нитритов и ферментации рамнозы, что свидетельствует о типичном фенотипе средневекового биовара. Средний размер собранных геномов составил ~4,5 м. п. н. Первым этапом было проведение анализа VNTR-локусов штаммов, выделенных в ВУППО в разные периоды эпизоотической активности от носителей (50 штаммов), переносчиков (34) и человека (19). Было определено наличие 57 MLVA25-генотипов, самый распространенный из которых представлен 13 штаммами. Еще один генотип представлен 8 штаммами, один – 6 штаммами, один – 5 штаммами, два генотипа включают по 4 штамма, 4 генотипа содержат по 3 штамма и 4 генотипа по 2 штамма, остальные генотипы состоят из единичных штаммов. При этом наиболее вариабельными оказались локус ms46, представленный 13 аллелями и локус ms62, представленный 9 аллелями. В число вариабельных также вошли локусы ms1, ms5, ms6, ms9, ms21, ms56, ms70 и ms74, представленные 3–5 аллелями.

Вторым этапом исследования было проведение полногеномного SNP-анализа с последующей филогенетической реконструкцией родственных связей штаммов. По результатам анализа определены 6 SNP-генотипов. Четыре генотипа были описаны ранее в литературе (Балыкова и др., 2022): Pricasp 1, Pricasp 2, Pricasp 5 и Pricasp 6. Кластер штаммов на дендрограмме, обозначенный нами как MN1, представляет собой генотип, не описанный ранее и имеющий два уникальных SNPs, относящих его к другому генотипу (G→T, 340551, ген *b3904*; G→A, 359359, ген *aspA*). Еще одна группа штаммов, которая выделяется на дендрограмме, обозначена нами как MN2 и включает 17 штаммов. Она отличается от остальных групп штаммов на 1 SNP (C→T 2958240, межгенное пространство). Этот полиморфизм был описан ранее (Eroshenko et al., 2021).

Таким образом, получены данные о структуре популяции штаммов *Y. pestis* из Волго-Уральского песчаного природного очага методами SNP-анализа и MLVA25-генотипирования. Выявлены 57 MLVA25-генотипов, встречающихся на территории этого очага. С помощью проведенного SNP-анализа уточнены SNP-генотипы штаммов из ВУППО. Полученные данные повысят эффективность молекулярно-эпидемиологического мониторинга циркулирующих на территории ВУППО штаммов *Y. pestis*, а также могут быть использованы для детализации молекулярно-генетической паспортизации этого очага.

# АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА СОСТАВ И АКТИВНОСТЬ ВНЕКЛЕТОЧНЫХ ПРОТЕАЗ ХОЛЕРНОГО ВИБРИОНА

С. Н. Козлов, Е. Ю. Марков, В. Б. Николаев, А. В. Корнева, А. А. Дорощенко,  
А. С. Пономарева, Л. В. Миронова

ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

**Аннотация.** Изучено влияние различных эффекторов на ферментативную активность и состав выявляемых зимографически внеклеточных протеаз *Vibrio cholerae* O1 разной эпидемической значимости и происхождения. В работе использованы следующие известные и предполагаемые ингибиторы/активаторы гидролаз фенилметилсульфонилфторид (PMSF), диизопропилфторфосфат (ДФФ), азид натрия ( $\text{NaN}_3$ ), этилендиаминтетраацетат (ЭДТА), хлористый кальций ( $\text{CaCl}_2$ ), 1,10-фенантролин, сернокислый цинк ( $\text{ZnSO}_4$ ), хлористый магний ( $\text{MgCl}_2$ ) и гепарин. В субстратном электрофорезе в составе бесклеточной культуральной жидкости *V. cholerae* И-1334 выявлено семь белковых полос, обладающих желатиназной активностью. Установлена способность тестируемых соединений изменять состав в субстратном электрофорезе и активность протеаз в реакции энзимодиффузии. Обработка препаратов PMSF и ЭДТА приводило к полному исчезновению полос гидролиза субстрата, что свидетельствует о принадлежности обнаруженных ферментов к сериновым металлопротеазам.

## RESEARCH ON THE INFLUENCE OF VARIOUS SUBSTANCES ON THE COMPOSITION AND ACTIVITY OF EXTRACELLULAR PROTEASES OF VIBRIO CHOLERAЕ

S. N. Kozlov, E. Yu. Markov, V. B. Nikolaev, A. V. Korneva, A. A. Doroshchenko,  
A. S. Ponomareva, L. V. Mironova

Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** The influence of various chemical agents on the enzymatic activity and composition of zymographically detected secreted proteinases of *Vibrio cholerae* O1 of different epidemic significance and origin was studied. The following known and putative hydrolase inhibitors/activators were used: phenylmethylsulfonyl fluoride (PMSF), diisopropyl fluorophosphate (DIFP), sodium azide ( $\text{NaN}_3$ ), ethylenediaminetetraacetate (EDTA), calcium chloride ( $\text{CaCl}_2$ ), 1,10-phenanthroline, zinc sulfate ( $\text{ZnSO}_4$ ), magnesium chloride ( $\text{MgCl}_2$ ) manganese sulfate ( $\text{MnSO}_4$ ) and heparin. Substrate electrophoresis in the cell-free culture liquid of *V. cholerae* I-1334 revealed seven protein bands with gelatinase activity. The ability of the tested compounds to modulate the composition and activity of proteases in the enzyme diffusion reaction has been established. PMSF and EDTA treatment of the preparations led to the complete disappearance of substrate hydrolysis, which indicates that the detected enzymes belong to serine metalloproteases.

**Введение.** Протеазы участвуют во многих биологических функциях патогенных бактерий, в частности, у холерного вибриона они играют важную роль в инфекционном процессе (Shinoda, 2011; Pal, Wai, 2013), персистенции и адаптации к различным условиям обитания (Howell et al., 2019; Pennetzdorfer et al., 2019), контролируют агрегацию колоний холерных вибрионов (Jemielita et al., 2021; Detomasi et al., 2023). Однако в настоящее время в доступной литературе отсутствует полная информация о природе и механизмах действия внеклеточных протеаз холерного вибриона, необходимая для направленного конструирования инновационных диагностических препаратов, вакцин и антимикробных соединений.

**Цель.** Оценка влияния эффекторов на ферментативную активность и спектры зимографически выявляемых внеклеточных протеаз *Vibrio cholerae* O1 серогруппы.

**Материалы и методы.** В качестве объекта исследования взяты препараты бесклеточной (супернатанты) культуральной жидкости (СКЖ) трех штаммов *Vibrio cholerae* O1 El Tor И-1334 (клинический) (*ctxA<sup>+</sup>, tcpA<sup>+</sup>, toxR<sup>+</sup>*), И-638 (*ctxA<sup>-</sup>, tcpA<sup>-</sup>, toxR<sup>+</sup>*) (водный), и И-680 (*ctxA<sup>-</sup>, tcpA<sup>-</sup>, toxR<sup>+</sup>*) (водный), полученные путем отделения клеточной массы от жидкости центрифугированием при 10 тыс. об/мин в течение 20 мин и обеззараженные мертиолятом натрия (в конечной концентрации 0,1 %) как описано ранее (Козлов и др., 2018). Лиофилизированные препараты СКЖ суспендировали в буфере для образцов для ДСН-электрофореза в концентрации 4 мг/мл по белку. Выявление протеаз осуществляли методом субстратного электрофореза в 8 % полиакриламидном геле, используя в качестве субстрата желатин (Sigma-Aldrich) в 0,1 % конечной концентрации, и радиальной энзимодиффузии в 1,5 % агарозе с 0,5 % желатином. Для оценки влияния на активность и спектр исследуемых протеаз использовали фенилметилсульфонилфторид (PMSF), диизопропилфторфосфат (ДФФ), азид натрия ( $\text{NaN}_3$ ), этилендиаминтетрауксусную кислоту (ЭДТА), хлористый кальций ( $\text{CaCl}_2$ ), 1,10-фенантролин, сернокислый цинк ( $\text{ZnSO}_4$ ), хлористый магний ( $\text{MgCl}_2$ ), сульфат марганца ( $\text{MnSO}_4$ ) и гепарин, смешивая их с исследуемыми образцами и инкубируя в течение 30 мин в конечной концентрации 50 mM перед нанесением образцов в карманы полиакриламидных гелей и лунки агарозных гелей. Для сравнения использовали исходные препараты СКЖ. О наличии активности протеаз после окончания электрофореза судили по формированию бесцветных полос протеолиза субстрата на фоне окрашенного ПААГ и образованию прозрачных зон гидролиза на фоне матового геля в тестах радиальной энзимодиффузии. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы Statistica 6.0 для Windows, достоверность различий значений размеров зон гидролиза в радиальной энзимодиффузии в субстратном агарозном геле и полос гидролиза в полиакриламидном геле анализировали посредством t-критерия Стьюдента. Эксперименты проводили в трех повторностях.

**Результаты и обсуждение.** Субстратный электрофорез выявил различное влияние исследуемых химических агентов на количество и интенсивность полос протеаз в сравнении с исходным препаратом СКЖ *V. cholerae* El Tor O1 И-1334, в составе которого обнаружено семь обладающих желатиназной активностью белковых полос с разной электрофоретической подвижностью. Так, при использовании PMSF (ингибитор сериновых протеаз) отмечается практически полное исчезновение полос протеаз, что свидетельствует о том, что в состав СКЖ холерных вибрионов входят сериновые протеазы, при использовании ДФФ (ингибитор сериновых протеаз и ацетилхолинэстеразы) происходит уменьшение интенсивности протеазных полос, что говорит о слабой ингибиции протеаз, при воздействии  $\text{NaN}_3$  изменений в спектре протеаз не обнаружено, однако при воздействии ЭДТА наблюдается исчезновение всех протеазных полос, что, по-видимому, происходит вследствие ингибирования металлопротеаз. Хлорид кальция и 1,10-фенантролин не ингибировали активность протеаз. Сульфат цинка привел к ингибированию высокомолекулярных протеаз (визуализируются две низкомолекулярные желатиназы), хлористый магний и гепарин не вызвали ингибирование протеаз, напротив, полосы протеаз под их воздействием были более отчетливые. В тесте радиальной энзимодиффузии отмечается исчезновение зон гидролиза желатина при использовании PMSF и ДФФ, при использовании ЭДТА зона гидролиза уменьшилась вдвое по сравнению с исходным препаратом,  $\text{MgCl}_2$  и гепарин привели к незначительному увеличению зон гидролиза желатина. В препаратах СКЖ *V. cholerae* El Tor O1 И-638 и И-680 обнаружено девять желатиназ, при обработке PMSF выявлено две высокомолекулярные желатиназы, при использовании ДФФ – две низкомолекулярные желатиназы, при использовании гепарина, фенантролина, сульфата марганца – спектр идентичен исходному, при использовании хлорида кальция – спектр как у исходного, но более интенсивный, при использовании азида натрия, ЭДТА, и хлористого магния – выявлены три желатиназы.

Исследуемые препараты СКЖ *V. cholerae* O1 El Tor содержат активные сериновые и металлопротеазы. Обработка препаратов  $MgCl_2$  и гепарином привела к отчетливому визуальному повышению интенсивности спектров желатиназ, что может использоваться для повышения чувствительности зимографического выявления протеаз и хорошо согласуется со сведениями об усиленной гепарином зимографии (Yu, Woessner, 2001). Однако появление новых полос при действии гепарина не обнаружено, что можно было бы ожидать при повышении чувствительности зимографического анализа. Использование комплекса различных химических эффекторов статистически достоверно приводит к значительному изменению спектра и активности внеклеточных протеаз у штаммов *V. cholerae* O1 El Tor И-1334, И-680, И-638.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ИНТРАЦЕРЕБРАЛЬНОГО ИНФИЦИРОВАНИЯ НОВОРОЖДЕННЫХ БЕЛЫХ МЫШЕЙ ВИРУСОМ КРЫМСКОЙ-КОНГО ГЕМОРРАГИЧЕСКОЙ ЛИХОРАДКИ В АСПЕКТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Ю. С. Козубенко, О. А. Коняева, А. С. Волынкина

*ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора, Ставрополь, Россия*

**Аннотация.** Оценка биологических свойств вируса Крымской-Конго геморрагической лихорадки на новорожденных нелинейных белых мышах сопровождается большим количеством рисков, связанных со свойствами патогена, непредсказуемостью поведения животных и спецификой работы на неонатальных моделях. Усовершенствование методики заражения животных – биологических моделей – позволит снизить риски инфицирования исследователей и контаминации помещений лабораторий, в которых осуществляется работа с данным патогеном.

## IMPROVEMENT OF THE TECHNIQUE OF INTRACEREBRAL INFECTION OF NEWBORN WHITE MICE WITH THE CRIMEAN-CONGO HEMORRHAGIC FEVER VIRUS IN THE ASPECT OF ENSURING BIOLOGICAL SAFETY

Yu. S. Kozubenko, O. A. Konyaeva, A. S. Volynkina

*Stavropol Anti-Plague Research Institute, Stavropol, Russian Federation*

**Abstract.** The assessment of the biological properties of the Crimean-Congo hemorrhagic fever virus in newborn mice is accompanied by a large number of risks associated with the properties of the pathogen, the unpredictability of animal behavior and the specifics works on neonatal models. Improvement of the methods of infecting animal biological models will reduce the risks of infection of researchers and contamination of laboratory premises where work with this pathogen is carried out.

**Введение.** На современном этапе развития медицины и микробиологии обеспечение биологической безопасности при работе с патогенами является целью организаций медико-биологического направления. Большое внимание уделяется работе с возбудителями особо опасных инфекций, в число которых входит вирус ККГЛ. В соответствии с СанПиН 3.3686-21 возбудитель Крымской геморрагической лихорадки (КГЛ) относится ко 2-й группе патогенности, для работы с которым необходима лаборатория 3 уровня биологической безопасности. В документах, регламентирующих работу с возбудителем (МУК 4.2.3007-12), описан порядок организации и проведения диагностики КГЛ для лабораторий федерального уровня, в объем исследований которых включено выделение

вируса и изучение его биологических свойств, в том числе с использованием биологических моделей. Новорожденных белых мышей инфицируют экстраневральным методом. В ряде документов в описании техники внутримозгового введения патогена прописана мануальная фиксация животного, однако при работе с новорожденными мышами, длина тела которых составляет 1,5–2 см, а вес 1–1,5 г., реализация мануальной фиксации небезопасна. В связи с этим возникла потребность в адаптации данной методики заражения к специфике используемой биологической модели для снижения риска контаминации рабочей зоны и инфицирования сотрудников, осуществляющих интрацеребральную инъекцию вирусосодержащей взвеси.

**Цель.** Усовершенствование методики заражения новорожденных мышей вирусом ККГЛ в аспекте соблюдения биологической безопасности.

**Материалы и методы.** Изучение биологических свойств вируса ККГЛ на новорожденных мышах проводили в рамках работы Референс-центра по мониторингу за возбудителем КГЛ Ставропольского противочумного института в блоке для инфицированных животных. По техническим и конструктивным особенностям помещений, наличию используемого оборудования лаборатория по Российской классификации относится к 3-му уровню безопасности, по классификации ВОЗ – к ABSL-3. В работе использованы штаммы рабочей коллекции института и клинический материал, подозрительный на зараженность вирусом ККГЛ. Исследования проводили на 2–3-дневных мышах-сосунках, полученных от нелинейных белых мышей. Для проведения инъекции использовали трехкомпонентный шприц объемом 1 мл с интегрированной иглой 29G (0,33×13 мм). Все работы проводили в соответствии с требованиями СанПиН 3.3686-21.

**Результаты и обсуждение.** Для фиксации новорожденных мышей были отработаны разные варианты ограничения подвижности с использованием вспомогательных приспособлений. Наиболее безопасным оказался инструментальный метод фиксации двумя анатомическими пинцетами. На вскрывочной доске, помещенной в поддон, размещали мышонка вентральной стороной к поверхности, направляя голову в сторону сотрудника, проводящего инъекцию патогена. Первым пинцетом фиксировали мышонка вдоль туловища, ограничивая подвижность животного. При этом важно контролировать силу воздействия, чтобы не причинить вред животному. Вторым пинцетом накладывали перпендикулярно первому пинцету, выделяя и фиксируя дополнительно зону головы. При такой иммобилизации животное полностью обездвижено, хорошо видно место введения. При интрацеребральном инфицировании неонатальной модели это немаловажный фактор, так как сотрудник, одетый в противочумный костюм I типа, визуально должен контролировать глубину ввода иглы и объем вводимой взвеси, которые должны быть в пределах 2–3 мм и 20–30 мкл соответственно. Вирусную взвесь следует вводить медленно и также извлекать шприц, во избежание обратного выхода вводимого материала.

По применению данной методики разработаны, утверждены и используются в работе Референс-центра по мониторингу за возбудителем КГЛ Ставропольского противочумного института внутренние инструкции и стандартные операционные процедуры.

Таким образом, использование инструментального метода фиксации неонатальных мышей при инфицировании вирусом ККГЛ позволяет минимизировать риск контаминации или прокола перчаток сотрудника, что представляет первостепенную значимость при работе с возбудителями особо опасных инфекций. Данная методика может найти применение, не только при изучении свойств вируса ККГЛ, но и при работе с другими нейровирусами.

# О ЗАРАЖЕННОСТИ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ ВОЗБУДИТЕЛЕМ ЛИХОРАДКИ ЗАПАДНОГО НИЛА НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

А. Ю. Колоскова, С. К. Удовиченко, Е. В. Путинцева, Н. В. Бородай

ФКУЗ Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Волгоград, Россия

**Аннотация.** Для определения потенциального участия различных видов кровососущих комаров в циркуляции возбудителя лихорадки Западного Нила рассчитаны показатели зараженности (доля положительных пулов, индивидуальная зараженность, минимальный уровень инфицирования). Самая высокая зараженность вирусом лихорадки Западного Нила при расчете доли положительных пулов установлена для вида *Culex pipiens* (3,83 %), расчете индивидуальной зараженности – вида *Anopheles hyrcanus* (0,27 %), превысившей аналогичные показатели для *Culex pipiens* (0,15 %) и *Culex modestus* (0,09 %). Результаты минимального уровня инфицированности популяции согласуются с данными, полученными при определении индивидуальной зараженности (*An. hyrcanus* – 1,7 на 1000 исследованных особей, *Cx. pipiens* – 1,4/1000, *Cx. modestus* – 0,8/1000). Таким образом, в циркуляцию возбудителя ЛЗН вовлекается широкий спектр комаров различных видов, но для уточнения их роли требуется изучение других необходимых данных.

## ON THE INFECTION OF BLOOD-SUCKING MOSQUITOES WITH THE CAUSATIVE AGENT OF WEST NILE FEVER IN THE EUROPEAN PART OF RUSSIA

A. Yu. Koloskova, S. K. Udovichenko, E. V. Putintseva, N. V. Borodai

Volgograd Research Anti-Plague Institute, Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** To determine the potential participation of various species of blood-sucking mosquitoes in the circulation of the pathogen of West Nile fever, infection rates (proportion of positive pools, individual infection, minimal infection rate) were calculated. The highest infection rate with West Nile fever virus in the calculation of the proportion of positive pools was established for the species *Culex pipiens* (3.83 %), the calculation of individual infection was for the species *Anopheles hyrcanus* (0.27 %), which exceeded similar indicators for *Cx. pipiens* (0.15 %) and *Cx. modestus* (0.09 %). The results of the minimal infection rate of the population are consistent with the data obtained in determining individual infection (*An. hyrcanus* – 1.7 per 1000 studied individuals, *Cx. pipiens* – 1.4/1000, *Cx. modestus* – 0.8/1000). Thus, a wide range of mosquitoes of various species are involved in the circulation of the pathogen, but examination of other relevant data is required to clarify their role.

**Введение.** Лихорадка Западного Нила (далее – ЛЗН) – арбовирусная зооантропонозная инфекция, распространенная в странах жаркого и умеренного климата, в том числе и на территории России. Вирус Западного Нила (далее – ВЗН) поддерживается в энзоотическом цикле между птицами и комарами, а также способен инфицировать других членистоногих и позвоночных, включая человека (Иоанниди и др., 2015).

Фауна кровососущих комаров России включает 105 видов, относящихся к шести родам (Халин, Горностаева, 2008). Комары разных видов характеризуются различными предпочтениями в питании на конкретном прокормителе, что и определяет степень их участия в сохранении и передаче возбудителя ЛЗН. Наибольшее значение как переносчики ВЗН имеют орнитофильные комары, преимущественно рода *Culex*. Однако не исключена вовлеченность в эпизоотический процесс, а также передачу ВЗН человеку и комаров других видов (Иоанниди и др., 2015).

**Цель.** Рассчитать показатели зараженности кровососущих комаров европейской части России для оценки их потенциального участия в циркуляции ВЗН.



**Материалы и методы.** Сбор энтомологического материала проведен в период с 2013 по 2023 г. на территории 32 субъектов южных и центральных регионов европейской части России сотрудниками Референс-центра по мониторингу за возбудителем ЛЗН (ФКУЗ Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора) при участии специалистов практических и научно-исследовательских учреждений Роспотребнадзора. Точки отбора кровососущих комаров подбирали в соответствии с экологическими предпочтениями видов. Сбор имаго в открытых биотопах проводили с использованием автоматических ловушек Black kill, ЛовКом-1, BG-Sentinel, «Mosquito Magnet Executive», в закрытых – с помощью аккумуляторных пылесосов. Видовую идентификацию самок выполняли по стандартным ключам.

Лабораторные исследования полевого материала проводили на стационарной базе ФКУЗ Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора методом ОТ-ПЦР с использованием набора реагентов «АмплиСенс®WNV-FL» (ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия).

Для оценки зараженности ВЗН кровососущих комаров рассчитывали следующие показатели: доля положительных пулов (отношение количества положительных пулов на число исследованных пулов), индивидуальная зараженность, а также минимальный уровень инфицирования (отношение количества положительных пулов на число исследованных комаров в пересчете на 1000 особей) (Guidelines for West Nile Virus Surveillance and Control).

Индивидуальную зараженность кровососущих комаров в пулах определяли по формуле В. Н. Беклемишева (Беклемишев, 1963):

$$X = \frac{(\lg N - \lg n_0) \cdot 100}{0,434m},$$

где  $X$  – процент зараженных эктопаразитов в исследуемой партии;  $\lg N$  – десятичный логарифм общего числа исследований;  $\lg n_0$  – десятичный логарифм числа исследований, давших отрицательный результат;  $m$  – число эктопаразитов в пробах.

**Результаты и обсуждение.** Всего в 2013–2023 гг. отобрано и определено до вида 262 694 экз. кровососущих комаров 33 видов. К исследованию подготовлено 9520 пулов. РНК ВЗН обнаружена в 196 пулах (2,1 %) кровососущих комаров 13 видов: *Anopheles maculipennis*, *An. claviger*, *An. hyrcanus*, *Aede vexans*, *Ae. caspius*, *Ae. communis*, *Ae. geniculatus*, *Ae. pulchritarsis*, *Culex modestus*, *Cx. pipiens*, *Culiseta annulata*, *Coquillettidia richiardii*, *Uranotaenia unguiculata*.

Для видов, представленных в репрезентативных количествах (не менее 100 пулов), рассчитана доля положительных пулов. За изучаемый период этот показатель для кровососущих комаров вида к. *An. maculipennis* составил 1,0 %, *An. claviger* – 1,7 %, *An. hyrcanus* – 3,6 %, *Ae. vexans* – 0,8 %, *Ae. caspius* – 2,2 %, *Cx. modestus* – 2,54 %, *Cx. pipiens* – 3,83 %, *Coq. richiardii* – 2,50 %.

В соответствии с представленными данными, наиболее высокий уровень зараженности ВЗН установлен для вида *Cx. pipiens*, что согласуется с результатами зарубежных исследователей (Hubalek, Halouzka, 1999; Andreadis, 2012). Вместе с тем зараженность комаров видов *An. hyrcanus*, *Ae. caspius* и *Coq. richiardii* была сопоставима с таковой для основных переносчиков ВЗН – *Cx. modestus* и *Cx. pipiens*. Учитывая, что комары *Ae. caspius* и *Coq. richiardii* являются массовыми на территории России, их участие в циркуляции возбудителя потенциально имеет высокую значимость.

Ввиду того, что количество кровососущих комаров, расфасованных в пулы, существенно варьировало (от 5 до 30), для получения объективных данных нами была рассчитана индивидуальная зараженность комаров ВЗН. В среднем за период 2013–2023 гг. индивидуальная зараженность для к. *An. maculipennis* составила 0,05 %, *An. claviger* – 0,11 %, *An. hyrcanus* – 0,27 %, *Ae. vexans* – 0,03 %, *Ae. caspius* – 0,08 %, *Cx. modestus* –

0,09 %, *Cx. pipiens* – 0,15 %, *Coq. richiardii* – 0,10 %. Таким образом, самая высокая зараженность установлена для вида *An. hyrcanus*, превысившая аналогичный показатель, рассчитанный для *Cx. pipiens* и *Cx. modestus*, в 1,8 и 3 раза соответственно. Данный вид преимущественно питается на мелких млекопитающих и птицах, т. е. естественных хозяевах возбудителя ЛЗН. В массе *An. hyrcanus* способен залетать в ближайшие от места выплода поселки и помещения для кровосососания, в том числе на людях (Заречная, 2010). Особенности биологии данного вида, наряду с высокой зараженностью ВЗН, определяют потенциально высокое эпидемиологическое значение переносчика.

Также нами рассчитан минимальный уровень инфицирования популяции переносчиков – показатель, используемой иностранными исследователями, в том числе для оценки риска заражения ВЗН человека. Минимальный уровень инфицирования на 1000 исследованных комаров составил для к. *An. maculipennis* – 0,5/1000; *An. claviger* – 0,9/1000; *An. hyrcanus* – 1,7/1000; *Ae. vexans* – 0,3/1000; *Ae. caspius* – 0,7/1000; *Cx. modestus* – 0,8/1000; *Cx. pipiens* – 1,4/1000; *Coq. richiardii* – 0,9/1000. В целом полученные сопоставимые результаты с таковыми при расчете индивидуальной зараженности комаров. Полученная зараженность в расчете на 1000 исследованных особей может быть использована для планирования минимальных объемов энтомологического мониторинга. Вместе с тем данные результаты являются усредненными и были рассчитаны для территорий с различной интенсивностью очагов ЛЗН. По всей видимости, при расчете минимального уровня инфицирования кровососущих комаров на юге России показатели будут существенно выше.

Для видов, представленных в нерепрезентативных количествах, наиболее высокая зараженность отмечена у *U. unguiculata* (удельный вес положительных пулов – 9,60 % индивидуальная зараженность – 0,47 %, минимальный уровень инфицирования – 5,2/1000). В настоящее время показано участие вида в циркуляции только ВЗН 4 генотипа, основным носителем которого считаются земноводные. Однако, учитывая описанные в литературе факты нападения комара этого вида на птиц и млекопитающих, включая человека, не исключена роль *U. unguiculata* в передаче и других вариантов ВЗН.

Таким образом, установлено, что в циркуляцию возбудителя ЛЗН вовлекается широкий спектр комаров различных видов, в том числе и тех, которые не рассматриваются как основные переносчики ВЗН. Для уточнения роли комаров в передаче ВЗН оценки уровня зараженности явно недостаточно, требуется изучение трофических связей, сезонной динамики численности конкретного вида, а также подтверждение компетентности кровососущих комаров как переносчиков ВЗН в экспериментальных исследованиях.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КВАЛИМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ЦЕНТРА

Ж. А. Коновалова, Т. А. Иванова, Н. В. Бренёва, С. А. Витязева

*ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Обеспечение высокого уровня функционирования системы менеджмента качества (СМК) Испытательного лабораторного центра (ИЛЦ) ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора (Институт) является важным звеном в получении достоверных результатов. Специалистами ИЛЦ Института разработан алгоритм проведения количественной оценки результативности СМК, включающий следующие критерии: достижение целей, пригодность документов СМК, анализ рисков, мониторинг обеспечения достоверности результатов испытаний, выполнение графика поверки средств измерений. Средний показатель результативности СМК ИЛЦ за 2023 г. составил 95,76 %, отклонений не выявлено, необходимость разработки плана корректирующих действий отсутствует, что согласно разработанной шкале свидетельствует о достаточном уровне функционирования и соответствует критериям аккредитации, в том числе общим требованиям к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

## THE USE OF THE QUALIMETRIC METHOD ELEMENTS FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM TESTING LABORATORY CENTER

Zh. A. Konovalova, T. A. Ivanova, N. V. Breneva, S. A. Vityazeva

*Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** Ensuring a high level of functioning of the quality management system (QMS) of the Testing Laboratory Center (TLC) of the Irkutsk Anti-Plague Institute (Institute) is an important link in obtaining reliable results. TLC Institute specialists have developed an algorithm for quantifying of the QMS effectiveness, including the following criteria: achievement of goals, suitability of QMS documents; results of risk analysis, results of monitoring the reliability of test results, results of the execution of the schedule of verification of measuring instruments. The average performance indicator of the TLC QMS for 2023 was 95.76 %, no deviations were detected, there is no need to develop a corrective action plan, which, according to the developed scale, indicates a sufficient level of functioning and meets the accreditation criteria, including general requirements for the competence of testing and calibration laboratories.

**Введение.** Важнейшим элементом системы менеджмента качества является ее периодический анализ, проводимый руководством Института и ИЛЦ для обеспечения учета и прослеживаемости деятельности ИЛЦ. Деятельность ИЛЦ по оценке результативности СМК включает в себя следующие этапы: выбор доказательных критериев для оценки результативности СМК; расчет показателей результативности СМК; оценка процессов по шкале значимости; вывод о соответствии функционирования СМК Критериям аккредитации. Результативность СМК ИЛЦ – это математическая величина, которую выражают в процентах (%).

Действующая нормативная документация (ГОСТ ISO/IEC 17025-2019) содержит требования к проведению анализа и оценки результативности СМК ИЛЦ, но не конкретизирует механизм, что требует разработки документированной процедуры алгоритма оценки результативности для конкретной организации.

**Цель.** Оценить результативность системы менеджмента качества аккредитованного испытательного центра за 2023 г.

**Материалы и методы.** Для оценки результативности СМК ИЛЦ использовали следующие критерии: достижение целей ( $P_1$ ), пригодность документов СМК ( $P_2$ ); результаты анализа рисков ( $P_3$ ); результаты мониторинга обеспечения достоверности результатов испытаний ( $P_4$ ); итоги выполнения графика поверки средств измерений (СИ) ( $P_5$ ). Расчет значений отдельного показателя производили по формуле 1:  $P_i = \frac{Z_6}{Z_3} \cdot 100 \%$ , где  $P_i$  – показатель результативности выполнения задач по отдельному критерию;  $Z_6$  – количество выполненных задач;  $Z_3$  – количество запланированных задач.

Расчет среднего значения показателя результативности СМК ИЛЦ осуществляли по формуле 2:  $P_{СМК} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5}{5} \cdot 100 \%$ . Для интерпретации результатов использовали шкалу, согласно которой уровень результативности считается: а) достаточным, функционирование СМК соответствует Критериям аккредитации, в том числе требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 (среднее значение результативности СМК составляет от 70 до 100 %; отклонений не выявлено; не требуется разработки плана корректирующих действий СМК ИЛЦ); б) допустимым, СМК ИЛЦ соответствует критериям аккредитации, в том числе требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 (значение среднего показателя в пределах от 50 до 70 %; выявлены незначительные отклонения; требуется разработка плана улучшений).

**Результаты и обсуждение.** При расчете отдельных показателей результативности установлено:  $P_1$  составил 82,0 % (из 11 запланированных целей лабораторной деятельности в подразделениях, выполнено девять);  $P_2$  – 96,8 % (пересмотрены и актуализированы 92 из 95 запланированных документов СМК первого, второго и третьего уровней);  $P_3$  – 100 % (выполнены в полном объеме все запланированные мероприятия по идентификации рисков в 11 функциональных подразделениях ИЛЦ);  $P_4$  – 100 % (выполнены в полном объеме и получены подтверждающие документы запланированных мероприятий по мониторингу обеспечения достоверности результатов, включающие проведение внутрилабораторного контроля качества испытаний в девяти подразделениях ИЛЦ и участие в четырех межлабораторных сличительных испытаниях);  $P_5$  – 100 % (по итогам 2023 г. график поверки СИ, содержащий 190 единиц, выполнен полностью). Рассчитанное среднее значение показателя результативности составило 95,76 %.

Таким образом, проведя оценку результативности СМК ИЛЦ за 2023 г. согласно разработанной шкале, уровень результативности является достаточным. Отклонений не выявлено; СМК ИЛЦ соответствует критериям аккредитации, в том числе требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 и не требует разработки плана корректирующих действий. Предложенный порядок проведения оценки результативности будет способствовать улучшению функционирования системы менеджмента качества аккредитованного ИЛЦ института.

# ЭПИЗОТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЮЖНОЙ (МОНГОЛЬСКОЙ) ЧАСТИ ТРАНСГРАНИЧНОГО САЙЛЮГЕМСКОГО ПРИРОДНОГО ОЧАГА ЧУМЫ В 2024 ГОДУ

В. М. Корзун<sup>1</sup>, А. В. Денисов<sup>2</sup>, П. П. Санаров<sup>2</sup>, А. В. Холин<sup>1</sup>, С. А. Витязева<sup>1</sup>,  
А. Ю. Югушев<sup>2</sup>, Я. А. Строна<sup>2</sup>, Д. Отгонбаяр<sup>3</sup>, Б. Бямбажав<sup>3</sup>,  
М. Даваадорж<sup>3</sup>, Б. Цогбаяр<sup>3</sup>, С. Нурболат<sup>4</sup>, Ч. Уржих<sup>4</sup>, Е. Н. Рождественский<sup>2</sup>,  
С. В. Балахонов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ФКУЗ Алтайская противочумная станция Роспотребнадзора, Горно-Алтайск, Россия

<sup>3</sup>Национальный центр зоонозных инфекций, Улан-Батор, Монголия

<sup>4</sup>Центр зоонозных инфекций Баян-Улгийского аймака, Улгий, Монголия

**Аннотация.** Представлены результаты совместного российско-монгольского мониторинга монгольской части трансграничного Сайлюгемского природного очага чумы в 2024 г. Выделено пять культур возбудителя чумы основного подвида. Они изолированы от серых сурков, при этом три из свежих остатков стола хищных птиц, две – из мумифицированных останков. Культуры возбудителя чумы получены в трех секторах на двух участках: Сонгинот и Терсагкан. Площадь эпизоотий составила 252 км<sup>2</sup> (12,0 % от обследованной территории). Отмечается, что в очаге сохраняются значительные эпидемиологические риски. Это вызывает необходимость осуществления мониторинга энзоотичной по чуме территории и продолжения в российско-монгольского сотрудничества, направленного на обеспечение эпидемиологического благополучия по чуме населения в приграничных районах Монголии и России.

## EPIZOOTOLOGICAL SURVEY OF THE SOUTHERN (MONGOLIAN) PART OF THE SAYLUGEM TRANSBOUNDARY NATURAL PLAGUE FOCUS IN 2024

V. M. Korzun<sup>1</sup>, A. V. Denisov<sup>2</sup>, P. P. Sanarov<sup>2</sup>, A. V. Kholin<sup>1</sup>, S. A. Vityazeva<sup>1</sup>,  
A. Yu. Yugushev<sup>2</sup>, Ya. A. Strona<sup>2</sup>, D. Otgonbayar<sup>3</sup>, B. Byambazhav<sup>3</sup>, M. Davaadorzh<sup>3</sup>,  
B. Tsogbayar<sup>3</sup>, S. Nurbolat<sup>4</sup>, C. Urzhikh<sup>4</sup>, E. N. Rozhdestvenskii<sup>2</sup>, S. V. Balakhonov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Altai Plague Control Station, Gorno-Altai, Russian Federation

<sup>3</sup>National Center for Zoonotic Diseases, Ulaanbaatar, Mongolia

<sup>4</sup>Center of Zoonotic Infections in Bayan-Ulgii Aimag, Ulgii, Mongolia

**Abstract.** The results of joint Russian-Mongolian monitoring of the Mongolian part of the transboundary Saylyugem natural plague focus in 2024 are presented. Five cultures of the main subspecies of the plague pathogen have been identified. They are isolated from gray marmots, with three from the fresh remains of the table of birds of prey, two from mummified remains. Cultures of the plague pathogen were obtained in three sectors at two sites: Songinot and Tersagkan. The area of epizootics was 252 square kilometers (12.0 % of the surveyed territory). It is noted that significant epidemiological risks remain in the focus. This necessitates the monitoring of the territory enzootic by plague and the continuation of Russian-Mongolian cooperation aimed at ensuring epidemiological well-being of the population according to the plague in the border regions of Mongolia and Russia.

**Введение.** В текущем году продолжены совместные российско-монгольские работы по мониторингу монгольской части трансграничного Сайлюгемского природного очага чумы, осуществлявшиеся по приказу руководителя Роспотребнадзора от 30.05.2023 № 324 в рамках реализации Распоряжения Правительства РФ от 18.04.2023 № 973-р, и в соответствии с программой российско-монгольского сотрудничества «Изучение современного состояния трансграничного Сайлюгемского природного очага чумы и снижение возможных эпидемиологических рисков на его территории», выполняющейся начиная с 2017 г. Обширные и разносторонние материалы, затрагивающие различные аспекты этого направления исследований, приведены в недавно опубликованной монографии (Балахонов и др., 2022).

**Цель.** Представление основных результатов эпизоотологического обследования монгольской части трансграничного Сайлюгемского природного очага чумы в 2024 г.

**Материалы и методы.** Работы выполнялись с 16 июля по 3 августа 2024 г. совместным российско-монгольским эпидотрядом, в состав которого входили сотрудники ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора, ФКУЗ Алтайская ПЧС Роспотребнадзора, Национального центра зоонозных инфекций Министерства здравоохранения Монголии и Центра зоонозных инфекций Баян-Улгийского аймака Монголии.

Эпизоотологическое обследование с получением полевого материала проведено на площади 2093 км<sup>2</sup>. Обследовано 26 секторов на 18 участках: Бага-Булаг, Уртен-Булаг, Агуйтын-Булаг, Зуслан-Булаг, Борхаг, Шинэ-Дава, Хундий, Талын-Толгой, Терсагкан, Жалпак, Хар-Ямат, Сонгинот, Ойгор, Жаргаланд, Хагнур, Бухан-Толгой, Заг, Билугийн-Гол. Рекогносцировочное обследование (объезд и визуальный осмотр территории) проведено на площади 2245 км<sup>2</sup> в 27 секторах, участки Хунтен-Сай, Кок-Сай, Шар-Булаг, Ороктын-Гол, долина р. Цаган-Гол. Работы выполнялись в непосредственной близости от государственной границы на протяжении 100 км вдоль и 80 км вглубь территории Монголии.

Получен и исследован на чуму следующий полевой материал: млекопитающие – 161 экз., из них серый сурок – 134 (добытые – 18, свежие остатки стола хищных птиц – 21, мумифицированные останки – 95), монгольская пищуха – 11, длиннохвостый суслик – 13, степной хорь – 1 (мумифицированный труп), тушканчик-прыгун – 2 (трупы); костные останки сурков – 2; блохи – 17; погадки хищных птиц – 1. Осмотрено 280 входов нор млекопитающих для сбора блох.

Выполнено 75 пеших маршрутов по учету численности носителей возбудителя чумы общей протяженностью 106,7 км на площади 320,1 га. Для оценки уровня численности серого сурка проведено 11 визуальных учетов на площади 89 га.

Подготовку полевого материала для лабораторного исследования на чуму осуществляли в оборудованной для этих целей юрте, подготовленной монгольской стороной. Лабораторные исследования на чуму (ПЦР, ИХА, бактериологический анализ) проводили в мобильной лаборатории мониторинга и диагностики на базе автомобиля КАМАЗ ФКУЗ Алтайская ПЧС Роспотребнадзора.

При выполнении обследовательских работ применяли ГИС-инструменты. Основная эпизоотологическая информация наносилась на электронные карты в программе QGIS.

**Результаты и обсуждение.** За период выполнения обследовательских работ выделено пять культур возбудителя чумы основного подвида. Все они изолированы от серых сурков, при этом три из свежих остатков стола хищных птиц, две – из мумифицированных останков. Культуры *Yersinia pestis* ssp. *pestis* получены на двух участках: Сонгинот (три) и Терсагкан (две). Площадь выявленных эпизоотий составила 252 км<sup>2</sup> (12,0 % от обследованной территории). Возбудитель чумы обнаружен в трех секторах.

Методом ПЦР получено пять положительных результатов. Специфичные фрагменты ДНК чумного микроба основного подвида детектированы во всех пяти пробах полевого материала, из которых изолированы культуры возбудителя. Все эти количественные показатели в сезоне обследования 2024 г. самые низкие за все восемь лет мониторинга очага с 2017 г.

Зараженность чумным микробом основного подвида серых сурков (добытые животные, свежие трупы и остатки стола хищных птиц, мумифицированные останки) составила 3,7 % ( $n = 134$ ); добытых животных – 0,0 % ( $n = 18$ ); свежих останков сурков (остатков стола хищников) – 14,3 % ( $n = 21$ ); мумифицированных останков сурков, в различной степени поеденных пернатыми и наземными хищниками – 2,1 % ( $n = 95$ ). Частота обнаружения ДНК *Y. pestis* во всех перечисленных объектах соответствует зараженности,

поскольку положительные результаты методом ПЦР получены от тех же животных, что и культуры возбудителя.

Данные, полученные при эпизоотологическом обследовании южной (монгольской) части трансграничного Сайлюгемского природного очага в 2024 г., показали, что здесь продолжают выявляться в 2017–2023 гг. эпизоотии, вызванные возбудителем чумы основного подвида. Эпизоотии чумы, подтвержденные изоляцией возбудителя, зарегистрированы по южному макросклону хр. Сайлюгем (участок Терсагкан,) и на северном склоне хр. Баян Хайрхан – крупном отроге хр. Монгольский Алтай (участок Сонгинот). Они обнаружены, соответственно, в 15–20 и 25–30 км от государственной границы Российской Федерации.

При этом результаты проведенных обследовательских работ свидетельствуют о том, что на изученной территории наблюдается снижение эпизоотической активности по сравнению с тремя предыдущими годами. Это подтверждает резкое уменьшение значений как основных (количество изолированных штаммов чумного микроба и число выявлений его ДНК, площадь эпизоотий, число эпизоотических секторов, зараженность возбудителем чумы сурков – свежих трупов и остатков стола), так и косвенных (количество забранных у хищных птиц и падальщиков поеденных в разной степени свежих трупов сурков, число скоплений хищных птиц, у которых отобраны останки сурков, число мумифицированных трупов сурков и их фрагментов) показателей эпизоотической активности.

Исходя из результатов, выполненных в 2017–2024 гг. обследовательских работ, можно заключить, что вероятнее всего в ближайшие годы на обширных территориях монгольской части трансграничного Сайлюгемского природного очага чумы в поселениях серого сурка эпизоотии чумы, вызванные возбудителем основного подвида, будут продолжаться. Объективные предпосылки для угасания эпизоотий чумы отсутствуют. Восстановление численности серого сурка, наблюдающееся в 2023–2024 гг. после ее резкого снижения в 2018–2019 гг., вызванного интенсивными эпизоотиями, может привести к новому повышению эпизоотической активности.

Напряженная эпизоотическая ситуация, наблюдающаяся в настоящее время в очаге, показывает, что на приграничной территории России и Монголии сохраняются значительные эпидемиологические риски по чуме и, поэтому, нельзя полностью исключить возможность эпидемических осложнений. Это вызывает настоятельную необходимость осуществления мониторинга энзоотичной по чуме территории и продолжения в полной мере российско-монгольского сотрудничества, направленного на обеспечение эпидемиологического благополучия по чуме населения в приграничных районах Монголии и России.

# ЗАВИСИМОСТЬ УРОВНЯ ЧИСЛЕННОСТИ СЕРОГО СУРКА ОТ ВЫСОТЫ ОБИТАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ МОНГОЛИИ

В. М. Корзун<sup>1</sup>, А. В. Денисов<sup>2</sup>, А. В. Холин<sup>1</sup>, П. П. Санаров<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора, Иркутск, Россия

<sup>2</sup> ФКУЗ Алтайская противочумная станция Роспотребнадзора, Горно-Алтайск, Россия

**Аннотация.** В 2017–2023 гг. на территории монгольской части трансграничного Сайлюгемского природного очага чумы в отрогах хребтов Сайлюгем, Каралахту, Монгольский Алтай проведено изучение численности серого сурка, являющегося основным носителем возбудителя чумы основного подвида. Выявлен существенный рост плотности населения этого животного с увеличением высотного расположения его поселений от 2100 до 2750 м над у. м. Обнаруженную закономерность необходимо принимать во внимание, во-первых, при осуществлении направленных поисков эпизоотий, вызванных возбудителем чумы основного подвида, в трансграничном Сайлюгемском природном очаге, во-вторых, при проведении сравнений уровней численности серого сурка в пространстве и времени для избегания смещенных оценок из-за разных высотных условий.

## DEPENDANCE OF THE GRAY MARMOT NUMBER LEVELS ON THE HABITAT ALTITUDES IN NORTHWESTERN MONGOLIA

V. M. Korzun<sup>1</sup>, A. V. Denisov<sup>2</sup>, A. V. Kholin<sup>1</sup>, P. P. Sanarov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Altai Anti-Plague Station, Gorno-Altai, Russian Federation

**Abstract.** In 2017–2023 on the Mongolian part of the transboundary Saylyugem natural plague focus territory on the Saylyugem, Karalakhtu, Mongolian Altai ridges spurs, the number of gray marmot, which is the main carrier of the plague pathogen of the main subspecies, was studied. A significant increase in the population density of this animal was recognized in connect with an increase in the altitude of its settlements from 2100 to 2750 m above sea level. The detected pattern must be taken into account, firstly, when conducting directed searches for epizootics caused by the plague pathogen of the main subspecies, in the transboundary Saylyugem natural plague focus, and secondly, when comparing the levels of gray marmot in space and time to avoid biased estimates due to different altitude conditions.

**Введение.** В настоящее время трансграничный Сайлюгемский природный очаг чумы, расположенный в России и Монголии на территории Юго-Восточной области Горного Алтая (Республика Алтай) и Северо-Западной Монголии (Баян-Улгийский аймак), характеризуется высокой эпизоотической и эпидемической активностью (Балахонов и др., 2022). В этой высокогорной местности сосредоточены наиболее крупные в России и Монголии по площади и численности поселения промыслового животного – серого сурка *Marmota baibacina*, который является в очаге основным носителем эпидемически значимого возбудителя чумы основного подвида *Yersinia pestis* ssp. *pestis* античного биовара филогенетической ветви 4. ANT. Эпизоотическая активность природных очагов чумы, в том числе и сурчиных, в большой степени определяется уровнем численности основных носителей (Бибииков и др., 1973; Кучерук, Бибииков, 1980). Это вызывает необходимость систематического проведения наблюдений в пространстве и времени за их численностью – важнейшим прогностическим показателем для краткосрочного прогнозирования развития эпизоотической ситуации.

**Цель.** Оценить уровень численности в поселениях серого сурка, расположенных на различных высотах в монгольской части трансграничного Сайлюгемского природного очага чумы, и определить связь между этими показателями.



**Материалы и методы.** Изучение численности серого сурка проводили в местах его обитания при осуществлении эпизоотологического обследования монгольской части трансграничного Сайлюгемского природного очага чумы в 2017–2023 гг. Применяли три метода: учеты бутанов (сурчин) на маршрутах, визуальные учеты животных на площадках и автомобильных маршрутах. Учеты количества жилых бутанов проводили при прохождении пешеходных маршрутов протяженностью 1–4 км (преимущественно 2 км) в полосе шириной 30 м, после чего пересчитывали их число на 1 га (всего выполнено 250 независимых учетов). Визуальные учеты численности серого сурка выполняли в ясную безветренную погоду с 8 до 12 ч. На площадках по 3–30 га (преимущественно 8–20 га) в полевой бинокль с расстояния 200–300 м 3–4 раза с интервалом в несколько минут подсчитывали число животных, находящихся на поверхности, и определяли их максимальное значение. Количество грызунов пересчитывали на 1 га (выполнено 97 учетов). На открытых пространствах при невысокой численности проводили автомобильные учеты протяженностью 2–15 км и шириной 100–200 м (выполнен 31 учет). Учетные работы осуществлены на большей части ареала серого сурка в пределах монгольской части Сайлюгемского природного очага.

Сравнительная оценка уровней численности серого сурка с использованием разных методических приемов показала, что наблюдается корреляция между показателями, полученными при учетах количества жилых бутанов на маршрутах и числа особей, подсчитанных визуально на площадках. Близость средних значений показателей, определенных разными методами, позволяет их использовать для оценки уровня численности серого сурка одновременно без введения пересчетных коэффициентов (Корзун, Денисов, 2018). Поэтому при проведении регрессионного анализа зависимости численности сурков от высоты над уровнем моря использовали обобщенные данные по количеству грызунов, приходящихся на 1 га.

При статистической обработке результатов применяли регрессионный анализ, *t*-критерий Стьюдента, описательную статистику.

**Результаты и обсуждение.** Изучение области распространения серого сурка в пределах монгольской части трансграничного Сайлюгемского природного очага чумы показало, что его поселения начинают встречаться на высотах 2100–2200 м над у. м. и продолжают до нивальной зоны. Площадь, занимаемая поселениями грызуна на изученной территории Северо-Западной Монголии, составляет 4734 км<sup>2</sup>.

Оценка коэффициентов регрессии показателей численности, полученных с использованием всех трех подходов, на высоту над уровнем моря в отдельные годы дала следующие результаты: 2017 г. –  $b = 0,0097 \pm 0,0013$ ,  $df = 83$ ;  $t = 7,51$ ; 2018 г. –  $b = 0,0125 \pm 0,0011$ ,  $df = 52$ ;  $t = 11,04$ ; 2019 г. –  $b = 0,0064 \pm 0,0010$ ,  $df = 64$ ;  $t = 6,34$ ; 2021 г. –  $b = 0,0114 \pm 0,0021$ ,  $df = 59$ ;  $t = 5,54$ ; 2022 г. –  $b = 0,0127 \pm 0,0015$ ,  $df = 28$ ;  $t = 8,605$ ; 2023 г. –  $b = 0,0093 \pm 0,0010$ ,  $df = 80$ ;  $t = 9,25$ ; во всех случаях  $p < 0,001$ . Такие данные свидетельствуют о существенной положительной зависимости плотности поселений серого сурка от высоты, на которой они расположены, и показывают хорошую повторяемость этой зависимости в разные годы проведения исследований.

Для наглядного представления о величинах численности серого сурка на различных высотах в горной местности Северо-Западной Монголии оценены показатели в пределах градаций высоты над уровнем моря, установленных через 100 м. С этой целью данные ежегодных маршрутных учетов сведены в единый массив. Получены следующие результаты: на высоте 2100–2199 м над у. м. средний показатель численности равен  $0,21 \pm 0,106$  жилых бутанов на 1 га ( $n = 3$ , лимиты 0–0,33); 2200–2299 м –  $0,32 \pm 0,141$  ( $n = 10$ , лимиты 0–1,36); 2300–2399 м –  $1,11 \pm 0,195$  ( $n = 32$ , лимиты 0–4,50); 2400–2499 м –  $1,52 \pm 0,105$  ( $n = 86$ , лимиты 0–5,33); 2500–2599 м –  $2,92 \pm 0,184$  ( $n = 85$ , лимиты 0–6,89); 2600–2699 м –  $3,21 \pm 0,318$  ( $n = 24$ , лимиты 0,67–6,33); 2700–2750 м –  $5,36 \pm 0,655$  ( $n = 10$ , лимиты 3,33–10,00). Неравномерность объемов выборок в разных градациях обусловлена в первую очередь тем, что обследовательские работы преимущественно проводились на высотах

более 2300 м, где, как правило, наблюдались эпизоотии чумы, и труднодоступностью высот более 2700 м. Между средними значениями в последовательных грациях (кроме первой и второй, пятой и шестой) наблюдаются статистически значимые различия. Исходя из полученных данных можно констатировать, что от нижних высотных границ обитания до наибольших исследованных высот в обследованной местности Северо-Западной Монголии уровень плотности поселений серого сурка увеличивается более чем на порядок.

Необходимо отметить, что существенным обстоятельством, оказавшим влияние на величину показателя численности, явились интенсивные эпизоотии чумы, протекавшие в трансграничном Сайлюгемском природном очаге в период проведения исследований. В местах зарегистрированных эпизоотий уровень численности существенно снижался и во многих таких локациях зачастую встречались только нежилые буганы. Этим во многом и обусловлены нулевые значения нижних лимитов числа жилых буганов в большинстве граций.

Представленные данные показывают, что в горных условиях Северо-Западной Монголии в отрогах хребтов Сайлюгем, Каралахту, Монгольский Алтай наблюдается существенный рост плотности населения серого сурка с увеличением высотного расположения его поселений. Выявленную закономерность необходимо принимать во внимание, во-первых, при осуществлении направленных поисков эпизоотий, вызванных возбудителем чумы основного подвида, в трансграничном Сайлюгемском природном очаге, во-вторых, при проведении сравнений уровней численности серого сурка в пространстве и времени для избегания смещенных оценок из-за разных высотных условий.

## **РАСПРОСТРАНЕНИЕ КЛЕЩА *HYALOMMA SCUPENSE* SCHULZE, 1919 НА ТЕРРИТОРИИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ОЦЕНКА ЕГО ЗНАЧЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ВОЗМОЖНОГО ПЕРЕНОСЧИКА ЛИХОРАДКИ КУ**

М. Г. Корнеев, К. С. Захаров, Е. Н. Кондратьев, С. Я. Яковлев, М. М. Шилов, П. М. Зырянов, К. С. Марцоха, Ш. В. Магеррамов, Д. А. Яшин, К. Д. Блинова, О. А. Корешкова, М. В. Проскурякова, В. Н. Чекашов

*ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов, Россия*

**Аннотация.** Исходный клещ *Hyalomma scupense* на территории Саратовской области в настоящее время отмечается на юге Левобережья, в полупустынной природной зоне. Выявлена инфицированность клещей *H. scupense* возбудителем лихорадки Ку. Расселение данного вида возможно при перегоне скота в другие хозяйства, особенно в осенний период. Эпидемиологическое и эпизоотологическое значение *H. scupense* ограничено.

## **DISTRIBUTION OF *HYALOMMA SCUPENSE* SCHULZE, 1919 ON THE TERRITORY OF THE SARATOV OBLAST AND THE ASSESSMENT OF ITS IMPORTANCE AS A POSSIBLE VECTOR OF Q FEVER ITS IMPORTANCE AS A POSSIBLE VECTOR OF Q FEVER**

M. G. Korneev, K. S. Zakharov, E. N. Kondratev, S. Ya. Yakovlev, M. M. Shilov, P. M. Zyryanov, K. S. Martsokha, Sh. V. Magerramov, D. A. Yashin, K. D. Blinova, O. A. Koreshkova, M. V. Proskuryakova, V. N. Chekashov

*Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation*

**Abstract.** The tick *Hyalomma scupense* is currently observed in the Saratov oblast in a semi-desert natural zone. Infection of *H. scupense* with the pathogen of Q fever was revealed. Settling of this species is possible when cattle are transported to other farms, especially in the autumn period. The epidemiological and epizootological significance of *H. scupense* is limited.

**Введение.** Однохозяйный иксодовый клещ *Hyalomma scupense* Schulze, 1919 относится к паразитам с пастбищно-стойловым подстереганием (Бердыев, 1985). Это широко распространенный палеарктический вид, ареал которого простирается от Западной Европы и Северной Африки до Восточного Китая (Апанаскевич и др., 2010). В Саратовской области *H. scupense* ранее встречался на территории всего Левобережья (Заволжье), на юге Правобережья и на севере области – на юге лесостепной зоны (Давидович, 1971). В 2003–2004 гг. *H. scupense* выявлен только в Красноармейском районе (юг Правобережья) (Турцева, 2005).

В клещах *H. scupense* выявлялись возбудители Крымской-Конго геморрагической лихорадки, лихорадки Ку, риккетсиозов, туляремии (Цапко, 2019). Также об обнаружении ДНК *Coxiella burnetii* в клещах *H. scupense* на территории Саратовской области (Литвинова и др., 2022).

**Цель.** Оценка современного распространения *H. scupense* в Саратовской области, возможности его расселения на территории региона, и значение его в качестве возможного переносчика возбудителя лихорадки Ку.

**Материалы и методы.** В рамках проведения эпизоотологического мониторинга на территории Саратовской области сбор клещей осуществляли в конце марта – первой декаде апреля (2021–2024 гг.) с крупного рогатого скота (КРС), находящегося на стойловом содержании, в присутствии хозяев либо ответственных лиц. Осмотр КРС проводили в трех пунктах Александрово-Гайского района (юг Левобережья, зона полупустыни): хутор Запрудный, хутор Ветелки и с. Варфоломеевка. Сбор клещей проводили во время работы сотрудников ветеринарной службы, поэтому время на осмотр животных было ограниченным и подсчет количества клещей на каждом осмотренном животном не проводился. Видовое определение проводили по определителю (Померанцев, 1950). Методом ПЦР с набором реагентов «АмплиСенс *Coxiella burnetii*-FL» (ФБУН «ЦНИИ Эпидемиологии» Роспотребнадзора, Россия) были исследованы 1825 экз. суспензий клещей *H. scupense* (521 проба) для выявления возбудителя лихорадки Ку. Рассчитывали экстенсивность инфекации (ЭИ) – отношение особей с клещами ко всей выборке, выраженное в процентах. Для оценки степени обследованности территории региона использованы данные сборов клещей с КРС, полученные от ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области» в рамках предоставления «Обзоров и прогнозов состояния популяций и численности мелких млекопитающих и членистоногих – носителей и переносчиков возбудителей природно-очаговых болезней, эпизоотологической и эпидемиологической обстановки в Саратовской области». Расчет индивидуальной зараженности клещей проводили по формуле, предложенной В. Н. Беклемишевым (1963), модифицированной для использования десятичного логарифма (МУ 3.1.3.2488-09). Поскольку данный метод предполагает использование равновеликих партий клещей, все пробы были сгруппированы по количеству экземпляров. После вычисления доли зараженных экземпляров в каждой группе проб рассчитывали долю зараженных экземпляров во всей выборке.

**Результаты и обсуждение.** По данным ФБУЗ «ЦГиЭ в Саратовской области» и ФКУН «Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора за последние 11 лет (с 2014 по 2024 г. включительно) сбор клещей с КРС проводился в 21 муниципальном районе области (Аркадакском, Базарно-Карабулакском, Балашовском, Балтайском, Романовском, Турковском, Хвалынском (зона лесостепи), Дергачевском, Ершовском, Ивантеевском, Краснокутском, Краснопартизанском, Марксовском, Перелюбском, Питерском, Самойловском, Саратовском, Советском, Федоровском, Энгельском (зона степей), Новоузенском (зона степи и полупустыни), Александрово-Гайском (зона полу-

пустыни)) и в МО г. Саратов (степная зона). За указанный период с 1014 голов КРС собрано 4257 экз. клещей четырех видов: *H. scupense* – 42,9 %, *Dermacentor reticulatus* – 31,4 %, *D. marginatus* – 20,6 %, *Rhipicephalus rossicus* – 5,1 %. Клещи видов *D. reticulatus*, *D. marginatus*, *R. rossicus* встречались во всех природных зонах, тогда как *H. scupense* обнаружен только в Александрово-Гайском районе (юг Левобережья, территория, граничащая с Республикой Казахстан). В данном районе было осмотрено 359 голов КРС, собрано 2248 экз. клещей. Из них на 162 особях обнаружены *H. scupense*, на 197 особях – остальные виды клещей. Одновременно *H. scupense* с другими видами клещей не встречался, что связано, вероятно, со сроками обследования. В период с 2021 по 2024 г. на территории Александрово-Гайского района было произведено 6 сборов, осмотрена 191 особь (от 3 до 70 голов КРС при каждом сборе). Экстенсивность инфекации (ЭИ) различалась по годам и хозяйствам. Так, в 2021 г. (хутор Кривой) ЭИ составила 100 %, в 2022 г., там же – 40 %, в 2023 г. (хутор Кривой и хутор Ветелки) – 100 %, в 2024 г. – 54 % (с. Варфоломеевка) и 93 % (хутор Кривой). Общий показатель ЭИ за 4 года составил 84,8 %.

По результатам исследования установлено, что в трех пробах (0,6 % от исследованных 521 пробы) выявлена ДНК *Coxiella burnetii*, индивидуальная зараженность клещей составила 0,16 %. Положительные результаты были получены в 2022 г. (хутор Кривой) (Литвинова и др., 2022) и 2023 г. (хутор Ветелки и хутор Кривой).

В настоящее время на территории Саратовской области *H. scupense* отмечается только на юге Левобережья, на границе с Казахстаном (Александрово-Гайский район). Поскольку *H. scupense* характеризуется пастбищно-стойловым типом паразитизма, его расселение маловероятно при выпасе скота на пастбище. Возможен занос в другие хозяйства при перегоне скота, особенно в осеннее время, когда личинки малозаметны.

Трансмиссивный путь передачи не является основным в поддержании очагов лихорадки Ку (Рудаков и др., 2021), поэтому значение *H. scupense* в качестве переносчика возбудителя второстепенно, однако выявление спонтанной зараженности клещей коксиеллами свидетельствует о возможном существовании внутрискотных очагов. Поскольку *H. scupense* является однохозяйным клещом, как правило, не нападающим на человека, эпидемиологическое значение данного вида в качестве переносчика ограничено. При обнаружении в хозяйствах случаев инфекации КРС *H. scupense* рекомендуется, кроме обработки животных, проводить также дезакаризацию в местах их содержания. Для выявления распространения *H. scupense* на территории области необходим осмотр скота в фермерских хозяйствах не позднее первой декады мая.

# ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОЛГОГРАДСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОТИВОЧУМНОГО ИНСТИТУТА

И. И. Корсакова, А. М. Белоусов, И. Н. Жиркова,  
Ю. Ю. Пименова, С. В. Шадрина

*ФКУЗ Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Волгоград, Россия*

**Аннотация.** Представлены основные направления международного сотрудничества в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и биологической безопасности, профилактики и борьбы с инфекционными заболеваниями, осуществляемого Волгоградским научно-исследовательским противочумным институтом в рамках реализации федерального проекта «Санитарный щит страны – безопасность для здоровья (предупреждение, выявление, реагирование)» и распоряжений Правительства России от 18.11.2022 № 3518-р и от 13.06.2023 № 1563-р.

## THE MAIN DIRECTIONS OF INTERNATIONAL ACTIVITY OF THE VOLGOGRAD RESEARCH ANTI-PLAGUE INSTITUTE

I. I. Korsakova, A. M. Belousov, I. N. Zhirkova, Yu. Yu. Pimenova, S. V. Shadrina

*Volgograd Research Anti-Plague Institute, Volgograd, Russian Federation*

**Abstract.** The main directions of international cooperation in the field of ensuring the sanitary and epidemiological well-being of the population and biological safety, prevention and control of infectious diseases, carried out by the Volgograd Research Anti-Plague Institute within the framework of the federal project "Sanitary Shield of the country – safety for health (prevention, detection, response)" and orders of the Government of Russia from 18.11.2022 No. 3518-r and from 13.06.2023 No. 1563-r are presented.

Приоритетность такого направления государственной политики в области национальной безопасности страны, как обеспечение биологической безопасности населения в режиме повседневной деятельности и при угрозе развития чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, закреплена в целом ряде основополагающих документов стратегического планирования Российской Федерации.

Так, Указом Президента России от 11.03.2019 № 97 к основным биологическим угрозам отнесены, в частности, такие факторы как появление новых инфекций, вызываемых неизвестными патогенами, занос редких или ранее не встречавшихся на территории Российской Федерации инфекционных и паразитарных заболеваний, возникновение и распространение природноочаговых инфекций, спонтанная зараженность возбудителями инфекций, возврат исчезнувших инфекций.

Федеральный закон от 30.12.2020 № 492-ФЗ определил понятие «биологическая угроза (опасность)» как наличие потенциально опасных биологических объектов, а также наличие внутренних (находящихся на территории России) и внешних (находящихся за ее пределами) опасных биологических факторов, способных привести к возникновению и (или) распространению заболеваний с развитием эпидемий и превышению допустимого уровня биологического риска.

Дестабилизация биобезопасности любого государства может быть вызвана угрозами заноса и распространения опасных инфекционных болезней за счет увеличения международных связей. Высокие темпы технологических изменений и разнообразие возможных рисков требуют стратегий биологической защиты, способных быстро реагировать и адаптироваться к широкому спектру угроз. Разработка мер, обеспечивающих предотвращение или минимизацию их потенциального неблагоприятного воздействия, необходима как на национальном, так и на международном уровнях.

В рамках реализации государственной политики России в области обеспечения биологической безопасности и в целях развития проактивной и устойчивой системы защиты населения от санитарно-эпидемиологических угроз был утвержден федеральный проект «Санитарный щит страны – безопасность для здоровья (предупреждение, выявление, реагирование)», задача которого – создание эффективного барьера для эпидемий на трех рубежах: внутри страны, в ближнем и дальнем зарубежье.

Один из блоков проекта – «Защита от угроз безопасности здоровью 24/7» – направлен на мониторинг и предупреждение возникновения вспышек и завоза инфекций из-за рубежа и включает, наряду с другими, мероприятия по созданию международного Центра реагирования на эпидемии и по развитию сети из четырех совместных лабораторий в эпидемически значимых регионах мира (Вьетнам, Гвинея, Центральная Африка, Южная Америка). Реализация данного блока даст возможность контролировать и изучать опасные инфекции, разрабатывать вакцины до попадания возбудителей инфекционных заболеваний на территорию России.

Задачи по решению указанных проблем поставлены и в распоряжениях Правительства России от 18.11.2022 № 3518-р и от 13.06.2023 № 1563-р.

Основными направлениями международного сотрудничества Волгоградского научно-исследовательского противочумного института являются: содействие в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения, профилактики и борьбы с инфекционными заболеваниями; организация научно-технического взаимодействия с профильными учреждениями стран-партнеров; укрепление кадрового потенциала стран-партнеров; проведение широкоформатных научно-исследовательских работ по различным направлениям; повышение уровня материально-технической оснащенности профильных учреждений стран-партнеров.

Международная деятельность института осуществляется по трем основным блокам:

1) программа оказания содействия Социалистической Республике Вьетнам (СРВ) в области противодействия угрозам инфекционных болезней;

2) участие в программах международного сотрудничества со странами Африканского континента и Южной Америки по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения, профилактики и борьбы с инфекционными заболеваниями;

3) программа оказания содействия странам Восточной Европы, Закавказья и Центральной Азии (ВЕЗЦА) по укреплению системы мониторинга и оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации санитарно-эпидемиологического характера.

В программе содействия СРВ институт участвует с 2017 г., обеспечивает функционирование совместного Российско-Вьетнамского центра и координацию деятельности научно-исследовательских организаций Роспотребнадзора во Вьетнаме, осуществляет подготовку вьетнамских специалистов и выполняет исследования, касающиеся распространения, современной эволюции и эпидемиологических рисков, связанных с эндемичными патогенными для человека бургхольдериями.

Сотрудники института в составе группы специалистов Роспотребнадзора посетили ряд стран Африки для изучения имеющихся возможностей профильных учреждений, определения потребностей, объема и порядка выполнения задач по усилению лабораторной базы, участвовали в практических учениях для африканских партнеров по работе мобильных лабораторий в очагах опасных инфекций в рамках 1-й Российско-Африканской международной конференции, а также в проведении курсов повышения квалификации «Мобильные лаборатории для работы команд быстрого реагирования в чрезвычайных ситуациях» в Республике Уганда.

Для получения данных о циркулирующих в Республике Уганда и Боливарианской Республике Венесуэла штаммах возбудителей инфекций, круге носителей и переносчиков, современном состоянии заболеваемости, уровне иммунной прослойки населения и создания на их основе программ по совершенствованию мониторинга и контроля за осо-

бо опасными и природноочаговыми инфекционными болезнями институтом запланированы совместные научные исследования с использованием диагностических препаратов, разработанных и зарегистрированных в России, в том числе и нашими специалистами.

С целью укрепления единой системы оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации санитарно-эпидемиологического характера в странах ВЕЗЦА сотрудники института ежегодно участвуют в совместных международных тренировочных учениях на базе мобильных лабораторий СПЭБ Роспотребнадзора. Кроме того, институт осуществляет подготовку кадров, обеспечивающих санитарно-эпидемиологическое благополучие населения стран ВЕЗЦА. Для специалистов из Узбекистана проведены: совещание по вопросам использования мобильных лабораторий на совместных учениях и в экспедиционной работе при обследовании природных очагов чумы и других опасных инфекций, обучение правилам эксплуатации лабораторий на базе автошасси российского производства и семинар по вопросам мониторинга за актуальными арбовирусными инфекциями. 32 профильных специалиста Кыргызской Республики прошли подготовку по программе повышения квалификации «Медицинская арахноэнтомология», обучение еще 15 человек запланировано на 2024 г.

В целом Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт вносит весомый вклад в развитие международного сотрудничества в целях снижения угроз здоровью и благополучию населения России и продвижения национальных интересов в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и биологической безопасности.

## НОРМИРОВАНИЕ ВЫДАЧИ И ПОРЯДОК ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ РАБОТЕ С ПАТОГЕННЫМИ БИОЛОГИЧЕСКИМИ АГЕНТАМИ

Т. А. Костюкова, М. В. Гордеева

*ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов, Россия*

**Аннотация.** Средства индивидуальной защиты являются барьером, обеспечивающими защиту тела человека, его одежды от возможных, случайных, производственных загрязнений, выбросов. На территории Российской Федерации в настоящее время действует около 60 нормативных правовых актов, касающихся вопросов защиты специалистов от воздействия вредных производственных факторов. Порядок обеспечения работников медицинских учреждений и, в частности, микробиологических и вирусологических лабораторий представлен в документах, касающихся охраны труда и специальных отраслевых нормативах, например в санитарных правилах СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней». Средства индивидуальной защиты служат барьером между случайным выбросом вредных факторов производства и человеком, его одеждой, кожей. Поэтому вопросам обеспечения работников специальной защитной одеждой уделяется огромное внимание.

## RATIONING AND PROCEDURE FOR USE OF PPE WHEN WORKING WITH PATHOGENIC BIOLOGICAL AGENTS

T. A. Kostyukova, M. V. Gordeeva

*Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation*

**Abstract.** Personal protective equipment is a barrier that prevents the human body and clothing from possible, accidental, industrial pollution and emissions. There are currently approximately 60 regulatory legal acts related to the protection of specialists from the effects of harmful production factors on the territory of the Rus-

sian Federation. The procedure for providing workers with PPE in medical institutions and, in particular, microbiological and virological laboratories is presented in documents pertinent to occupational safety and special industry standards, for example, in the sanitary rules SanPiN 3.3686-21 "Sanitary and epidemiological requirements for the prevention of infectious diseases." Personal protective equipment serves as a barrier between the accidental release of harmful production factors and employee, their clothing, and skin. Therefore, great attention is paid to providing workers with special protective gear.

**Введение.** Средства индивидуальной защиты (СИЗ) являются барьером, обеспечивающими защиту тела человека, его одежды от возможных, случайных, производственных загрязнений, выбросов. В настоящее время на территории Российской Федерации действует около 60 нормативно-правовых актов, затрагивающих вопросы защиты специалистов от воздействия вредных производственных факторов.

**Цель.** Провести анализ наиболее важных действующих нормативно-правовых актов, отражающих проблему обеспечения работников специальной одеждой, средствами индивидуальной защиты.

**Результаты и обсуждение.** Вопросам обеспечения биологической безопасности на рабочих местах уделялось внимание в национальных нормативных актах и документах международного уровня.

В докладе Международной конференции труда (112-я сессия, 2024 г. ПС. 112/IV(1)) «Биологические факторы в производственной среде» приведены результаты «потенциально-разрушительных глобальных последствий неконтролируемого распространения биологически опасных факторов», которые могут вызывать как инфекционные (в частности, COVID-19), так и неинфекционные заболевания (аллергии).

С 2020 г. действует ГОСТ Р 59123-2020 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Общие требования и классификация», составленный на основе девяти ГОСТов, касающихся отдельных элементов средств индивидуальной защиты, действовавших на территории Российской Федерации ранее. В ГОСТ Р 59123-2020 дана классификация СИЗ.

В соответствии с действующим законодательством разработаны и опубликованы два приказа Минтруда России от 29.10.2021 (№ 766н «Об утверждении правил обеспечения работников СИЗ и смывающими средствами» и № 767н «Об утверждении единых типовых норм выдачи СИЗ и смывающих средств»), в которых нашли отражение Единые типовые нормы выдачи СИЗ и смывающих средств для медицинских работников. Оба приказа ориентированы на совершенствование нормативно-правовой базы в области охраны труда. Требования, изложенные в приказах, «распространяются на работодателей, независимо от организационно-правовых форм и форм собственности, и работников». Приказ № 766н определяет права и обязанности работодателя по разработке норм выдачи, правил эксплуатации, учета и порядка ухода за СИЗ и утилизации средств защиты. Установлены обязанности работника по использованию СИЗ. Представлен порядок определения работодателем потребности в СИЗ, осуществление выбора СИЗ, ведение индивидуального учета, порядок выдачи дежурных СИЗ, а также дерматологических СИЗ и смывающих средств. Приведены образцы документа, утверждающего нормы выдачи СИЗ в организации.

Появление новых инфекций, в частности, вирусной этиологии, вызвало необходимость разработки средств индивидуальной защиты нового поколения для обеспечения безопасности специалистов медицинских организаций (Батов, Кузнецов, 2022; Талызин и др., 2021; Севастьянов и др., 2024).

Нормы обеспечения, порядок учета СИЗ в медицинских учреждениях нашли отражение в Приказе Министерства труда и социальной защиты РФ № 928н от 18.12.2020 и положениях СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней». Обеспечение биологической безопасности специалистов является одной из основополагающих задач как государства в целом, так и отдельных работодателей.



На местах необходим строгий контроль правильности выбора, приобретения и использования по назначению СИЗ при выполнении работ в учреждениях медицинского профиля с материалом, зараженным или потенциально зараженным возбудителями инфекционных болезней.

Работодатель должен: предоставить персоналу микробиологических и вирусологических лабораторий рабочую (пижама, комбинезон, медицинский костюм) и защитную одежду, сменную обувь, индивидуальные шкафчики для раздельного хранения личной и рабочей одежды (п. 3466–3469 СанПиН 3.3686-21; приложение к Приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 18.12.2020 № 928н «Правила по охране труда в медицинских организациях»); в период распространения инфекций вирусной этиологии дерматологические СИЗ защитного типа: средства для защиты от биологических факторов (микроорганизмов): вирусов (средства с противовирусным (вирулицидным) действием) выдаются всем работникам (п. 44 приказа от 29.10.2021 № 766 н); при этом необходимо использовать сертифицированные средства индивидуальной защиты.

## АВАРИИ В ЛАБОРАТОРИЯХ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ РАБОТЫ С ВОЗБУДИТЕЛЯМИ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ

И. М. Крепостнова, М. В. Гордеева

*ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов, Россия*

**Аннотация.** Аварии при проведении манипуляций с патогенными биологическими агентами (ПБА) связаны с риском лабораторного инфицирования работников. В отдельных случаях имеется риск эпидемического распространения инфекции среди населения. Среди мероприятий по снижению риска инфекционной заболеваемости рассматриваются мероприятия, направленные на снижение возникновения аварий, и мероприятия, направленные на снижение риска заражения персонала и населения при ее совершении. В нормативно-методических документах уделено мало внимания мероприятиям по выявлению конкретных причин возникновения аварий при работе с ПБА. Специалистам в области биологической безопасности следует проводить мониторинг и анализ информации по авариям при работе с ПБА с целью применения результатов для формирования устойчивой системы обеспечения биобезопасности как на объектовом, так и на федеральном уровне.

## ACCIDENTS IN LABORATORIES WORKING WITH INFECTIOUS DISEASE AGENTS

I. M. Krepostnova, M. V. Gordeeva

*Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation*

**Abstract.** Accidents during manipulations with pathogenic biological agents are associated with the risk of laboratory infection of employees. In some cases, there is a risk of epidemic spread among the population. Among the measures to reduce the risk of infectious incidence, actions aimed at lessening the occurrence of accidents and reducing the risk of infection of personnel and the population at the time of its occurrence are considered. Regulatory and methodological documents pay little attention to measures to identify specific causes of accidents when working with PBA. Specialists in the field of biological safety should monitor and analyze information on accidents when working with biologically active substances in order to use the findings to form a sustainable biosafety system both at the facility and the federal levels.

**Введение.** Аварии при проведении манипуляций с ПБА связаны с риском лабораторного инфицирования работников. В отдельных случаях имеется риск эпидемического распространения инфекции среди населения. Среди мероприятий по снижению риска

инфекционной заболеваемости рассматриваются мероприятия, направленные на снижение возникновения аварий, и мероприятия, направленные на снижение риска заражения персонала и населения при ее совершении. В нормативно-методических документах уделено мало внимания мероприятиям по выявлению конкретных причин возникновения аварий при работе с ПБА.

**Цель.** Изучить информацию, необходимую для анализа причин и условий возникновения аварий с дальнейшей идентификацией рисков.

**Материалы.** Базы данных eLIBRARY.RU, PubMed, Google и других источников Internet по ключевым словам: авария в микробиологической лаборатории, лабораторные заражения, laboratory-acquired infection (LAI), incident, accident, occupational exposure.

**Результаты и обсуждение.** Для получения информации, необходимой для анализа причин и условий возникновения аварий, проведен поиск открытых данных в Internet. Обнаружено, что более обширно и доступно соответствующие сведения представлены в зарубежных источниках. Изучена информация об авариях, произошедших за рубежом с 2010 по 2023 г.

Аварии при работе с возбудителями инфекционных болезней в микробиологических лабораториях рассматривали согласно классификации СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней»: аварии, связанные с нарушением целостности кожных покровов; аварии, связанные с нарушением целостности средств индивидуальной защиты (СИЗ); аварии с разбрызгиванием и без разбрызгивания.

Было установлено, что наиболее часто в зарубежных публикациях встречаются сообщения об авариях, связанных с нарушением целостности кожных покровов: вызванных уколом инъекционной иглы – в преобладающей доле случаев, острым хирургическим инструментом, осколками лабораторной посуды, укусами лабораторных животных и насекомых, инфицирование через имевшуюся раневую поверхность кожи. Аварии, связанные с нарушением кожных покровов, наиболее часто являются очевидной причиной лабораторного заражения. Аварии, связанные с нарушением СИЗ (разрыв перчаток) явились потенциальной причиной заражения при сопряженном нарушении целостности кожных покровов или в случае имеющихся на момент аварии поражений кожи. Описаны случаи нарушения целостности изолирующих СИЗ (в ходе экспериментов с патогенами высокого риска, осуществляемых в условиях максимальной изоляции лабораторий уровня биобезопасности 4). Сообщения, описывающие аварии «с разбрызгиванием» и «без разбрызгивания» (в интерпретации российских нормативов) не обнаружены. Среди описанных случаев большая часть связана с нарушением различных требований биологической безопасности.

Также было установлено, что аварии происходят в научно-исследовательских лабораториях, клинических, ветеринарных, производственных лабораториях, микробиологических лабораториях институтов, университетов и в других организациях, проводящих работы с ПБА. Совершают аварии и попадают в ситуации высокого потенциального риска заражения сотрудники разных возрастных категорий, с различным опытом работы, уровнем подготовки и занимаемой должностью.

Полученная информация имеет различный уровень детализации, что может быть связано как с запретом на предоставление специальных фактов в открытой печати, так и с отсутствием инструментов систематизированного сбора информации, использование которых делает более доступным ее последующий глубокий анализ. Детализация специальной информации, несомненно, позволит более глубоко изучить ситуацию, выявить факторы риска и причину аварий, разработать обоснованные меры по предотвращению аварий и ситуаций, характеризующихся высоким потенциальным риском лабораторного заражения.

# СИСТЕМА ОБРАЩЕНИЯ С МЕДИЦИНСКИМИ ОТХОДАМИ В ПРОТИВОЧУМНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ РАБОТЫ С ПАТОГЕННЫМИ БИОЛОГИЧЕСКИМИ АГЕНТАМИ I–IV ГРУПП ПАТОГЕННОСТИ

И. М. Крепостнова, М. В. Гордеева

*ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов, Россия*

**Аннотация.** Образующиеся в лабораториях научно-исследовательских институтов, работающих с ПБА I-IV групп патогенности, медицинские отходы, сложны и разнообразны по своему химическому и морфологическому составу и относятся к категории опасных отходов, представляющих потенциальную эпидемиологическую опасность как для самих сотрудников, так и для окружающей среды. Для того чтобы свести до минимума риск возникновения внутрилабораторного инфицирования отходами, необходимо разработать и обеспечить успешное функционирование системы обращения с медицинскими отходами внутри учреждения. Также важным вопросом является установление ответственности за обращение с медотходами, их обеззараживание и утилизацию.

## MEDICAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN ANTI-PLAGUE INSTITUTIONS WORKING WITH PATHOGENIC BIOLOGICAL AGENTS OF I-IV HAZARD GROUPS

I. M. Krepostnova, M. V. Gordeeva

*Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation*

**Abstract.** The medical waste generated in the laboratories of research institutes working with pathogenic biological agents of I-IV hazard groups is complex and diverse in its chemical and morphological composition and belongs to the category of hazardous waste that poses a potential epidemiological danger both to employees themselves and to the environment. In order to minimize the risk of intra-laboratory infection with waste, it is necessary to develop and ensure the efficient functioning of a medical waste management system within the institution. Another important issue is establishing responsibility for the management of medical waste and its disposal.

**Введение.** Медицинские отходы, образующиеся в лабораториях научно-исследовательских институтов, работающих с ПБА I-IV групп патогенности, сложны и разнообразны по своему химическому и морфологическому составу. Они относятся к категории опасных отходов, представляющих потенциальную эпидемиологическую опасность как для самих сотрудников, так и для окружающей среды.

**Цель.** Разработка системы обращения с медицинскими отходами в учреждениях, осуществляющих деятельность с ПБА.

**Результаты и обсуждение.** Перед тем, как сформировать систему обращения с медотходами в учреждении, осуществляющем работы с ПБА, необходимо определиться с ее основными элементами. В организации определяются ответственные лица, которые будут заниматься вопросами планирования данного направления работы внутри учреждения, а также проводить инструктажи (обучение) сотрудников подразделений по правилам обращения с медотходами, о возможных рисках на различных этапах, по применению безопасных и надежных методик в данной области; в целях защиты сотрудников от опасностей на этапах сбора, обеззараживания, временного хранения, транспортирования медотходов на контейнерную площадку, с территории учреждения, ежегодно проводить оценку работы системы обращения с отходами, анализируя объемы медицинских отходов по классам опасности и морфологическому составу и подразделениям, участвующим этом процессе.

В соответствии с СанПиН 2.1.3684-21 внутриучрежденческая система сбора, хранения, размещения, транспортирования, обеззараживания (обезвреживания) медотходов в конкретном учреждении, выполняющем работы с ПБА, должна включать в себя следующие этапы: сбор отходов в подразделениях внутри организации (по классам опасности и морфологическому составу); обеззараживание (обезвреживание) отходов; перемещение отходов из подразделений и временное хранение отходов на территории организации; транспортирование отходов с территории организации. На начальном этапе внедрения системы обращения с медотходами в учреждении необходимо провести инвентаризацию и оценить предполагаемые объемы медотходов по классам опасности, химическому и морфологическому составу. Сбор, временное хранение и вывоз медотходов следует выполнять в соответствии со схемой обращения с медотходами, принятой в учреждении, в которой указываются: качественный и количественный состав образуемых отходов; потребность в расходных материалах и таре для сбора отходов; порядок сбора отходов по классам опасности и составу; порядок и места хранения отходов, кратность их вывоза; применяемые способы обеззараживания; порядок действий сотрудников при нарушении целостности упаковки медотходов; порядок действий сотрудников при аварийной приостановке работы оборудования, предназначенного для обеззараживания отходов.

Успешное функционирование системы обращения с медицинскими отходами в учреждениях, осуществляющих работы с ПБА I–IV групп патогенности, позволит свести к минимуму риск инфицирования сотрудников лаборатории.

## ВЫЯВЛЕНИЕ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ КЛЕЩЕВЫХ ПЯТНИСТЫХ ЛИХОРАДОК НА ТЕРРИТОРИИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М. А. Кулагин, А. В. Казанцев, К. С. Захаров, Е. Н. Кондратьев, С. А. Яковлев,  
П. М. Зырянов, Н. М. Ермаков, М. М. Шилов, В. Н. Чекашов

*ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»,  
Саратов, Россия*

**Аннотация.** В 2023 г. на территории Саратовской области впервые был выявлен возбудитель риккетсиозов группы клещевых пятнистых лихорадок (КПЛ) в пробах суспензий клещей. При проведении эпизоотологического мониторинга территорий региона в 2024 г. генетические маркеры возбудителей риккетсиозов группы КПЛ выявлены в 31,6 % исследованных проб. Полученные результаты свидетельствуют о циркуляции возбудителей КПЛ на территории Саратовской области.

## DETECTION OF TICK-BORNE SPOTTED FEVER PATHOGENS IN THE SARATOV REGION

M. A. Kulagin, A. V. Kazantsev, K. S. Zakharov, E. N. Kondratiev, S. A. Yakovlev,  
P. M. Zyryanov, N. M. Ermakov, M. M. Shilov, V. N. Chekashov

*Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation*

**Abstract.** In 2023, the causative agent of tick-borne spotted fever group (SFG) rickettsioses was detected for the first time in samples of tick suspensions in the territory of the Saratov Region. During epizootologic monitoring of the territories of the region in 2024, genetic markers of the causative agents of rickettsioses of the SFG were detected in 31,6 % of the examined samples. The obtained results may indicate the circulation of SFG pathogens on the territory of the Saratov region.

**Введение.** В результате многолетних исследований установлено, что на территории Российской Федерации регистрируются случаи заболевания риккетсиозами группы клещевых пятнистых лихорадок (КПЛ) – сибирским клещевым тифом (*Rickettsia sibirica* subsp. *sibirica*), Астраханской пятнистой лихорадкой (*R. conorii* subsp. *conorii*) и Средиземноморской (Марсельской) лихорадкой (*R. conorii* subsp. *caspia*) (Краснова и др., 2023). В результате проведения эпизоотологического мониторинга территории Саратовской области в 2023 г. получены первые данные о выявлении возбудителя КПЛ – *R. conorii* subsp. *raoultii* (Казанцев и др., 2023).

**Цель.** Выявление генетических маркеров возбудителей клещевых пятнистых лихорадок в пробах клещей, собранных на территории Саратовской области в 2024 г.

**Материалы и методы.** Методом ПЦР с использованием наборов реагентов «АмплиСенс *Rickettsia* spp. SFG-FL» и «АмплиСенс *Rickettsia conorii*-FL» (ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия) исследовано 576 проб суспензий клещей 11 видов: *Hyalomma scupense* (252 пробы), *Rhipicephalus rossicus* (143), *Dermacentor marginatus* (77), *D. reticulatus* (46), *Ixodes ricinus* (29), *I. trianguliceps* (2), *Laelaps agilis* (9), *Haemogamasus nidi* (9), *Eulaelaps stabularis* (5), *Myonyssus rossicus* (3), *Hyperlaelaps arvalis* (1). Материал доставлен в рамках проведения эпизоотологического мониторинга территорий Александрово-Гайского, Советского, Саратовского и Энгельсского районов, а также природного парка «Кумысная поляна», расположенного в зеленой зоне г. Саратова.

**Результаты и обсуждение.** По результатам исследования установлено, что ДНК *Rickettsia* spp. SFG выявлена в пробах иксодовых клещей 5 видов: *R. rossicus* (73), *D. marginatus* (61), *D. reticulatus* (25), *I. ricinus* (17), *I. trianguliceps* (1), и 3 видов гамазовых клещей: *H. nidi* (2), *E. stabularis* (2), *L. agilis* (1). Инфицированные клещи обнаружены во всех обследованных районах. Наличие ДНК *R. conorii* определено в 20 пробах суспензий клещей: 18 объединенных пробах суспензий *R. rossicus*, собранных на территории Советского района, а также в двух пробах *D. marginatus* из Саратовского и Советского районов Саратовской области.

В ходе проведенной работы установлено, что в 182 (31,6 %) пробах суспензий клещей выявлена ДНК *Rickettsia* spp. SFG, в 20 (3,5 %) – ДНК *R. conorii*.

Актуальным является дальнейшее исследование выявленных положительных образцов с целью определения видовой и подвидовой принадлежности с применением молекулярно-генетических технологий.

Полученные результаты свидетельствуют о циркуляции возбудителей КПЛ в регионе и могут быть использованы для прогнозирования эпидемической ситуации по клещевым риккетсиозам в Саратовской области.

# СЕРОПРЕВАЛЕНТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ К ВОЗБУДИТЕЛЮ КИШЕЧНОГО ИЕРСИНИОЗА

А. П. Кулибаба, В. Т. Климов, С. В. Игумнова, Е. С. Куликалова

ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

**Аннотация.** Проведено исследование 467 сывороток крови здоровых людей, проживающих в Иркутской области, на наличие иммуноглобулинов класса G к *Yersinia enterocolitica* сероваров O:3, O:9 и *Y. pseudotuberculosis*. Антител к *Y. pseudotuberculosis* не выявлено. В 32 случаях (6,9 %) обнаружены антитела к *Y. enterocolitica* O:3 и O:9 в титрах от 1:50 до 1:3200 (РНГА). В иммуноблотинге обнаружены антитела IgG к белкам плазмиды вирулентности YopM, YopH, LorV, YopD возбудителя кишечного иерсиниоза. В ИФА, РНГА и иммуноблотинге положительные реакции коррелировали. Результаты серологического обследования населения Иркутской области позволяют говорить о значительно большем числе реальных случаев кишечного иерсиниоза по сравнению с официально регистрируемым уровнем заболеваемости.

## THE PREVALENCE TO *YERSINIA ENTEROCOLITICA* IN THE POPULATION OF IRKUTSK REGION

A. P. Kulibaba, V. T. Klimov, S. V. Igumnova, E. S. Kulikalova

Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** A study of 467 blood sera of healthy people in the Irkutsk region in ELISA, RNG and immunoblotting for the presence of immunoglobulins of class G to *Yersinia enterocolitica* serovars O:3 and O:9 and *Y. pseudotuberculosis* was conducted. In 32 cases (6.9 %), antibodies to *Y. enterocolitica* O:3 and O:9 were detected. Antibodies to *Y. pseudotuberculosis* were not detected. The antibody titers in indirect hemagglutination test ranged from 1:50 to 1:3200. IgG antibodies to YopM, YopH, LorV and YopD proteins were detected in immunoblotting. In all three test-systems positive reactions were correlated. These studies suggest a significantly higher number of cases of intestinal yersiniosis compared to official data from health authorities.

**Введение.** Кишечный иерсиниоз – острое инфекционное заболевание из группы пищевых сапронозов с природной очаговостью, характеризующееся полиморфизмом клинических проявлений, интоксикацией, поражением желудочно-кишечного тракта, опорно-двигательного аппарата, тенденцией к генерализации процесса (Юшук, 2023).

Этиологическим агентом кишечного иерсиниоза является *Yersinia enterocolitica*, вид семейства Yersiniaceae. При внутривидовом типировании определено шесть биотипов – 1А, 1В, 2–5 и более 30 серовариантов (Bottone, 1999). Штаммы биотипа 1А являются сапрофитами, непатогенны и распространены повсеместно в биотической и абиотической среде. Биотипы *Y. enterocolitica* 1В и 2–5, имеющие детерминанты патогенности в виде хромосомных генов *ail*, *inv* и родоспецифической плазмиды pYV, способны проникать через эпителиальный покров в регионарные лимфатические узлы, где происходит размножение возбудителя и в зависимости от состояния иммунной системы человека возможна генерализация инфекции.

Наиболее распространенные в Евразии патогенные *Y. enterocolitica* относятся к биотипам 2–4 и сероварам O:3, O:9. Регулярно публикуемые статистические данные о заболеваемости кишечным иерсиниозом в Западной Европе показывают, что эта нозологическая форма наряду с сальмонеллезом и кампилобактериозом входит в тройку самых распространенных кишечных инфекций с пищевым путем передачи.

Подтверждение диагноза кишечного иерсиниоза основывается на результатах лабораторной диагностики: выделении культуры, ПЦР-анализе или серологическом методе определения антител различного класса (IgA, IgM, IgG) в зависимости от периода и характера клинических проявлений болезни. Бактериологический метод весьма трудоемок и длителен по времени (от 3–4 до 21 дня). Метод ПЦР очень информативный и быстрый (в течение одного рабочего дня), однако интерпретация результатов может вызывать сомнения из-за слишком большого числа положительных результатов при исследовании материала из окружающей среды и испражнений.

**Цель.** Изучение частоты выявления иммуноглобулинов IgG к иерсиниям у населения Иркутской области.

**Материалы и методы.** В 2021 г. исследовано 467 сывороток крови здоровых людей с пяти территорий Иркутской области: г. Ангарск – 52, Братский район – 34, г. Иркутск – 307, г. Усть-Кут – 36, г. Усть-Илимск – 38. Родоспецифические антитела IgG к белкам плазмиды rYV определяли методом ИФА (Иерсиния Ig-G-ИФА-Бест). Для дифференциации видов иерсиний положительные пробы исследовали в РНГА с эритроцитарными диагностикумами к O:3 и O:9 сероварам *Y. enterocolitica* и на антитела к *Y. pseudotuberculosis*. Также для подтверждения специфичности использовали тест-систему WESTERNBLOT (Anti-Yersinia enterocolitica WESTERNBLOT (IgG), EUROIMMUN). Результаты учитывали в соответствии с инструкцией к диагностическим препаратам.

**Результаты и обсуждение.** Выявлено в ИФА 32 положительные пробы, содержащие IgG (6,9 %), из них 59,4 % положительных проб было от лиц женского пола (19 проб), мужского пола 40,6 % (13 проб).

Среди взрослого населения наибольший удельный вес положительных проб пришелся на лиц старше 60 лет (37,5 % – 12 проб), в равном процентном отношении антитела IgG определялись у лиц 18–39 и 40–59 лет (по 18,75 % – по 6 проб). Доля детей до 17 лет составила 25 % (8 проб).

В зависимости от возраста все пациенты были поделены на четыре группы. В первую группу (до 17 лет) вошло 100 чел., положительные результаты выявлены у восьми (8,0±2,71 %). Во второй группе (лица от 18 до 39 лет) из 130 чел. IgG обнаружены у шести (4,6±1,84 %). Третью группу составляло 132 чел. в возрасте от 40 до 59 лет, положительный результат выявлен у шести человек (4,5±1,81 %). К четвертой группе относились лица старше 60 лет, число которых составило 105 чел., положительный результат отмечен в 12 пробах (11,4±3,11 %).

Все положительные в ИФА сыворотки были исследованы в РНГА для определения видоспецифических антител к ЛПС *Y. enterocolitica* O:3 и O:9 и к *Y. pseudotuberculosis*. Следует отметить, что антитела к *Y. pseudotuberculosis* не обнаружены. Положительными к *Y. enterocolitica* O:3 сероварианта были 22 сыворотки (68,75 %) и к O:9 – 10 сывороток (21,25 %). При определении антител к *Y. enterocolitica* O:3 сероварианта обнаружен большой разброс титров: 1:50 (2 сыворотки), 1:100 (2), 1:200 (7), 1:400 (7), 1:800 (3), 1:1600 (1), 1:3200 (1). Для *Y. enterocolitica* O:9 оказались положительными 10 сывороток с титрами: 1:100 (1 сыворотка), 1:200 (3), 1:400 (5), 1:800 (1).

Преобладающая доля положительных результатов зарегистрирована в г. Иркутске (53,1 % – 17 проб), в гг. Ангарске, Усть-Илимске, Усть-Куте – по 12,5 % (4 пробы), в Братском районе – 9,4 % (3 пробы).

Иммуноблотинг применяли для дополнительного дифференцирования положительных результатов РНГА. Наиболее часто IgG обнаруживали против белков плазмиды вирулентности YopM (46 kDa), YopH (44 kDa), LorV (33kDa), YopD (46 kDa), функции которых определяются ингибированием фагоцитоза, индукцией апоптоза эукариотической клетки.

Интересным получилось сравнение результатов в РНГА и иммуноблотинге. Согласно инструкции по применению РНГА диагностическим титром при однократном исследовании допускается титр 1:200 – 1:400. Иммуноблотинг показал, что сыворотки с низким титром в РНГА также связываются с белками Yop и дают четкие полосы, что позволяет использовать этот метод для контроля подтверждения результатов.

На территории Иркутской области заболеваемость кишечным иерсиниозом носит спорадический характер: в 2013–2023 гг. регистрировалось от одного до девяти случаев в год (0,04–0,38 на 100 тыс. населения), что значительно ниже результатов проведенного серологического мониторинга. Это связано с тем, что инфицированные лица с бессимптомными или легкими клиническими формами болезни не обращаются за медицинской помощью.

Серологические мониторинговые исследования имеют существенное значение для целей ретроспективной диагностики такой «недооцененной» инфекции, как кишечный иерсиниоз.

## ОЦЕНКА МНОГОЛЕТНЕЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ КЛЕЩЕВЫМИ ТРАНСМИССИВНЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ И ВЛИЯНИЕ ИНФИЦИРОВАННОСТИ ОСНОВНЫХ ПЕРЕНОСЧИКОВ

О. П. Курганова<sup>1</sup>, Е. Н. Бурдинская<sup>2</sup>, Ю. А. Натыкан<sup>2</sup>, А. Е. Вяткин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Управление Роспотребнадзора по Амурской области, Благовещенск, Россия  
<sup>2</sup>ФБУЗ Центр гигиены и эпидемиологии в Амурской области, Благовещенск, Россия

**Аннотация.** В исследовании проведен анализ многолетней заболеваемости клещевыми трансмиссивными инфекциями и изучено влияние инфицированности клещей на ее распространение. Результаты показали прямую корреляцию между частотой инфицированности клещей и числом заболевших в период разгара заболеваемости и отсутствие статистической значимости в период резкого спада заболеваемости на фоне сохраняющейся инфицированности основных переносчиков. Исследование подчеркивает важность мониторинга популяций клещей и их инфекционного статуса для эффективного прогнозирования и контроля вспышек клещевых инфекций, а также выявления возможных проблем в учете случаев заболевания и лабораторной диагностике.

## ASSESSMENT OF THE LONG-TERM INCIDENCE OF TICK-BORNE VECTOR-BORNE INFECTIONS IN THE AMUR REGION AND THE IMPACT OF INFECTION OF THE MAIN VECTORS

O. P. Kurganova<sup>1</sup>, E. N. Burdinskaya<sup>2</sup>, Yu. A. Natykan<sup>2</sup>, A. E. Vyatkin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Rospotrebnadzor in the Amur region, Blagoveshchensk, Russian Federation  
<sup>2</sup>Center for Hygiene and Epidemiology in the Amur Region, Blagoveshchensk, Russia

**Abstract.** This study analyzed the multi-year incidence of tick-borne infections and examined the impact of tick infection rates on their spread. The results showed a direct correlation between tick infection frequency and the number of cases during peak incidence periods, while no statistical significance was found during sharp declines in incidence despite the ongoing infection of primary vectors. The research emphasizes the importance of monitoring tick populations and their infection status for effective outbreak forecasting and control, as well as identifying potential issues in case reporting and laboratory diagnostics.

**Введение.** Клещевые инфекции являются важной составляющей в структуре природноочаговых болезней России и представляют серьезную проблему здравоохранения для регионов умеренного климата, особенно в весенне-летний сезон – период наиболь-



шей активности клещей. На юге Дальнего Востока отмечается циркуляция риккетсий, вызывающих клещевые риккетсиозы, боррелий (иксодовые клещевые боррелиозы) и вируса клещевого энцефалита (клещевой вирусный энцефалит) (Малхазова, 2023).

**Цель.** Выявление закономерностей между частотой инфицированности клещей и заболеваемостью в различные периоды и оценка учета случаев заболеваний.

**Материалы и методы.** Анализ заболеваемости клещевыми трансмиссивными инфекциями населения Амурской области за 2013–2023 гг. проведен по данным формы № 2 Государственной статистической отчетности «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях». За тот же период оценены параметры инфицированности переносчиков, а также сведения об обращаемости населения за медицинской помощью в связи с присасыванием клещей.

Для установления статистической связи между потенциальными факторами риска (инфицированность переносчиков, показатель пострадавших в связи с присасыванием клещей) произведены расчеты линейного коэффициента корреляции Пирсона.

**Результаты и обсуждение.** На территории Амурской области в многолетней динамике за период 2013–2023 гг. наблюдается тенденция к снижению заболеваемости клещевыми инфекциями с выраженным пиком в 2015 г. (4,83 ‰). Средний многолетний показатель составил  $2,06 \pm 0,57$  ‰ и колебался от 0,25 ‰ до 2,12 ‰.

Характерной особенностью эпидемического процесса является формирование основного фона заболеваемости в четырехлетний период (3,20 ‰ – 2013; 2,98 ‰ – 2014; 4,83 ‰ – 2015; 4,50 ‰ – 2016), что составляет 69,1 % от всех зарегистрированных случаев за 11 лет. Рассматривая инфицированность клещей, как один из основных факторов риска (5,3 ‰ – 2013; 5,8 ‰ – 2014; 12,9 ‰ – 2015; 10,2 ‰ – 2016), оценка статистической значимости между заболеваемостью клещевыми инфекциями и инфицированностью основных переносчиков (клещей) за 2013–2016 гг. показала весьма высокую корреляционную связь ( $r = 0,975 \pm 0,02$ ;  $p < 0,05$ ). Результаты расчетов в свою очередь статистически подкрепляют теоретическое наличие зависимости заболеваемости клещевыми инфекциями от инфицированности клещей. Кратное снижение заболеваемости в последующие годы (1,25 ‰ – 2017; 0,62 ‰ – 2018; 1,26 ‰ – 2019; 0,25 ‰ – 2020, 0,26 ‰ – 2021; 1,42 ‰ – 2022; 2,12 ‰ – 2023) при наличии неизменного уровня инфицированности клещей может говорить о возможном недоучете случаев клещевых инфекций.

При сравнительном анализе заболеваемости клещевыми трансмиссивными инфекциями и обращаемости населения по поводу присасывания клещей в относительных показателях (243,28 ‰ – 2013; 183,55 ‰ – 2014; 298,58 ‰ – 2015; 462,23 ‰ – 2016; 272,12 ‰ – 2017; 259,76 ‰ – 2018; 244,53 ‰ – 2019; 210,89 ‰ – 2020, 184,08 ‰ – 2021; 255,30 ‰ – 2022; 303,97 ‰ – 2023) обращает на себя внимание тот факт, что при снижении обращаемости по поводу присасывания клещей снижается регистрируемая заболеваемость на анализируемых территориях при заметной силе корреляционной связи ( $r = 0,602 \pm 0,02$ ;  $p < 0,05$ ). Таким образом, снижение случаев заболеваний клещевыми инфекциями может быть обусловлено снижением активности основных переносчиков и высокой эффективностью массированных акарицидных обработок в регионе, однако, данное заключение требует проведения дальнейших исследований.

# МЕРЫ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ БЕШЕНСТВА СРЕДИ СОБАК И КОШЕК В ЩЕЛКОВСКОМ РАЙОНЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С. В. Лаптев, А. П. Куликова

*ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –  
МВА им. К. И. Скрябина», Москва, Россия*

**Аннотация.** В Российской Федерации сохраняется опасность заболевания бешенством. Дикие плотоядные являются основными биологическими резервуарами и переносчиками возбудителя данного заболевания. В последние годы заболеваемость животных бешенством имеет тенденцию к снижению, что связано с проведением многолетней оральной вакцинации диких плотоядных. В 2019–2021 гг. на долю собак приходилось 47,1 %. Домашние кошки занимают третье место после собак и лисиц по количеству случаев заражения людей бешенством. В 2022 г. на долю кошек приходилось 20,4 %. В Щелковском районе Московской области много лесов, что говорит о целесообразности расширения программы оральной вакцинации диких плотоядных, антирабической вакцинации домашних плотоядных и сокращения численности бездомных животных. В 2023 г. в районе было отловлено 457 бездомных собак для стерилизации и вакцинации.

## MEASURES FOR THE PREVENTION OF RABIES AMONG DOGS AND CATS IN THE SHCHELKOVSKY DISTRICT OF THE MOSCOW REGION

S. V. Laptev, A. P. Kulikova

*Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. I. Skryabin,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** The Russian Federation remains at risk of rabies disease. Wild carnivores are the main biological reservoirs and carriers of the causative agent of this disease. In recent years, the incidence of rabies in animals has tended to decrease, which is due to the implementation of multi-year oral vaccination of wild carnivores. In 2019–2021, dogs accounted for 47.1 %. Domestic cats rank third after dogs and foxes in the number of human rabies infections. In 2022, cats accounted for 20.4 %. There are many forests in the Shchelkovsky district of the Moscow region, which indicates the feasibility of expanding the program of oral vaccination of wild carnivores, antirabies vaccination of domestic carnivores and reducing the number of stray animals. In 2023, 457 stray dogs were captured in the district for sterilization and vaccination.

**Введение.** Бешенство – широко распространенная природно-очаговая инфекционная болезнь человека и животных. В Российской Федерации сохраняется эпидемиологический риск заболевания бешенством. Это требует своевременной профилактической вакцинации животных против бешенства и проведения информационно-разъяснительных программ среди населения в зонах риска (Тарабукина, 2023). В настоящее время эпидемиологическая ситуация по бешенству в России остается критической. Наибольшее количество случаев приходится на Центральный регион, где высокие показатели заболеваемости (0,99) сохраняются на протяжении почти десяти лет (Анисина, 2023). Дикие плотоядные являются основными биологическими резервуарами и переносчиками возбудителя бешенства. В период 2013–2021 гг. в Российской Федерации ежегодно регистрировалось в среднем  $2312,33 \pm 752,24$  случая бешенства животных. Количество зарегистрированных случаев собачьего бешенства снижалось с 84,2 % в период с 1960 по 1994 г. до 59,9 % в период с 2007 по 2010 г. В целом доля домашних животных преобладала в период с 2018 по 2021 г. В случае с больными собаками доля некастрированных собак в период с 2020 по 2021 г. составила до 10,0 %. Собаки были источником в 39,3 % случаев бешенства у людей в 2012–2018 гг. и 47,1 % в 2019–2021 гг., при этом наибольшая доля собак приходится на 2020 г. (62,5 %) (Березина, 2023). Домашние кошки занимают третье место после собак и лисиц по количеству случаев заражения бешенством людей. В

2022 г. на долю кошек приходилось 20,4 %. Среди домашних плотоядных (кошек и собак) на долю кошек приходится 41,4 %. В 2022 г. наибольшее число зараженных кошек (17,8 %) приходится на январь, затем 8,4 % – на лето и весну (Березина, 2023).

**Цель.** Организация антирабической профилактики среди животных в Щелковском районе Московской области.

**Материалы и методы.** Исследования проводили в Щелковском районе, расположенном на северо-востоке Московской области. Его территория составляет 807 кв. км, значительную часть которой занимает Клязьминско-Мещерская низменность, упирающаяся в Клинско-Дмитровскую моренную грядку. На территории района много лесов, болот, озер и рек. В настоящее время в Щелковском районе насчитывается шесть крупных и мелких сельскохозяйственных предприятий, 14 073 личных подсобных хозяйства, 374 садоводческих товарищества. Районная программа антирабической профилактики действует по стандартной процедуре: отлов животного для стерилизации и (или) вакцинации, выпуск. Если после всех этапов животное проявляет агрессию, в целях обеспечения безопасности граждан его оставляют на пожизненное содержание в приюте.

**Результаты и обсуждение.** Ситуация с бродячими собаками довольно плачевная – за первые три месяца 2024 г. было отловлено 93 самки и 65 самцов. В 2023 г. в Щелковском районе через эту процедуру прошли 232 самца и 225 самок (457 собак). Бешенство может возникнуть в любое время года, но чаще всего вспышки заболевания происходят ранней весной и зимой. Каждый владелец домашних животных, особенно собак и кошек, должен ежегодно вакцинировать своих питомцев. Для собак используются вакцины: Rabisin, Nobivac RABIES, Eurycan DHPPI2-L, Bioveta Biocan и инъекции Rabican, а для кошек: Bioveta, Quadricat, Rabifel. Специалисты ветеринарной и санитарно-эпидемиологической служб района проводят разъяснительную работу среди населения об опасности заболевания бешенством и мерах его профилактики; организуют поквартирные обходы с целью выявления лиц, нуждающихся в вакцинации против бешенства, проверки условий содержания собак, кошек и других животных, выявления больных бешенством и животных, подозреваемых в заболевании; уничтожают больных бешенством, а также собак и кошек, подозреваемых в заражении, за исключением покусавших людей или животных, которых изолируют и содержат под наблюдением; трупы павших и умерших животных, больных бешенством, сжигают или утилизируют на предприятиях по производству мясокостной муки. Анализ риска указывает на целесообразность корректировки профилактических антирабических мероприятий путем активизации кампании по антирабической вакцинации домашних плотоядных и снижения численности бродячих животных, расширения программы оральной вакцинации диких плотоядных и мониторинга распространенности вируса в популяциях плотоядных.

# ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО СЛЕЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

А. Л. Лешкевич, П. А. Семижон

*Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», Минск, Беларусь*

**Аннотация.** Приведены сведения, отражающие функционирование системы эпидемиологического слежения в Республике Беларусь в рамках реализации Концепции национальной системы обеспечения биологической безопасности на современном этапе.

## FUNCTIONING OF THE EPIDEMIOLOGICAL MONITORING SYSTEM IN THE REPUBLIC OF BELARUS IN THE CONDITIONS OF IMPLEMENTING THE CONCEPT OF THE NATIONAL BIOLOGICAL SAFETY SYSTEM

A. L. Leshkevich, P. A. Semizhon

*Republican Centre for Hygiene, Epidemiology and Public Health, Minsk, Belarus*

**Abstract.** The article provides information reflecting the functioning of the epidemiological monitoring system in the Republic of Belarus in the context of implementing the Concept of the national biological safety system at the present time.

Складывающаяся в последние несколько лет напряженная и неблагоприятная эпидемиологическая ситуация в мире требует непрерывного совершенствования и укрепления системы эпидемиологического слежения для снижения вероятности возникновения и распространения угроз биологического характера. В этой связи для реализации государственной политики в области обеспечения биологической безопасности, направленной на защиту населения, животных, растений и окружающей среды от воздействия опасных биологических факторов, в Республике Беларусь разработана и утверждена Постановлением Совета министров Республики Беларусь от 22.03.2022 № 161 Концепция национальной системы обеспечения биологической безопасности (далее – Концепция), утвержден план мероприятий по ее реализации на 2023–2025 гг. В целях принятия управленческих решений постановлением Совета министров Республики Беларусь от 28 сентября 2023 г. № 634 утвержден состав Совета по биологической безопасности при Совете Министров Республики Беларусь, а также Положение о Совете. Первое заседание Совета состоялось 20 декабря 2023 г., по результатам которого утверждены План работы Совета на 2024 г., а также состав межведомственной экспертной группы, в которую включены представители Министерства здравоохранения Республики Беларусь (далее – Минздрав).

В целях согласования действий по обеспечению биологической безопасности в стране в 2023–2024 гг. продолжена реализация утвержденных Правительством комплексных планов мероприятий по предотвращению возникновения и распространения отдельных инфекционных заболеваний, в том числе бешенства, гриппа птиц. В феврале 2024 г. Минздравом и Министерством сельского хозяйства и продовольствия утвержден комплексный план мероприятий по профилактике сибирской язвы.

В рамках совершенствования нормативной правовой базы с 12 июля 2024 г. вступило в силу Постановление Минздрава от 15.03.2024 № 42 «Об утверждении санитарных норм и правил» – Санитарные нормы и правила «Санитарно-эпидемиологические требо-

вания к санитарной охране территории Республики Беларусь». В июле 2024 г. в связи с вступлением в силу данного постановления определены и направлены заинтересованным учреждениям для руководства в работе порядок проведения мониторинга за вибриопейзажем водных объектов на территории Республики Беларусь и комплекс мер, принимаемых в случае обнаружения в исследуемых пробах холерных вибрионов, представляющих опасность для здоровья человека.

В рамках организационно-методического сопровождения деятельности по вопросам обеспечения биологической безопасности в 2022–2024 гг. организованы и проведены ряд имитационных учений и семинаров по локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) в области общественного здравоохранения санитарно-эпидемиологического характера. В период 2022–2024 гг. активизирована информационно-образовательная работа с населением по вопросам профилактики инфекционных заболеваний с использованием всех доступных методов и средств: актуализированы соответствующие информационные материалы для размещения на интернет-сайте Государственного учреждения «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», обеспечено размещение информации на соответствующем канале в мессенджере Telegram, проведен ряд пресс-конференций в Национальном пресс-центре ко Всемирному дню борьбы с бешенством, по профилактике гриппа и других вакциноуправляемых инфекций.

Функционирующая многоуровневая национальная система эпидемиологического слежения за инфекционными и паразитарными болезнями позволила оперативно реагировать на возникшие в 2023 г. эпидемиологические риски и минимизировать распространение инфекций среди населения. Уровень общей инфекционной заболеваемости (без учета сезонного влияния острых респираторных инфекций – ОРИ, а также ветряной оспы) вернулся к допандемическому уровню. Зарегистрировано снижение или стабильная динамика показателей заболеваемости по следующим нозологическим формам: ротавирусная инфекция, лептоспироз, ОРИ, туберкулез активный, дизентерия, кишечный иерсиниоз, псевдотуберкулез, туляремия, паракклюш, менингококковая инфекция, острые вялые параличи (ОВП), геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (ГЛПС), гепатит Е, гепатиты В и С, эпидемический паротит, малярия завозная, пневмококковый менингит и другие. Не регистрировались следующие нозологические формы: брюшной тиф, паратиф, дифтерия, столбняк, полиомиелит, краснуха, бешенство, лихорадка Западного Нила, сыпной тиф, риккетсиозы, легионеллез и другие, а также случаи инфекционных заболеваний, представляющих ЧС в области общественного здравоохранения санитарно-эпидемиологического характера и требующих проведения мероприятий по санитарной охране территории.

На территории Республики Беларусь зарегистрированы природные очаги туляремии, лептоспироза, ГЛПС, являющиеся источниками внутренних угроз биологической безопасности. Согласно Концепции осуществляется мониторинг циркуляции возбудителей этих инфекционных болезней на эндемичных территориях и территориях, непосредственно к ним прилегающих, с целью своевременного принятия управленческих решений.

Таким образом, непрерывное совершенствование системы эпидемиологического слежения в рамках реализации Концепции национальной системы обеспечения биологической безопасности способствует эффективной реализации государственной политики в этой области и позволяет в полной мере контролировать и предупреждать возникновение ЧС в области общественного здравоохранения санитарно-эпидемиологического характера, а также минимизировать риски реализации угроз биологического характера.

# ХАРАКТЕРИСТИКА КЛЕЩЕВЫХ ИНФЕКЦИЙ НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «АЛХАНАЙ» ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

К. В. Лопатовская<sup>1</sup>, Р. В. Адельшин<sup>1,2</sup>, В. А. Бабаш<sup>1</sup>, Е. А. Гаранина<sup>3</sup>,  
Л. Н. Машукова<sup>3</sup>, А. О. Туранов<sup>3</sup>, Е. И. Андаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», Иркутск, Россия

<sup>3</sup>ФБУЗ Центр гигиены и эпидемиологии в Забайкальском крае, Чита, Россия

**Аннотация.** Национальный парк «Алханай» расположен в Дульдургинском районе Агинского Бурятского округа на территории Забайкальского края. Территорию национального парка отличает большое разнообразие позвоночных животных и ландшафтов. В Забайкальском крае распространены природные очаги клещевого вирусного энцефалита, иксодовых боррелиозов и сибирского клещевого тифа, основными переносчиками которых являются иксодовые клещи. В сезон 2023 г. на территории национального парка отловлено 894 экз. таежного клеща; в ПЦР исследовано 846 образцов. РНК клещевого вирусного энцефалита выявлена в 24 клещах (2,8±0,5 %), ДНК анаплазм – в 181 (21,3±1,4 %), боррелий – в 494 (58,3±1,7 %), эрлихий – в 123 (14,5±1,2 %). В результате секвенирования фрагмента гена E в 16 суспензиях иксодовых клещей определены последовательности ВКЭ байкальского (12), дальневосточного (3) и сибирского (1) субтипов. В национальном парке «Алханай» сохраняется высокий риск заражения людей клещевыми инфекциями.

## CHARACTERISTICS OF TICK-BORNE INFECTIONS FROM ALKHANAY NATIONAL PARK OF TRANS-BAIKAL TERRITORY

K. V. Lopatovskaya<sup>1</sup>, R. V. Adelshin<sup>1,2</sup>, V. A. Babash<sup>1</sup>, E. A. Garanina<sup>3</sup>,  
L. N. Mashukova<sup>3</sup>, A. O. Turanov<sup>3</sup>, E. I. Andaev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

<sup>3</sup> Center for Hygiene and Epidemiology in the Trans-Baikal Territory, Chita, Russian Federation

**Abstract.** Alkhanay National Park is located in the Duldurginsky district of Agin-Buryat Okrug in the Trans-Baikal Territory (Zabaykalsky Krai). The territory of the national park is distinguished by a wide variety of vertebrate animals and landscapes. In the Trans-Baikal Territory, natural foci of tick-borne encephalitis, ixodid tick-borne borrelioses and Siberian tick-borne typhus are widespread, the main carriers of which are ixodid ticks. 894 taiga ticks were caught in the national park in the 2023; 846 samples were examined in real-time PCR. RNA of TBEV was detected in 24 ticks, DNA of Anaplasma – 181, Borrelia – 494, Ehrlichia – 123. As a result of sequencing a fragment of the E gene in 16 suspensions of taiga ticks, the sequences of TBEV of the Baikalian (12), Far Eastern (3) and Siberian (1) subtypes were determined. In the Alkhanay National Park there remains a high risk of people becoming infected with tick-borne infections.

**Введение.** Забайкальский край расположен на территории северо-восточных районов Восточной Сибири, приуроченных к Баргузинской котловине, где представлены горно-таежные, лесостепные и пойменные ландшафты. В Забайкальском крае распространены природные очаги клещевого вирусного энцефалита (КВЭ), иксодовых боррелиозов (ИКБ) и сибирского клещевого тифа (СКТ), основными переносчиками которых являются иксодовые клещи. В общей структуре заболеваемости инфекциями, передаваемыми клещами, за многолетний период 2003–2021 гг. доли КВЭ, ИКБ и СКТ составили 38,2; 41,1 и 20,7 % соответственно (Туранов, 2022). Национальный парк «Алханай» расположен в Дульдургинском районе Агинского Бурятского округа Забайкальского края. Территорию национального парка отличает большое разнообразие позвоночных животных и

ландшафтов, проявляющихся сочетанием степи, луга, леса, скалистых гор и рек. В этом районе среднегодовалый показатель заболеваемости на 100 тыс. населения за 2012–2021 гг. составил для КВЭ, ИКБ и СКТ 2,0; 3,5 и 9,9 соответственно. Отметим, что инцидентность КВЭ в два раза ниже, ИКБ – на уровне, СКТ – выше среднего показателя по Забайкальскому краю. В настоящее время на территории национального парка выделяют ВКЭ трех субтипов: дальневосточный, сибирский и байкальский. Циркуляция байкальского субтипа впервые была обнаружена в Дульдургинском районе в 1999 г. (Андаев, 2011). В ареал байкальского субтипа входит Иркутская область, Республика Бурятия, Забайкальский край, Монголия. Ранее было показано участие байкальского субтипа в формировании очаговых форм КЭ с летальным исходом (Хаснатинов, 2012; Козлова, 2018).

**Цель.** Изучить зараженность иксодовых клещей КВЭ и ИКБ методом ПЦР в реальном времени. Провести молекулярно-генетический анализ РНК-изолятов ВКЭ, выделенных из иксодовых клещей в 2023 г. на территории национального парка. Оценить риск заражения людей, посещающих национальный парк «Алханай», инфекциями, передающимися клещами.

**Материалы и методы.** В сезон 2023 г. проводился сбор и учет клещей, а также мелких млекопитающих на территории Дульдургинского (национальный парк «Алханай») и Агинского районов Забайкальского края. Иксодовых клещей собирали на флаг 5–8 июня 2023 г. и доставляли живыми во влажных бинтах в лабораторию, где до исследования хранили при температуре – 20 °С. Было отловлено 894 экз. *Ixodes persulcatus* разного пола, собранных на флаг: 414 самцов, 452 самки и 28 нимф. Относительная численность иксодовых клещей на девяти учетных маршрутах варьировала от 17 до 74 экз. на флаго-час. Всего отработано 62,1 флаго-часа. Было отловлено 10 мелких млекопитающих из отряда грызунов на территории национального парка. Имаго клещей анализировали индивидуально, приготавливая из них суспензию в 0,5 мл физиологического раствора. Членистоногих и мелких млекопитающих исследовали на наличие генетических маркеров вируса клещевого энцефалита (ВКЭ), боррелий (ИКБ), анаплазм (ГАЧ) и эрлихий (МЭЧ) с помощью ПЦР в реальном времени с набором реагентов «АмплиСенс® TBEV, *B. burgdorferi* s. l., *A. phagocytophilum*, *E. chaffeensis/E. muris*-FL» (ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, Москва). РНК/ДНК из клещевых суспензий выделяли с помощью комплекта реагентов «АмплиПрайм® МагноПраймЮНИ», Москва; «АмплиСенс® РИБО-преп», Москва; для обратной транскрипции использовали комплект «РЕВЕРТА-L-100» (ЦНИИЭ Роспотребнадзора РФ, Москва). ПЦР-продукт гена E ВКЭ получали с помощью набора реагентов ПЦР-РВ («Синтол», Москва) и праймеров (Adelshin et al., 2019). Секвенирование ПЦР-продуктов проводили на приборе Genetic Analyzer 3500 xL (Applied Biosystems). Для выравнивания и анализа нуклеотидной последовательности использовали программу BioEdit (Hall, 1999). Генотипирование нуклеотидных последовательностей ВКЭ проводили при помощи онлайн-сервиса BLAST.

**Результаты и обсуждение.** При исследовании суспензий таежных клещей методом ПЦР в реальном времени на четыре группы патогенов маркеры одного или нескольких патогенов обнаружены более чем в половине суспензий. В ПЦР исследовано 846 (так как нимфы были пулированы по 2–7) образцов таежных клещей *I. persulcatus*. РНК ВКЭ выявлена в 24 клещах (2,8±0,5 %), ДНК анаплазм – в 181 клеще (21,3±1,4 %), ДНК боррелий – в 494 суспензиях (58,3±1,7 %), ДНК эрлихий – в 123 (14,5±1,2 %). Два патогена в разных сочетаниях одновременно встречались в 20,2 % суспензий членистоногих. Три патогена одновременно обнаружено в 5,6 % суспензий. При исследовании суспензий на все 4 патогена (ГАЧ, ИКБ, МЭЧ и ВКЭ) маркеры обнаружены в 0,3 %. Двойные ко-инфекции встречались во всех сочетаниях. Маркеры в сочетании ГАЧ+ ИКБ встречались в два раза чаще, чем остальные двойные. В тройных чаще встречались сочетания ГАЧ+МЭЧ+ИКБ, сочетаний ВКЭ+ГАЧ+МЭЧ не выявлено. Все четыре патогена определены в трех суспензиях. Анализ зараженности клещей

патогенами не выявил статистически значимых различий по полу (324 самки, 293 самца). Было проведено генотипирование клещевых суспензий, положительных на наличие маркеров ВКЭ по результатам ПЦР. В результате секвенирования фрагмента гена E и начала NS1 в 16 суспензиях иксодовых клещей определены последовательности ВКЭ байкальского ( $n = 12$ ), дальневосточного ( $n = 3$ ) и сибирского ( $n = 1$ ) субтипов. Данные РНК-изоляты байкальского субтипа оказались генетически близки к ранее изученным штаммам ВКЭ, изолированным от клещей и грызунов на территории национального парка «Алханай» и в районе г. Читы в 1999–2010 гг. (Adelshin, 2019). Сравнение выделенных РНК-изолятов ВКЭ с зарегистрированными ранее штаммами говорит о длительной циркуляции на обследованной территории ВКЭ байкальского субтипа. При исследовании 10 мозговых суспензий грызунов в ПЦР в реальном времени на четыре группы патогенов маркеры одного или более обнаружены у шести из них. РНК ВКЭ выявлена в головном мозге трех грызунов: красно-серая полевка ( $n = 2$ ) и восточноазиатская лесная мышь ( $n = 1$ ), ДНК анаплазм – у двух красно-серых полевок, боррелий – в шести грызунах (азиатский бурундук ( $n = 1$ ), красно-серая полевка ( $n = 2$ ), восточноазиатская лесная мышь (3)), эрлихий – в трех грызунах (восточноазиатская лесная мышь ( $n = 2$ ), красно-серая полевка ( $n = 1$ )). В результате секвенирования участка гена E и начала гена NS1 в одной суспензии головного мозга красно-серой полевки определена последовательность ВКЭ байкальского субтипа. Данный РНК-изолят имеет сходство 99 % со штаммом 110-01 (MN481364), полученным из суспензии клеща *I. persulcatus* из национального парка «Алханай» в 2001 г.

Для Забайкальского края характерна сочетанность природных очагов КВЭ с очагами других трансмиссивных инфекций, прежде всего клещевых боррелиозов, анаплазмозов, эрлихиозов и связанной с этим микст-патологией у населения. Для сравнения, в сезон 2022 г. исследовано 469 экз. имаго *I. persulcatus*, собранных на флаг на территории национального парка «Алханай». В ПЦР-исследовании РНК ВКЭ выявлена в 8 клещах ( $1,7 \pm 0,60$  %), ДНК анаплазм – в 59 клещах ( $12,6 \pm 1,53$ ), боррелий – в 184 суспензиях ( $39,2 \pm 2,25$  %), эрлихий – в 65 ( $13,9 \pm 1,60$  %) (Мельникова, 2023). Доля двойных ко-инфицированных составляла 85,5 %, тройных – 13 %, доля всех четырех искомым маркеров – 1,5 %, что соотносится с данными 2023 г. Порядок цифр, а также соотношение долей, выявленных групп патогенов, в выборках сопоставимы.

Таким образом, результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что на территории Забайкальского края циркулируют возбудители трансмиссивных природно-очаговых инфекций бактериальной (ИКБ, ГАЧ, МЭЧ) и вирусной (ВКЭ) этиологии. На территории национального парка «Алханай» сохраняется высокий риск заражения людей ВКЭ и боррелиозами. Для снижения эпидемического риска у людей, посещающих национальный парк, растительность в местах их предполагаемой дислокации в период сезонной активности иксодовых клещей своевременно обрабатывается разрешенными для применения акарицидными соединениями.



# МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ ОЧАГОВ КЛЕЩЕВЫХ ИНФЕКЦИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

К. В. Лопатовская<sup>1</sup>, В. А. Бабаш<sup>1</sup>, О. В. Мельникова<sup>1</sup>, Р. В. Адельшин<sup>1,2</sup>,  
Е. А. Вершинин<sup>1</sup>, Е. И. Андаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», Иркутск, Россия

**Аннотация.** Таежные клещи, собранные на разных участках Иркутской области, были исследованы на спектр трансмиссивных патогенов. Показано наличие сочетанных природных очагов инфекций, передающихся клещами. В порядке возрастания частоты встречаемости выявлены маркеры возбудителей моноцитарного эрлихиоза, клещевого энцефалита, гранулоцитарного анаплазмоза человека, иксодовых клещевых боррелиозов. Выявлены сочетания ко-инфицирований таежных клещей и их доля от общего количества: два патогена одновременно встречались в 14,7 % суспензий членистоногих; три – в 2,4 %; суспензии с сочетанием всех четырех патогенов не обнаружены. Доля клещей, содержащих в себе искомые патогены, варьировала по участкам обследуемой территории. Отмечены различия зараженности переносчиков по различным участкам Иркутской области. Генотипировано 11 РНК-изолятов вируса клещевого энцефалита сибирского субтипа (субгенотип «Васильченко»), выявлены места наибольшего риска заражения клещевыми инфекциями.

## MONITORING OF NATURAL FOCI OF TICK-BORNE INFECTIONS IN THE IRKUTSK REGION

K. V. Lopatovskaya<sup>1</sup>, V. A. Babash<sup>1</sup>, O. V. Melnikova<sup>1</sup>, R. V. Adelshin<sup>1,2</sup>,  
E. A. Vershinin<sup>1</sup>, E. I. Andaev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** Taiga ticks collected at different sites of the Irkutsk region were examined for the spectrum of vector-borne pathogens. The presence of combined natural foci of "tick-borne infections" was shown. Markers of the causative agents of monocytic ehrlichiosis, tick-borne encephalitis, human granulocytic anaplasmosis, and ixodal tick-borreliosis were identified in the order of increasing frequency of occurrence. Combinations of co-infections of taiga ticks and their proportion of the total number were revealed: two pathogens were simultaneously found in 14.7 % of arthropod suspensions, three pathogens – in 2.4 % of suspensions, suspensions with a combination of all four pathogens were not detected. The proportion of ticks containing the required pathogens varied by the sites of the surveyed territory. Differences in vector infestation in different areas of the Irkutsk region were noted. 11 RNA isolates of tick-borne encephalitis virus of Siberian subtype (subgenotype "Vasilchenko") were genotyped, and the places of the highest risk of tick-borne infections were identified.

**Введение.** На территории Иркутской области существуют сочетанные природные очаги клещевого вирусного энцефалита (КВЭ), иксодовых клещевых боррелиозов (ИКБ), моноцитарного эрлихиоза человека (МЭЧ) и гранулоцитарного анаплазмоза человека (ГАЧ), основным переносчиком которых в Восточной Сибири является таежный клещ – *Ixodes persulcatus*. Изучение современного состояния природных очагов и их мониторинг необходим для обеспечения эпидемиологического благополучия населения. КВЭ является эпидемически значимой природно-очаговой вирусной инфекцией лесной зоны Евразийского континента. В Иркутской области описана циркуляция как минимум четырех субтипов вируса клещевого энцефалита (ВКЭ): европейского, дальневосточного, байкальского и сибирского. На данной территории превалирует сибирский субтип и наблюдаются различные формы заболевания. Известно, что сибирский субтип ВКЭ является наиболее вариабельным (Мельникова, 2021).

**Цель.** Изучить зараженность иксодовых клещей возбудителями КВЭ, ИКБ, МЭЧ и ГАЧ методом ПЦР в реальном времени. Провести молекулярно-генетический анализ изолятов ВКЭ, выделенных из иксодовых клещей в 2023 г. на территории Иркутской области. Выявить территории с высокой степенью зараженности клещей.

**Материалы и методы.** Иксодовых клещей собирали на флаг в мае-июне 2023 г. на нескольких участках южных районов Иркутской области: Иркутский (Байкальский, Голоустненский, Качугский, Мельничный тракты, п. Б. Коты), Шелеховский (Култукский тракт) районы. Имаго клещей анализировали индивидуально, приготавливая из них суспензию в 0,5 мл физиологического раствора. Выделение РНК из суспензий проводили с помощью набора «РИБО-преп» (АмплиСенс, Москва), для обратной транскрипции использовали набор реагентов «РЕВЕРТА-L-100» (ЦНИИЭ Роспотребнадзора РФ, Москва). Маркеры ВКЭ, ИКБ, возбудителей МЭЧ и ГАЧ выявляли в ПЦР с помощью набора реагентов «АмплиСенс® TBEV, *B. burgdorferi* sl, *A. phagocytophilum*, *E. chaffeensis*/*E. muris-FL*» (ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, Москва) в реальном времени. Клещей анализировали на наличие антигена вируса клещевого энцефалита (АГ ВКЭ) используя иммуноферментную тест-систему для выявления АГ ВКЭ («Микроген», Томск – Москва) согласно инструкции производителя. ПЦР-продукты получали используя набор реагентов ПЦР-РВ («Синтол», Москва) и праймы (Adelshin, 2015). Полученные ПЦР-продукты секвенировали с использованием набора реактивов ABI Prism BigDye Terminator v.3.1 Cycle Sequencing Kit на приборе Genetic Analyzer 3500 xL (Applied Biosystems). Анализ и выравнивание нуклеотидной последовательности проводили в программе BioEdit v.7.0.5.3 (Hall, 1999). С 2013 по 2023 г. проводился многолетний мониторинг переносчиков ВКЭ, ИКБ, МЭЧ и ГАЧ в сочетанных очагах Иркутской области (Мельникова, 2023).

**Результаты и обсуждение.** В течение сезона активности иксодовых клещей 2023 г. проведены сбор и учет их численности на нескольких участках южных районов Иркутской области. Всего проведено 79 учетов численности иксодовых клещей. С растительности собран в общей сложности 2149 особей (имаго и нимфы) вида *I. persulcatus*. Численность таежного клеща варьировала в зависимости от места и времени проведения учета от полного отсутствия данного вида на исследуемом участке до 228 экз. на флаго-час (третья декада мая Голоустненский тракт). Минимальное среднесезонное обилие было зафиксировано на Качугском тракте. Было всего отработано 47,7 флаго-часа. На маркеры патогенов, переносимых клещами (КВЭ, ИКБ, ГАЧ, МЭЧ) методом ПЦР в реальном времени было исследовано 456 клещевых суспензий. РНК ВКЭ выявлена в 30 исследованных пробах (6,5±1,2 %), ДНК анаплазм (ГАЧ) – в 62 суспензиях (13,6±1,6 %), ДНК боррелий (ИКБ) – в 228 (50,0±2,3 %), ДНК эрлихий (МЭЧ) – в 26 (5,7±1,1 %). Рассчитаны сочетания ко-инфицированных таежных клещей и их доля от общего количества. Два патогена одновременно встречались в 14,7 % суспензий членистоногих, три – в 2,4 % суспензий, все четыре – не обнаружены. Доля клещей, содержащих в себе искомые патогены, варьировала по участкам обследуемой территории. Анаплазмы чаще встречались в членистоногих в окрестностях Байкальского тракта: в 21 % исследованных проб, эрлихии – на Култукском тракте, около 8 %. Содержание маркеров боррелий встречалось больше на Голоустненском тракте, около 60 %. Проведено генотипирование клещевых суспензий, положительных на наличие маркеров ВКЭ по результатам ИФА и ПЦР. В результате секвенирования фрагмента гена E и NS1 в 11 исследованных пробах с разных участков: п. Б. Коты ( $n = 7$ ), Байкальский ( $n = 1$ ), Голоустненский ( $n = 2$ ), Култукский ( $n = 1$ ) тракты, определены последовательности ВКЭ сибирского субтипа (субгенотип «Васильченко»). Иммуноферментным методом на наличие антигена АГ ВКЭ исследовано 1506 таежных клещей, собранных на флаг, с разных участков территории Иркутской области. В среднем по исследованным территориям зараженность *I. persulcatus* составила 0,3±0,2 %.

Прослежена многолетняя динамика инфицированности переносчиков ВКЭ, анаплазмами, боррелиями и эрлихиями в сочетанных очагах Иркутской области. Изменения инфицированности *I. persulcatus* разными возбудителями отличались по годам. Доля положительных результатов (%) исследования клещевых суспензий на КВЭ с 2013 по 2023 г. варьировала в разные годы от 0,6 % (2018, 2020, 2022 гг.) до 6,6 % в 2023 г. Минимальная доля анаплазм 8,3 % наблюдалась в 2014 и 2015 гг., боррелий – 29,9 % в 2015 г., а эрлихий – 1,8 % в 2017 г. Максимальные доли зараженности клещей анаплазмами, боррелиями и эрлихиями зарегистрированы в 2022 г. (18,4; 66,1 и 17,8 % соответственно). Наиболее высокая зараженность таежных клещей искомыми патогенами в 2023 г. наблюдалась в окрестностях Голоустненского тракта. Таким образом, показано наличие сочетанных природных очагов клещевых инфекций в лесных массивах, примыкающих к исследованным трактам, что представляет значительную эпидемиологическую опасность для отдыхающих, туристов и местного населения в период активности иксодовых клещей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АГАРА ХОТТИНГЕРА, ПРИГОТОВЛЕННОГО НА ОСНОВЕ РЫБНОГО ГИДРОЛИЗАТА

С. В. Лукьянова, Н. А. Войченко, Е. Ю. Киселева, Н. Г. Гефан, В. С. Косилко,  
В. И. Кузнецов

*ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Представлены результаты сравнительной оценки ростовых свойств двух вариантов питательной среды для культивирования чумного микроба (агара Хоттингера, pH 7,2), приготовленного на основе рыбного и мясного гидролизатов. Показано, что отработанная методика приготовления агара Хоттингера на основе рыбы дает результаты, сопоставимые с результатами, полученными на агаре Хоттингера из мясного гидролизата. Агар Хоттингера на основе рыбного панкреатического гидролизата с добавлением дрожжевого экстракта обеспечивал рост чумного микроба через 48 ч инкубации на всех агаровых пластинках при высеве 10 м. к./мл, коэффициент прорастания при высеве 100 м. к./мл составлял в среднем 1,07. Морфология колоний была типичной.

## TESTING OF HOTTINGER'S AGAR PREPARED FROM HYDROLYSATE OF FISH

S. V. Lukyanova, N. A. Voichenko, E. Yu. Kiseleva, N. G. Gefan, V. S. Kosilko,  
V. I. Kuznetsov

*Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** The results of a comparative assessment of the growth properties of two variants of a nutrient medium for the cultivation of a plague microbe (Hottinger's agar) prepared on the basis of fish and meat hydrolysates are presented. Hottinger's agar based on fish pancreatic hydrolysate with the addition of yeast extract ensured the growth of the plague microbe after 48 hours of incubation on all agar plates at seeding of 10 m. c. /ml, the germination coefficient at sowing of 100 m. c. /ml averaged 1.07. The morphology of the colonies was typical. Thus, it is shown that the proven method of preparing fish-based Hottinger's agar gives results comparable to those obtained on Hottinger's agar from meat hydrolysate.

**Введение.** Питательные среды для культивирования чумного микроба должны содержать продукты глубокого гидролиза белков: аминокислоты, пептиды. Лучшими по качеству являются среды, приготовленные из мясных и казеиновых гидролизатов: агары

Хоттингера (АХ) и Мартена, кровяной агар, казеиново-дрожжевой агар и др. (Дятлов, Кутырев, Храмов, 2012). Актуальным является собственное производство гидролизатов и питательных сред на их основе для культивирования чумного микроба, так как отечественные питательные среды (агар и бульон Хоттингера) производятся в нативном виде и не имеют регистрационных удостоверений, а среды импортного производства достаточно дороги.

В настоящее время в Российской Федерации преобладает производство сухих питательных сред на основе рыбных аутолизатов и рыбных панкреатических гидролизатов. В агаре Хоттингера производства HiMedia (Индия) также в качестве основы используется пептический гидролизат рыбной муки, в составе которого дополнительно содержатся дрожжевой экстракт и триптофан. В лаборатории питательных сред Иркутского научно-исследовательского противочумного института (Институт) разработана методика получения панкреатического мясного гидролизата (ПГМ) и панкреатического гидролизата рыбы (ПГР), где в качестве питательной основы выбрана речная рыба сорога байкальская (*Rutilus rutilus lacustris*) (Хаптанова и др., 2021).

Таким образом, разработка состава и технологии производства отечественных импортозамещающих питательных сред позволит удовлетворить потребности диагностических лабораторий в качественных и недорогих медицинских изделиях.

**Цель.** Сравнение физико-химических показателей и ростовых свойств экспериментального агара Хоттингера, приготовленного на основе гидролизата речной рыбы сороги, и агара Хоттингера, приготовленного из гидролизата мяса крупного рогатого скота.

**Материалы и методы.** Качество приготовленных питательных основ и сред оценивали по физико-химическим показателям и ростовым свойствам согласно МУ 3.3.2.2124-06, МУК 4.2.2316-08. Использовали микроорганизмы вакцинного штамма *Yersinia pestis* EV НИИЭГ и *Y. pestis* subspecies *central asiatica* И-2377 (коллекция патогенных бактерий Института). Посевы тест-штаммов инкубировали в течение 48 ч при температуре  $(28 \pm 1)$  °С, результаты роста учитывали через 24, 36 и 48 ч. Культурально-морфологические особенности колоний регистрировали с помощью светового микроскопа и оценивали в проходящем свете невооруженным глазом. Контролем служила серия АХ, предварительно прошедшая контрольные испытания.

После инкубации подсчитывали колонии и определяли коэффициент прорастания  $K_{пр}$  по формуле:  $K_{пр} = N/N_0$ , где  $N$  – среднее арифметическое числа колоний на чашке Петри с испытуемой средой,  $N_0$  – среднее арифметическое числа колоний на чашке Петри с контрольной средой. Пригодной к употреблению считается среда, если коэффициент прорастания составляет не менее 0,7 по сравнению с контрольной средой (ОФС.1.2.4.0002.18).

**Результаты и обсуждение.** Для приготовления ПГМ были использованы отходы производства мясной воды – мясные отжимы. При определении содержания аминного азота в гидролизатах показатель в ПГМ составил 0,94 %, в ПГР – 1,01 %.

На основе данных спектроскопии ядерного магнитного резонанса с помощью спектрометра Bruker AV400 определен аминокислотный состав ПГР. Показано, что гидролизат содержит такие наиболее важные для роста чумного микроба аминокислоты как валин, треонин, аргинин, лейцин, метионин, фенилаланин. Доля гистидина, тирозина и триптофана в ПГР составила 5 % (Хаптанова и др., 2021).

Было приготовлено два варианта агара по методу Хоттингера в нашей модификации с различной белковой основой: АХ № 1 – на основе ПГМ и АХ № 2 – ПГР. Для этого к основному раствору Хоттингера добавляли дистиллированную воду, корректировали кислотность раствором NaOH 10 % до pH 7,6. Добавляли дрожжевой экстракт, NaCl, агар микробиологический и кипятили 20 мин. Добавляли навеску аммония молибденовокислого. Проверяли показатель pH, который в готовой питательной среде должен составлять 7,4. Среду отстаивали в течение 30–40 мин, фильтровали через ватно-марлевый фильтр и

разливали во флаконы, после чего стерилизовали при температуре  $(121 \pm 1)$  °С в течение 30 мин.

Результаты исследований по изучению физико-химических показателей АХ выявили, что расплав среды прозрачный, допускается легкая опалесценция; рН – 7,4; прочность студня среды 531–560 г; потеря в массе при высушивании не более 7 %. Готовая питательная среда АХ № 2 имеет светло-желтый цвет в отличие от светло-коричневого цвета АХ № 1. Показатель аминного азота для АХ № 1 составлял 1,40 %, для АХ № 2 – 1,12 %. Данные показатели соответствовали требованиям, предъявляемым к плотным питательным средам для культивирования чумного микроба.

При сравнении ростовых свойств отмечено следующее: через 24 ч выращивания культуры *Y. pestis* EV НИИЭГ на всех средах наблюдали росинчатый рост колоний, не подлежащих визуальному количественному учету (размер колоний менее 0,5 мм). На вторые сутки культивирования диаметр колоний составил 0,8–1,5 мм. Морфология колоний была типичной: колонии R-формы с более темным, плотным зернистым центром и нежным светлым фестончатым краем. Следует отметить, что через 48 ч на АХ № 1 колонии тест-штамма *Y. pestis* EV НИИЭГ имели более крупные размеры (диаметр 1,2–1,5 мм), чем на АХ № 2 (0,8–1,2 мм). По коэффициенту прорастания для тест-штамма *Y. pestis* EV НИИЭГ наилучшие результаты отмечены на АХ № 1, полученном из ПГМ (в среднем 1,16). На АХ № 2 (на основе ПГР) коэффициент прорастания не превышал 0,75. По чувствительности питательной среды наилучшие показатели отмечены для АХ № 1 ( $6,7 \pm 2,51$  КОЕ из разведения  $1 \cdot 10^{-7}$  м. кл./мл) по сравнению с АХ № 2 и контролем ( $1,7 \pm 0,58$  и  $3,7 \pm 0,58$  КОЕ соответственно из разведения  $1 \cdot 10^{-7}$  м. кл./мл).

Установлено, что через 48 ч инкубации при посеве на АХ № 2 культуры тест-штамма *Y. pestis* ssp. *central asiatica* И-2377 из разведения  $1 \cdot 10^{-6}$  м. кл./мл коэффициент прорастания в среднем составлял 1,15. Диаметр колоний тест-штамма *Y. pestis* ssp. *central asiatica* И-2377 на АХ № 1 и АХ № 2 достигал 1,5–2,0 мм. При посеве на АХ № 2 из разведения  $1 \cdot 10^{-7}$  м. кл./мл наблюдали в среднем рост  $8,0 \pm 3,0$  КОЕ, что превышало аналогичные показатели для контроля и АХ № 1 ( $3,7 \pm 0,57$  и  $2,7 \pm 1,15$  КОЕ соответственно).

Таким образом, экспериментальный агар Хоттингера (рН 7,2) на основе речной рыбы сороги байкальской обеспечивает типичный рост тест-штаммов *Y. pestis* EV НИИЭГ и *Y. pestis* ssp. *central asiatica* И-2377 через 48 ч культивирования, является перспективным кандидатом для дальнейшей работы по совершенствованию питательной среды для культивирования чумного микроба.

# СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ВОПРОСАМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Е. Ю. Люкшина, Н. Л. Пичурина, Н. Е. Гаевская

*ФКУЗ Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора,  
Ростов-на-Дону, Россия*

**Аннотация.** Максимальная эффективность санитарно-противоэпидемических мероприятий по обеспечению биологической безопасности населения возможна только при комплексном подходе, сочетающем в себе готовность санитарно-эпидемиологических и медицинских учреждений и обеспечение высокого уровня профессиональной компетенции специалистов различных ведомств. Постоянное повышение квалификации по вопросам обеспечения биологической безопасности, готовности к отражению внешних и внутренних эпидемиологических рисков, диагностики актуальных инфекционных болезней для специалистов Роспотребнадзора и Министерства здравоохранения является одним из приоритетных направлений.

## A MODERN APPROACH TO THE ORGANIZATION OF A SYSTEM OF TRAINING SPECIALISTS IN BIOSAFETY

E. Yu. Lyukshina, N. L. Pichurina, N. E. Gayevskay

*Rostov-on-Don Research Anti-Plague Institute, Rostov-on-Don, Russian Federation*

**Abstract.** The maximum effectiveness of sanitary and anti-epidemic measures to ensure the biological safety of the population is possible only with an integrated approach that combines the readiness of sanitary and epidemiological and medical institutions, and ensuring a high level of professional competence of specialists from various departments. Continuous professional development on issues of ensuring biological safety, readiness to reflect external and internal epidemiological risks, diagnosis of topical infectious diseases for specialists of Rosпотребнадзор and the Ministry of Health is one of the priorities.

**Введение.** С каждым годом стремительно растет количество потенциально опасных для жизни патогенных биологических агентов (ПБА), представленных различными микроорганизмами, генно-инженерными конструкциями, прионами, токсинами, которые при использовании различных средств доставки могут явиться оружием массового поражения (Mansour, 2022). Необходима постоянная готовность к противодействию потенциальной вероятности осложнений эпидемиологической ситуации, обусловленной как внешними рисками, так и внутренними (Юдин, 2023).

В соответствии с Указом Президента РФ от 11.03.2019 № 97 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» одними из основных биологических угроз является появление новых инфекций, вызываемых неизвестными патогенами, занос редких или ранее не встречавшихся на территории РФ инфекционных и паразитарных заболеваний, возникновение и распространение природно-очаговых инфекций, спонтанная зараженность возбудителями инфекций, возврат исчезнувших инфекций.

Одной из основных задач является укрепление кадрового потенциала в этой области, совершенствование системы подготовки специалистов, повышение уровня подготовки кадров, разработка и внедрение образовательных, в том числе дополнительных профессиональных, программ (Меринова, 2022).

**Цель.** Разработка программ дополнительного профессионального образования (ДПО) с регулярной оперативной актуализацией в связи с высокой изменчивостью эпи-

демиологической обстановки, внедрение обучения с применением информационных и коммуникационных технологий, включая электронное обучение с использованием дистанционных технологий для реализации непрерывной подготовки специалистов по вопросам обеспечения биологической безопасности.

**Материалы и методы.** Программы повышения квалификации ДПО для различных категорий специалистов, программы краткосрочных семинаров и выездных семинаров.

**Результаты и обсуждение.** Специалистами ФКУЗ Ростовский-на-Дону научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора за последние годы разработан ряд программ повышения квалификации, рассчитанных на различные категории специалистов как с высшим, так и со средним медицинским образованием, с различной трудоемкостью освоения. Переход на непрерывное медицинское образование с рекомендуемым ежегодным объемом освоения программ повышения квалификации – 36 ЗЕТ, обусловило актуальность разработки новых учебных программ объемом 36 ч.

Разработаны программы: «Биологическая безопасность работ при выявлении больного/подозрительного на заболевание инфекционными болезнями, вызванными ПБА неустановленного систематического положения», «Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения при работе с возбудителями инфекционных болезней человека» для специалистов с высшим медицинским или биологическим образованием учреждений Роспотребнадзора, в том числе сотрудников управлений Роспотребнадзора по субъектам РФ, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора, специалистов медицинских организаций, а также сотрудников учреждений других ведомств. Программа «Биологическая безопасность при проведении работ с возбудителями особо опасных инфекций» для специалистов со средним образованием. Программы зарегистрированы на портале НМФО Министерства здравоохранения РФ.

Форма обучения: очная или очно-заочная с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Программы предлагают обучающимся современную информацию по вопросам биологической безопасности, связанной с распространением особо опасных инфекций: краткой микробиологии наиболее значимых возбудителей, основным этапам лабораторной диагностики с изучением нормативно-методических документов, регламентирующих правила безопасной работы с ПБА.

Также разработаны программы краткосрочных семинаров (в том числе видеоконференции и выездные циклы), продолжительностью 8 ч: для сотрудников Роспотребнадзора Ростовской области программа «Вопросы биологической безопасности при работе с возбудителями I–II групп патогенности. Эпидемиология и профилактика туляремии, сибирской язвы и другой актуальной природно-очаговой краевой патологии»; для специалистов лечебно-профилактических организаций программа «Организация и обеспечение противоэпидемической готовности к проведению мероприятий в случае завоза или возникновения ООИ при проведении массовых мероприятий», освещающая практические вопросы отбора, упаковки и транспортировки материала для клинического и микробиологического исследований, использования СИЗ; программа «Организация лабораторной диагностики инфекционных болезней, лабораторного контроля объектов окружающей среды при проведении массовых мероприятий», а также «Биологическая безопасность и обеспечение противоэпидемической готовности медицинской организации в случае заноса или возникновения заболевания, вызванного новым коронавирусом (COVID-19)».

Таким образом, оптимизация образовательного процесса за счет гибкости обучения, возможность оперативно корректировать программы подготовки специалистов с учетом меняющейся эпидемиологической обстановки, создание и внедрение информационно-коммуникативных средств и технологий с долей дистанционного обучения, обеспечивающих доступное получение новейших данных, реагируя на приоритетные профессиональные задачи, соответствует современным тенденциям в сфере дополнительного профессионального образования.

# ИЗМЕНЧИВОСТЬ D-ПЕТЛИ (КОНТРОЛЬНЫЙ РЕГИОН) МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК СЕРОГО СУРКА В ТРАНСГРАНИЧНОМ САЙЛЮГЕМСКОМ ПРИРОДНОМ ОЧАГЕ ЧУМЫ

А. В. Ляпунов<sup>1</sup>, В. М. Корзун<sup>1</sup>, А. В. Холин<sup>1</sup>, А. В. Денисов<sup>2</sup>, П. П. Санаров<sup>2</sup>,  
Е. И. Филатов<sup>2</sup>, В. В. Шеффер<sup>2</sup>, Р. Р. Юсупов<sup>1</sup>, Е. С. Полковников<sup>2</sup>,  
М. Байгалмаа<sup>3</sup>, С. Нурболат<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ФКУЗ Алтайская противочумная станция Роспотребнадзора, Горно-Алтайск, Россия

<sup>3</sup>Национальный центр зоонозных инфекций, Улан-Батор, Монголия

<sup>4</sup>Центр зоонозных инфекций Баян-Улгийского аймака, Улгий, Монголия

**Аннотация.** В Сайлюгемском природном очаге чумы, расположенном на территории Республики Алтай (Россия) и Баян-Улгийского аймака (Монголия), основным носителем возбудителя чумы основного подвида является серый сурок. Исследованы образцы мягких тканей грызунов из 13 участков на территории Республики Алтай и трех участков с монгольской стороны, собранные при эпизоотологическом обследовании территории. Фрагмент D-петли оказался достаточно вариабельным. Полученные последовательности можно разделить на шесть групп. На основании проведенного исследования митохондриального генома предварительные результаты могут свидетельствовать о тесной связи между различными пространственными группировками серого сурка в Сайлюгемском природном очаге.

## VARIABILITY OF THE D-LOOP (CONTROL REGION) OF THE MITOCHONDRIAL DNA OF THE GRAY MARMOT IN THE TRANSBOUNDARY SAILUGEMSKY NATURAL PLAGUE FOCUS

A. V. Liapunov<sup>1</sup>, V. M. Korzun<sup>1</sup>, A. V. Kholin<sup>1</sup>, A. V. Denisov<sup>2</sup>, P. P. Sanarov<sup>2</sup>,  
E. I. Filatov<sup>2</sup>, V. V. Sheffer<sup>2</sup>, R. R. Yusupov<sup>1</sup>, E. S. Polkovnikov<sup>2</sup>, M. Baygalmaa<sup>3</sup>,  
S. Nurbolat<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Altai Anti-Plague Station, Gorno-Altai, Russian Federation

<sup>3</sup>National Center for Zoonotic Diseases, Ulaanbaatar, Mongolia

<sup>4</sup>Center of Zoonotic Infections in Bayan-Ulgii Aimag, Ulgii, Mongolia

**Abstract.** In the Sailyugem natural plague focus located on the territory of the Altai Republic (Russia) and in the Bayan-Ulgii aimag (Mongolia) the main carrier of the plague causative agent of the main subspecies is the gray marmot. Samples of soft tissues of rodents from 13 sites on the territory of the Altai Republic and 3 sites on the Mongolian side, collected during an epizootological survey of the territory, were studied. The D-loop fragment turned out to be quite variable. The obtained sequences can be divided into six groups. Based on the study of the mitochondrial genome, preliminary results may indicate a close connection between various spatial groups of the gray marmot in the Sailyugem natural focus.

**Введение.** Серый сурок *Marmota baibacina* является основным носителем возбудителя чумы основного подвида *Yersinia pestis* ssp. *pestis* в Сайлюгемском природном очаге чумы, расположенном на территории Республики Алтай (Россия) и в Баян-Улгийском аймаке (Монголия). Этот грызун является объектом традиционного промысла населения по обе стороны границы и, соответственно, основным источником заражения человека чумным микробом. Изучение генетического разнообразия серого сурка на разных участках очага позволит оценить пространственную структуру населения этого животного в Юго-Восточном Алтае и Северо-Западной Монголии.



**Цель.** Изучение генетического разнообразия серого сурка на разных территориях трансграничного Сайлюгемского природного очага чумы.

**Материалы и методы.** Исследованы образцы мягких тканей серых сурков, собранные при эпизоотологическом обследовании трансграничного Сайлюгемского природного очага чумы. На территории РФ материал получен, как правило, при добыче животных (спиртованный фрагмент ушной раковины), а на территории Монголии от найденных павших сурков (спиртованные мумифицированные фрагменты мягких тканей).

Нуклеиновые кислоты выделяли с помощью комплекта реагентов «РИБО-преп» (торговая марка АмплиСенс®). ПЦР-продукты получали с помощью набора реагентов ПЦР-РВ («Синтол», Москва) и четырех пар праймеров: к фрагменту гена цитохрома *b* – L14115 (CGAAGCTTGATATGAAAAACCATCGTTG) и L14532 (GCAGCCSCTCAGAATGATATTTGTCCAC), к фрагменту D-петли (контрольный регион) – СВТ (CCGCCATCAACACCCAAAGCTG) и MR1 (CCCTGAAGTAAGAACCAGATGCCTG) (Morzunov et al., 1998), к фрагменту гена цитохром-С-оксидазы митохондрий (COX1) – LCO1490 (GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG) и HCO2198 (TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA) (Folmer et al., 1994), к фрагменту большой субъединицы рибосомальной РНК митохондрий (16S) LR-J-13007 TTACGCTGTTATCCCTAA и LR-N-13398 CGCCTGTTTATCAAAAACAT (Simon et al., 1994). Температурный профиль реакции: начальная денатурация – 15 с при 98 °С; 35 циклов – 94 °С – 30 с, 52 °С – 20 с, 72° С – 1 мин; финальная элонгация – 72 °С – 4 мин. Объем реакционной смеси – 25 мкл. Полученные ПЦР-продукты визуализировали в 1,0%-ном агарозном геле и затем подвергали ферментативной очистке набором ExoSAP-IT Express (Thermo FS). Секвенирование проведено с набором реактивов ABI Prism BigDye Terminator v.3.1 Cycle Sequencing Kit на приборе Genetic Analyzer 3500 xL (Applied Biosystems). Анализ и выравнивание нуклеотидных последовательностей проводили в программе BioEdit. Таксономическую принадлежность последовательностей определяли с помощью онлайн-сервиса BLAST путем сравнения их с образцами из GenBank.

**Результаты и обсуждение.** Исследованы сурки из 13 участков на территории Республики Алтай (17 особей) и трех участков с монгольской стороны (три особи). Участки эпизоотологического обследования с российской части очага: середина р. Бар-Бургазы, вершина р. Большие Шибеты, вершина р. Бугузун, Джазатор, Калгуты, окрестности озер Караколь-Нур и Зерлюколь-Нур, окрестности оз. Кындыктыкюль, Оюм-Шибе, вершина р. Тархата, Урочище Ташанта, вершина р. Уландрык, правый берег р. Чаган-Бургазы, Юстыд. Участки с монгольской части: Бухан-Толгой, Сонгинот, Шине-Дава.

Как показал анализ, участки митохондриальной ДНК, наработанные с праймерами к фрагменту гена цитохрома *b* (около 430 п. н.), гена цитохром-С-оксидазы митохондрий (около 420 п. н.) и к фрагменту большой субъединицы рибосомальной РНК митохондрий (около 450 п. н.) для исследованных образцов были идентичными как с российской стороны очага, так и с монгольской. Поэтому эти пары праймеров будут эффективными лишь для таксономической идентификации, например, в тех случаях, когда определение вида по морфологическим критериям затруднено или вызывает сомнение.

В то же время участок, наработанный с праймерами к фрагменту D-петли (около 500 п. н.), оказался достаточно вариабельным. Полученные последовательности (20 шт.) можно разделить на шесть групп: в одной группе 8 последовательностей, во второй и третьей по 4, в четвертой – 2, а пятая и шестая представлены уникальными последовательностями. Последовательности из второй, третьей и четвертой групп отличаются от первой на одну нуклеотидную замену, образец из участка Калгуты на три замены, а из участка Окрестности озер Караколь-Нур и Зерлюколь-Нур на пять замен.

Группа 1 (moda): середина р. Бар-Бургазы (PP582721, PP582722), правый берег р. Чаган-Бургазы (PP357269), окрестности озера Кындыктыкюль (PP395560), Оюм-Шибе (PP378515), Юостыд (PP395561), вершина р. Большие Шибеты (PP582720) и Бухан-Толгой (PP722683).

Группа 2 (cytosine/thymine 259\* – здесь и далее указаны позиции, в которых обнаружены замены нуклеотидов при сравнении с последовательностями группы moda): вершина р. Уландрык (PP579566), правый берег р. Чаган-Бургазы (PP579567, PP395564) и Джазатор (OR745310).

Группа 3 (thymine/cytosine 263): вершина р. Уландрык (PP579565), урочище Ташанта (PP395562), вершина р. Бугузун (PP395563) и Шине-Дава (PP357268).

Группа 4 (adenine/guanine 267): вершина р. Тархата (PP378516) и Сонгинот (PP950762).

Группа 5 (cytosine/adenine 216, cytosine/thymine 257, thymine/cytosine 263): Калгуты (OR745309).

Группа 6 (guanine/adenine 58, adenine/guanine 80, cytosine/thymine 232, cytosine/thymine 259, thymine/adenine 338): окрестности озер Караколь-Нур и Зерлюколь-Нур (PP395560).

На основании проведенного исследования митохондриального генома предварительные результаты могут свидетельствовать о тесной связи между различными пространственными группировками серого сурка в Сайлюгемском природном очаге. Также можно отметить некоторую степень изоляции от популяции из долины р. Улагчин-Гол, исследованной коллегами (Brandler et al. 2021) в 180 км к юго-юго-востоку от города Улгий (9 образцов, собраны в 2007–2009 гг.). Это может быть связано как с расстояниями между местами отбора образцов, так и с тем, что между исследованиями прошло около 15 лет, и в результате колебаний численности могли произойти изменения генотипической структуры.

Для получения более полной картины о генотипической структуре популяций основного носителя чумного микроба необходимо увеличение объема выборки, а также возможно, исследование других вариативных участков генома, например, ITS-регионов.

## ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЯ РОДА *CERVUS* ПО СТАРОМУ РОГУ, НАЙДЕННОМУ НА ОСТРОВЕ АСКОЛЬД

А. В. Ляпунов<sup>1</sup>, А. Д. Федосов<sup>1</sup>, Т. В. Зверева<sup>2</sup>,  
Н. А. Кайсарова<sup>2</sup>, А. Я. Никитин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ФКУЗ Приморская противочумная станция Роспотребнадзора, Уссурийск, Россия

**Аннотация.** Идентификация видового состава носителей зоонозных заболеваний – одна из задач сотрудников зоолого-паразитологических подразделений. Иногда определение вида по морфологическим признакам затруднено. Для решения проблемы можно использовать молекулярно-генетические методы. Представлены результаты исследования внутренней губчатой ткани рога оленя (предположительно род *Cervus*). Рог найден на острове Аскольд в 2023 г. при проведении эпизоотологического обследования. Установлено, что рог принадлежал пятнистому оленю – *C. nippon*. Митохондриальный геном особи может принадлежать подвиду *C. nippon mantchuricus* – пятнистый олень Дыбовского. Проведенная работа показала возможность таксономической идентификации копытных по костным останкам, найденным в естественной среде обитания, с использованием средств, имеющихся в Иркутском противочумном институте.

# TAXONOMIC IDENTIFICATION OF A REPRESENTATIVE OF THE GENUS CERVUS BY AN OLD HORN FOUND ON ASKOLD ISLAND

A. V. Liapunov<sup>1</sup>, A. D. Fedosov<sup>1</sup>, T. V. Zvereva<sup>2</sup>, N. A. Kaisarova<sup>2</sup>, A. Ya. Nikitin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Primorye Anti-Plague Station, Ussuriysk, Russian Federation

**Abstract.** Identification of the species composition of carriers of zoonotic diseases is one of the tasks of employees of zoological and parasitological departments. Sometimes identifying a species based on morphological characteristics is difficult. To solve the problem, molecular genetic methods can be used. The paper presents the results of a study of the internal spongy tissue of the antler of a deer (presumably the genus *Cervus*). The horn was found on Askold Island in 2023 during an epizootological survey. It has been established that the horn belongs to a sika deer – *C. nippon*. The mitochondrial genome of an individual may belong to the subspecies – Dybowski's sika deer (*C. nippon manchuricus*). The carried out work showed the possibility of taxonomic identification of ungulates based on bone remains found in their natural habitat using the tools available at the Irkutsk Anti-Plague Institute.

**Введение.** Западная часть о. Аскольд (Россия, Приморский край, Залив Петра Великого: 42.7626° N, 132.3141° E) была обследована 17 мая 2023 г. Остров имеет гористый рельеф и представляет собой подковообразно изогнутый высокий хребет с крутыми каменистыми склонами, которые покрыты широколиственными лесами (с западной стороны в основном кленом мелколистным). Площадь о. Аскольд около 14 км<sup>2</sup>. На острове есть несколько пресных родников, нет постоянно проживающего населения, и он до настоящего времени относительно мало посещается людьми.

Даже кратковременное пребывание на о. Аскольд свидетельствует о наличии на нем поголовья оленей, отсутствующих на других островах Приморья (Шереметьев, 2001; Зверева и др., 2022; Никитин и др., 2022), а на материке сосредоточенных в немногочисленных оленеводческих хозяйствах и единично повсеместно обитающих в лесах. На склонах сопок о. Аскольд нами отмечено до 15 особей этих млекопитающих, скопления помета, труп одного животного, найден рог, предположительно принадлежащий представителю рода настоящих оленей (*Cervus*). Осмотр рога позволил зоологам по его внешним признакам (налет из одноклеточных водорослей, поврежденные мышевидными грызунами кончики рогов) высказать предположение, что он в течение 2–3 лет находился в естественных условиях под воздействием внешних факторов.

Популяции пятнистых оленей на островах залива Петра Великого имеют сложную судьбу. Их неоднократно завозили сюда еще во времена Российской империи (XIX в.) для создания пантовых хозяйств. В годы Гражданской войны и интервенции (1917–1922), а затем во время Великой Отечественной войны (1941–1945) численность оленей на островах резко снизилась. В послевоенные годы работы по разведению оленей были возобновлены. В настоящее время в России этот вид оленей разводят на фермах в Приморье, на Алтае и Кавказе ради получения пантов. По имеющейся в СМИ информации, в 2018 г. на о. Аскольд приморский предприниматель завез 300 оленей двух видов: пятнистого – *Cervus nippon* Temminck, 1838 и благородного *C. elaphus* Linnaeus, 1758. Тогда же предприниматель сообщил о планах завезти оленей и на соседний о. Путятина, куда в 2021 г. была завезена первая партия этих животных.

**Цель.** На примере материала с о. Аскольд оценить возможность таксономической идентификации копытных животных молекулярно-генетическими методами по костным останкам.

**Материалы и методы.** Для установления таксономической принадлежности найденного рога проведено молекулярно-генетическое исследование. Отметим, что до начала работы образец в течение 12 месяцев хранили в помещении при комнатной температуре. ДНК выделяли из внутренней губчатой ткани, взятой в верхней

части рога, с помощью комплекта реагентов «РИБО-преп» (торговая марка Ампли-Сенс®) согласно инструкции производителя с изменениями (этап лизиса тканей был увеличен с 5 до 10 мин). ПЦР-продукты получены с помощью набора реагентов ПЦР-РВ («Синтол», Москва) и праймеров к фрагменту гена цитохрома *b* – L14115(CGAAGCTTGATATGAAAAACCATCGTTG) и L14532(GCAGCCCCTCAGAATGATATTTGTCCAC). Температурный профиль реакции: начальная денатурация – 15 с при 98 °С; 35 циклов – 94 °С – 30 с, 52° С – 20 с, 72° С – 1 мин; финальная элонгация – 72° С – 4 мин. Полученные ПЦР-продукты визуализировали в 1 % агарозном геле и затем подвергали ферментативной очистке набором ExoSAP-IT Express (Thermo FS). Секвенирование проводили с использованием набора реактивов ABI Prism BigDye Terminator v.3.1 Cycle Sequencing Kit на приборе Genetic Analyzer 3500 xL (Applied Biosystems). Анализ и выравнивание нуклеотидных последовательностей проводили в программе BioEdit. Таксономическую принадлежность полученной последовательности определяли с помощью онлайн-сервиса BLAST путем сравнения их с образцами из GenBank.

**Результаты и обсуждение.** Нарботанный фрагмент гена цитохрома *b* был секвенирован (410 п. н.), депонирован в GenBank (PP966931) и сопоставлен с нуклеотидными последовательностями, имеющимися в этой базе данных. В результате анализа установлено, что найденный рог принадлежит пятнистому оленю – *C. nippon*. При этом обнаружено, что митогеном данной особи может принадлежать подвиду – пятнистый олень Дыбовского, который был описан в 1864 г. Робертом Суинхо (*C. nippon manchuricus* R. Swinhoe, 1864). В ряде источников для обозначения этого подвида используют синонимы *C. nippon hortulorum* Swinhoe, 1864 или *C. nippon dybowskii*. Данный подвид пятнистого оленя считается самым крупным и является одним из тех, который наряду с японскими подвидами был ввезен во многие страны мира и, прежде всего, Европы (1890–1930 гг.) для разведения как в неволе для получения мяса и пантов, так и для вольного содержания в качестве объекта охоты (Apollonio et al., 2010). В настоящее время по негативному воздействию на экосистемы Европы вид входит в тройку вредных для окружающей среды и экономики интродуцированных млекопитающих наряду с серой крысой и ондатрой.

При сопоставлении полученной нами последовательности ДНК с имеющимися в базе данных установлено, что она имеет 100 %-ое совпадение с образцом от особи из хозяйства в Чехии (JF893492), которая, возможно, является потомком одного из животных, завезенных в 1891 г. (Bartoš, 2009). Также фрагмент гена цитохрома *b* идентичен таковым от особей из популяций северо-восточных районов Китая (DQ191158, KR868807, OP834097) (Shao et al., 2016) и Новой Зеландии (KF317926) (Ramón-Laca et al., 2014).

Считают, что олени могут быть основными прокормителями трех фаз развития *Haemaphysalis longicornis* Neumann, 1901 (Трофименко, 1966; Худяков, 1968; Колонин, 1986; Филиппова, 1997). Этот вид клещей интересен тем, что является переносчиком таких вирусов, как Хасан, Хуаянганшан, Сихотэ-Алинь, Повассан, тяжелой лихорадки с тромбоцитопеническим синдромом, клещевого вирусного энцефалита и др. (Белов и др., 2019; Андаев и др., 2021). При увеличении поголовья оленей и очередного этапа завоза этих животных на острова возможен рост численности и экспансии *H. longicornis* на новые территории. В частности, ранее подобное наблюдали на о-вах Большой Пелис и Путьятина, а также неоднократно на материке (Худяков, 1968; Колонин, 1986; Зверева и др., 2022). Соответственно возрастет и вероятность инфицирования людей, проживающих либо посещающих острова, инфекциями, ассоциированными с иксодовыми клещами.

Идентификация видового состава прокормителей переносчиков трансмиссивных инфекций имеет важное значение для предварительной косвенной оценки возможности инвазий опасных членистоногих, формирования природных очагов тех или иных зоонозов. Проведенная работа показала возможность таксономической идентификации копытных по костным останкам, найденным в естественной среде обитания, с использованием имеющихся в Иркутском противочумном институте реактивов и оборудования.

# ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИПА СТАБИЛИЗАТОРА НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МАГНИТНЫХ МИКРОЧАСТИЦ FeO В ИММУНОФЕРМЕНТНОМ АНАЛИЗЕ

Д. Г. Маглакелидзе, А. С. Геогджаян, И. В. Жарникова

*ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора, Ставрополь, Россия*

**Аннотация.** Представлено исследование по влиянию типа стабилизатора на чувствительность магнитных микрочастиц FeO в иммуноферментном анализе (ИФА). Магнитные микрочастицы получали методом химического осаждения из сульфата железа. В качестве стабилизаторов выступали лаурилсульфат натрия, лимонная кислота, цитрат натрия, поливинилпирролидон К 15 и полиэтиленгликоль 6000. Полученные магносорбенты иммобилизовали с помощью иммуноглобулинов класса G, выделенных из гипериммунной туляремийной сыворотки. Чувствительность полученных магноиммуносорбентов проверяли в ИФА. Установлено, что наибольшее значение отношения оптической плотности образца к отрицательному контролю наблюдалось в образце с лимонной кислотой и лежало в диапазоне от 1,5 до 2,1. Так, адсорбированные молекулы лимонной кислоты на поверхности микрочастиц позволили увеличить чувствительность путем образования комплекса FeO-лимонная кислота-иммуноглобулины, что подтверждается результатами ИФА.

## STUDYING THE INFLUENCE OF THE TYPE OF STABILIZER ON THE SENSITIVITY OF MAGNETIC MICROPARTICLES OF FeO IN ENZYME-LINKED IMMUNOSORBENT ASSAY

D. G. Maglakelidze, A. S. Geogdzhayan, I. V. Zharnikova

*Stavropol Anti-Plague Research Institute, Stavropol, Russian Federation*

**Abstract.** This paper presents a study on the effect of the type of stabilizer on the sensitivity of FeO magnetic microparticles in enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Magnetic microparticles were obtained by chemical deposition from iron sulfate. The stabilizers were sodium lauryl sulfate, citric acid, sodium citrate, polyvinylpyrrolidone K15 and polyethylene glycol 6000. The resulting magnosorbents were immobilized using class G immunoglobulins isolated from hyperimmune tularemia serum. The sensitivity of the resulting magnosorbents was tested by ELISA. It was found that the highest value of the ratio of the optical density of the sample to the negative control was observed in the sample with citric acid and ranged from 1.5 to 2.1. Thus, adsorbed citric acid molecules on the surface of microparticles made it possible to increase sensitivity by forming a FeO-citric acid-immunoglobulins complex, which is confirmed by ELISA results.

**Введение.** В последние десятилетия значительное внимание научного сообщества привлекает разработка и применение в различных областях биотехнологии и медицины магнитных микрочастиц, обладающих уникальными физико-химическими свойствами. Одним из таких направлений является использование магнитных микрочастиц в иммуноферментном анализе (ИФА), который является важным инструментом для диагностики заболеваний, мониторинга терапевтических процессов и проведения научных исследований (Тюменцева, 2015). Среди различных типов магнитных микрочастиц особое место занимают магносорбенты (МС) на основе оксида железа (FeO), обладающие высокими магнитными характеристиками и биосовместимостью.

Магнитные микрочастицы FeO используют в ИФА для увеличения чувствительности и специфичности анализа, что достигается благодаря их способности к целенаправленному связыванию с биологическими молекулами и быстрому отделению под действием внешнего магнитного поля (Камзин, 2018). Однако ключевым аспектом успешного применения магносорбентов является выбор подходящего стабилизатора, который предотвращает агрегацию частиц, обеспечивает их стабильность в растворе и улучшает взаимодействие с целевыми молекулами.

В свою очередь стабилизаторы, применяемые для функционализации магнитных микрочастиц, играют критическую роль в определении их физико-химических свойств и биологической активности. Различные типы стабилизаторов, такие как полимеры, поверхностно-активные вещества, белки и органические молекулы, могут существенно влиять на размер частиц, их заряд, биосовместимость и способность к специфическому связыванию с антителами или антигенами. В связи с этим изучение влияния различных стабилизаторов на чувствительность МС в ИФА является важной научной задачей, направленной на оптимизацию условий анализа и повышение его эффективности.

**Цель.** Изучение влияния типа стабилизатора на чувствительность магнитных микрочастиц FeO в ИФА.

**Материалы и методы.** В ходе работы получили образцы магнитных микрочастиц FeO, выступающие в качестве магносорбента при постановке ИФА. Для этого при комнатной температуре в 0,2 М раствор сульфата железа по каплям добавляли 25 % раствор гидроксида калия. После чего систему нагревали до кипения и перемешивали в течение 10–15 мин. Далее при кипении в образцы добавляли различные типы стабилизаторов частиц, в качестве которых выступали: анионное поверхностно-активное вещество лаурилсульфат натрия (SLS), лимонная кислота, цитрат натрия, поливинилпирролидон К 15 (ПВП) и полиэтиленгликоль 6000 (ПЭГ). Полученные магнитные частицы отмывали методом декантации с использованием дистиллированной воды, после чего высушивали при 50 °С. Для получения магноиммуносорбентов (МИС) из образцов МС использовали иммуноглобулины класса G (IgG), выделенные из гипериммунной туляремийной сыворотки каприловым методом (Тюменцева, 2008).

Далее чувствительность полученных МИС изучали с помощью ИФА на следующих культурах гомологичных штаммов: *Francisella tularensis* Miura, *F. tularensis* 890 Аз, *F. tularensis* 15 НИИЭГ, выращенных на Ft-агаре в течение 24 ч при 37 °С, инактивированных хлороформом. Штаммы имели типичные культурально-морфологические и биохимические свойства.

Постановку ИФА проводили в двукратной повторности с применением метода селективного концентрирования возбудителя туляремии на иммобилизованных магнитных частицах с последующей инкубацией при использовании иммунопероксидазного туляремийного конъюгата, отмывкой от несвязавшихся компонентов, введением хромогенного иммуногистохимического субстрата – тетраметилбензидина (ТМБ) (Тюменцева, 2017). При этом в образцы, предназначенные для отрицательного контроля, вносили раствор фосфатно-солевого буферного раствора (ФСБ) с альбумином-твином (ФСБ-АТ) без добавления взвесей туляремийного микроба.

Фиксацию оптической плотности образцов при длине волны  $\lambda = 450$  нм проводили методом фотометрии на приборе Multiskan FC (Thermo Fisher Scientific, США). Основным выходным параметром эксперимента стала величина  $K_D$ , показывающая отношение оптической плотности исследуемого образца ( $D_n$ ) к оптической плотности образца отрицательного контроля ( $D_k$ ).

**Результаты и обсуждение.** Установлено, что в ходе экспериментов с чистыми обеззараженными культурами *F. tularensis* наблюдались положительные результаты в ИФА при наличии в объеме пробы  $1 \cdot 10^3$ – $1 \cdot 10^4$  м. к./мл и выше. Анализ полученных результатов показал, что величина  $K_D$  образца без использования стабилизатора составила  $K_D < 0,9$ ; для образцов с использованием ПЭГ, SLS лежала в диапазоне  $0,9 < K_D < 1,1$ ; для образцов с ПВП и цитратом натрия –  $1,1 < K_D < 1,5$ ; для образцов с лимонной кислотой –  $1,5 < K_D < 2,1$ .

Дело в том, что адсорбированные молекулы лимонной кислоты на поверхности FeO не только препятствуют агрегации частиц, но и способствуют увеличению сорбирующей способности магносорбентов по отношению к иммуноглобулинам (Мильто, 2014). При этом процесс иммобилизации МС сопровождается образованием комплекса между магносорбентом и белком при взаимодействии заряженных карбоксильных групп адсорбированных молекул лимонной кислоты на поверхности оксида железа, а также амино-

групп иммуноглобулина. В свою очередь дополнительная модификация поверхности FeO отрицательно заряженными группами лимонной кислоты позволила увеличить чувствительность МС, что подтверждается результатами фотометрии во время постановки ИФА.

Таким образом, эффективным стабилизатором для получения магнитных частиц является лимонная кислота. В дальнейшем планируются исследования по влиянию технологических параметров на эффективность (аналитическая чувствительность и аналитическая специфичность) МИС с целью поиска оптимальной технологии для диагностики патогенов при постановке ИФА.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ *YERSINIA PESTIS* С АМЕБАМИ И НЕМАТОДАМИ ИЗ ГОРНО-АЛТАЙСКОГО ВЫСОКОГОРНОГО ПРИРОДНОГО ОЧАГА ЧУМЫ

М. А. Макашова, Е. Г. Оглодин, Н. А. Шарапова, Г. А. Ерошенко

ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов, Россия

**Аннотация.** *Yersinia pestis* античного биовара филогенетической линии 4. ANT способен выживать в ассоциации с амебами *Acanthamoeba castellanii* на протяжении 22 месяцев без потери основных свойств и вирулентности. Штаммы 4. ANT могут образовывать биопленки на кутикуле свободноживущих нематод *Panagrolaimus* sp. и конгломераты клеток в их пищеварительном тракте в отсутствие значимого влияния на продолжительность жизни нематод. Полученные данные свидетельствуют об участии почвенной микрофауны в персистенции и распространении *Y. pestis* в почвенном биоценозе и предполагают ее возможную роль в проявлении эпизоотической активности в очагах чумы.

## INTERACTION OF *YERSINIA PESTIS* WITH AMOEBAS AND NEMATODES FROM THE GORNO-ALTAI HIGH-MOUNTAIN PLAGUE FOCUS

M. A. Makashova, E. G. Oglodin, N. A. Sharapova, G. A. Eroshenko

Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation

**Abstract.** *Yersinia pestis* biovar *antiqua*, phylogenetic line 4. ANT can survive in association with amoebae *Acanthamoeba castellanii* for 22 months without losing its main properties and virulence. 4. ANT strains can form biofilms on the cuticle of free-living nematodes *Panagrolaimus* and cell conglomerates in their digestive tract in the absence of a significant effect on the lifespan of nematodes. The data obtained indicate the participation of soil microfauna in the persistence and spread of *Y. pestis* in the soil biocenosis and suggest its possible role in the manifestation of epizootic activity in plague foci.

**Введение.** Важным направлением исследований возбудителя чумы *Yersinia pestis*, является изучение особенностей экологии и механизмов сохранения в течение межэпизоотических периодов в природных очагах. Во время эпизоотий клетки возбудителя чумы с трупами носителей и переносчиков попадают в почву, густонаселенную бактериоцидными амебами и нематодами, способными оказывать влияние на жизненный цикл *Y. pestis* и обеспечить персистенцию в очагах (Литвин, 2003; Попов и др., 2007; Кутырев и др., 2009; Laudisoit, 2009). Для изучения взаимодействий возбудителя чумы с почвенной микрофауной могут быть использованы высоковирулентные и эпидемически значимые штаммы *Y. pestis* основного подвида античного биовара филогенетической линии 4. ANT, простейшие и нематоды, выделенные на территории одного биоценоза активного в настоящее время Горно-Алтайского высокогорного очага чумы.

**Цель.** Изучить взаимодействия *Y. pestis* филогенетической линии 4. ANT с микрофауной почвенных биоценозов Горно-Алтайского высокогорного очага чумы.

**Материалы и методы.** В работе использовали 39 штаммов и 95 полногеномных последовательностей *Y. pestis* античного биовара 1928–2020 гг. выделения из различных регионов мира. Свойства штаммов *Y. pestis* изучали по стандартным методикам (Онищенко, Кутырев, 2013), питательные потребности определяли на минимальном агаре Difco с добавлением определенных аминокислот (Куклева и др., 2013). Аксенические культуры амёб и нематод выделяли из почв Горно-Алтайского очага чумы в 2016 г. Изучение взаимодействий с почвенной микрофауной проводили в климатической камере KBF 720 (Binder, Германия) при 22 °C и влажности 60,0 % с использованием флуоресцентного штамма *Y. pestis* KM2083 филогенетической линии 4. ANT, содержащего плазмиду pTurboGFP-V. Совместное культивирование *Y. pestis* с амёбами проводили в буфере АВ в различных соотношениях концентраций (от 0,1 до 3 КОЕ на одну амёбу) при концентрации амёб в образцах  $1 \cdot 10^3$  клеток/мл. Контрольным образцом являлся штамм *Y. pestis* KM2083 в концентрации  $1 \cdot 10^3$  КОЕ/мл в буфере АВ в отсутствие клеток амёб. Для анализа выживаемости нематод на плотной среде NGM с газоном штамма *Y. pestis* KM2083 культивировали 40 особей (стадия L4) в течение 24 ч с последующим переносом на газоны *E. coli* OP50 и культивированием на протяжении 14 дней, в качестве контроля использовали нематод, выращиваемых на газоне *E. coli* OP50. Паразитические нематоды блох добыты в Тувинском горном очаге чумы в 2018 г. и поступили для исследования в законсервированном состоянии. Таксономическое положение обнаруженных в них бактерий определяли на основе анализа генов 16S рибосомальной РНК и гена домашнего хозяйства *recA*.

**Результаты и обсуждение.** По данным сравнения свойств штаммов античного биовара разных филогенетических линий установлено, что штаммы *Y. pestis* линии 4. ANT обладают типичными для античного биовара биохимическими свойствами и общими для всех штаммов основного подвида питательными потребностями в фенилаланине, метионине и треонине, но отличаются присутствием штаммов, не нуждающихся в цистеине, в то время как для других групп штаммов античного биовара цистеин является необходимым фактором роста. При сравнении последовательностей 59 генов метаболических путей серы и цистеина штаммов *Y. pestis* античного биовара в 14 генах выявлено 19 мутаций, для большинства филогенетических групп характерен определенный набор мутаций в этих генах. Полученные данные о необходимых факторах роста штаммов *Y. pestis* были учтены в экспериментах с почвенной микрофауной.

В почвах нор грызунов Горно-Алтайского высокогорного очага чумы при анализе последовательной генов рибосомальных РНК установлено присутствие простейших *Acanthamoeba castellanii* и *Dictyostelium sphaerocephalum*, свободноживущих нематод рода *Panagrolaimus* и семейства Diplogasteroidae. При совместном культивировании *Y. pestis* филогенетической линии 4. ANT с *A. castellanii* в отсутствие необходимых для возбудителя чумы аминокислот по истечении восьми дней с начала эксперимента в образцах были отмечены колебания концентраций во всех образцах, наиболее явно проявившиеся через один и пять месяцев от начала сокультивирования, которые свидетельствуют об использовании питательных ресурсов амёб бактериальными клетками для размножения. Установлена способность возбудителя чумы сохраняться в ассоциации с амёбами *A. castellanii* в отсутствие питательных веществ в течение 22 месяцев без изменения свойств и потери вирулентности. Кроме того, выявлена способность *Y. pestis* филогенетической линии 4. ANT к формированию биопленки на кутикуле свободноживущих нематод *Panagrolaimus spp.* в области хвоста и половых органов и образованию конгломератов клеток в пищеварительном тракте круглых червей в отсутствие значимого влияния на продолжительность жизни нематод. Полученные данные расширяют представления об участии почвенной микрофауны в персистенции и распространении возбудителя чумы в почвенном биоценозе и их роли в активизации эпизоотических процессов.



При сравнении последовательностей генов рибосомальных РНК нематод, паразитирующих в блохах *Citellophilus tesquorum* и *Frontopsylla elatoides* в Тувинском горном очаге чумы, установлена систематическая принадлежность гельминтов к роду *Rubzovinema*. Микробный состав паразитарной системы «энтомопаразитическая нематода – блоха» из Тувинского горного очага чумы включал представителей родов *Cutibacterium*, *Pseudomonas*, *Brevundimonas*, *Wolbachia*. Данные о микробном сообществе, с которым может контактировать *Y. pestis* во время своего жизненного цикла, важны для понимания сложной экологии возбудителя чумы в паразитарной системе природных очагов.

## СНИЖЕНИЕ БИОРИСКА ПРИ ОБУЧЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ ДИАГНОСТИКЕ СИБИРСКОЙ ЯЗВЫ

Т. А. Малюкова, Е. В. Растунцева, Ю. А. Попов, О. Ю. Ляшова

ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора, Саратов, Россия

**Аннотация.** Спорадические случаи сибирской язвы людей и животных в России, вероятность осложнения эпидемиологической обстановки из-за наличия стационарных неблагополучных пунктов, завоза товаров животноводства из стран с неблагоприятной эпизоотической ситуацией определяют актуальность обучения лабораторной диагностике при снижении биориска манипуляций с микроорганизмами. Цель – создание учебного набора штаммов бактерий для снижения биориска при обучении лабораторной диагностике сибирской язвы. Аналитическим, бактериологическим, иммунологическим, молекулярно-генетическими, биологическим методами исследованы штаммы *Bacillus anthracis*, группы *B. cereus*. Сформирован учебный набор, включающий штаммы *B. anthracis*, *B. cereus*, фоновых микроорганизмов родов *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*. Применение набора позволяет снизить вероятность лабораторного инфицирования, освоить регламентированные методы лабораторной диагностики, приобрести навыки безопасной работы с ПБА II группы.

## REDUCTION OF BIORISK DURING TRAINING IN LABORATORY DIAGNOSTICS OF ANTHRAX

T. A. Malyukova, E. V. Rastuntseva, Yu. A. Popov, O. Yu. Lyashova

Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation

**Abstract.** Sporadic cases of anthrax in humans and animals in Russia, the likelihood of complications of the epidemiological situation due to existence of stationary potentially hazardous areas, the import of livestock products from countries with an unfavorable epizootic situation determine the relevance of training in laboratory diagnostics of the disease while reducing the biorisk of handling the microorganisms. The aim of the work is to create a training set of bacterial strains to mitigate biorisk when teaching laboratory diagnostics of anthrax. Strains of *Bacillus anthracis*, *B. cereus* group, have been studied using analytical, bacteriological, immunological, molecular-genetic, and biological methods. A training set has been generated, including strains of *B. anthracis*, *B. cereus*, background microorganisms of the genera *Escherichia*, *Pseudomonas*, and *Staphylococcus*. Application of the kit allows you to reduce the likelihood of laboratory infection, master regulated laboratory diagnostic methods, and acquire skills for safe work with group II pathogenic biological agents.

Сибирская язва продолжает оставаться одной из актуальных опасных инфекционных болезней в мире. Заболеваемость людей и животных в России на данный момент характеризуется выявлением спорадических случаев заражения в отдельных регионах, что обусловлено соблюдением мер профилактики, проведением комплексного эпидемиологического надзора (Рязанова и др., 2020, 2023; Никифоров и др., 2023). Напряженная ситуация по заболеваемости животных и людей сохраняется на территориях стран ближне-

го и дальнего зарубежья, что не исключает завоз сырья и продукции животноводства с территорий с неблагополучной эпизоотической ситуацией и может создать риск осложнения эпидемиологической обстановки в России (Куличенко и др., 2016; Рязанова и др., 2020; Никифоров и др., 2023).

Регламентированным мероприятием по предупреждению и предотвращению сибирской язвы у человека является санитарно-эпидемиологический надзор – постоянное наблюдение за эпидемическим процессом, мониторинг заболеваемости людей, животных и циркуляции возбудителя инфекции, контроль эффективности профилактических мер. Реализация надзора базируется в том числе на информации о результатах лабораторной диагностики, осуществляемой специалистами учреждений Роспотребнадзора, медицинских и ветеринарных организаций, прошедшими специальное обучение (СанПиН 3.3686-21, МУК 4.2.2413-08; МУК 4.2.2941-11). Актуальность подготовки специалистов обусловлена включением возбудителя сибирской язвы (II группа патогенности) в перечень заболеваний, представляющих опасность для окружающих (Постановление Правительства РФ от 01.12.2004 № 715), а также отнесением к категории А вероятных агентов биотерроризма (Воробьев и др., 2002).

Обучение регламентированным методам индикации и идентификации сибирезавенного микроба осуществляют на базе противочумных институтов и ФБУН ГНЦ ПМБ Роспотребнадзора по единым программам с целью приобретения специалистами профессиональных знаний, умений и навыков работы в соответствии с правилами обеспечения биобезопасности. Вместе с тем отсутствует согласованный перечень штаммов бактерий для обеспечения учебного процесса. Традиционно для проведения практических занятий используют не только вакцинный, но и вирулентные штаммы *Bacillus anthracis*, применение которых обуславливает риск лабораторного инфицирования. Учитывая разный уровень знаний, умений и навыков безопасной работы с патогенами у слушателей курсов и направление государственной политики на снижение биориска технологических процессов (Указ Президента РФ от 11.03.2019 № 97) актуальна максимальная замена вирулентных штаммов на авирулентные или со сниженной вирулентностью.

**Цель.** Создание учебного набора штаммов бактерий для снижения биориска при обучении лабораторной диагностике сибирской язвы.

**Материалы и методы.** Аналитическим, бактериологическим, иммунологическим, молекулярно-генетическими, биологическим методами (Лабораторная диагностика опасных ... , 2013; МУК 4.2.2413-08; МУК 4.2.2941-11), регламентированными для индикации, идентификации и дифференциации, исследованы 5 штаммов *B. anthracis* (II и III группы патогенности), 4 штамма группы *B. cereus* (IV группа патогенности), депонированные в Государственной коллекции патогенных бактерий (ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора) и отобранные на основании паспортных данных с учетом предварительно разработанных критериев.

**Результаты и обсуждение.** Проведение практических занятий связано с использованием микроорганизмов для решения следующих задач: 1) изучение морфологических, культуральных и физиолого-биохимических свойств *B. anthracis*; 2) освоение бактериологического, иммунологических и молекулярно-генетических методов лабораторной диагностики сибирской язвы, применяемых для индикации и идентификации возбудителя инфекции; 3) освоение биологического метода исследования; 4) дифференциация *B. anthracis* от других патогенов рода *Bacillus*, вызывающих спорадические заболевания людей.

Применение вакцинного штамма *B. anthracis* СТИ-1 обеспечивает биологическую безопасность на практических занятиях, однако позволяет изучить только биологические свойства, характерные для данного штамма. Вместе с тем вызывать инфекционную болезнь у человека и животных могут и штаммы, отличающиеся по ряду биологических свойств (капсулообразование, морфология колоний, биохимические свойства) и генетическим характеристикам (набор генов, плазмидный профиль). Также при освоении био-

логического метода лабораторной диагностики заражение лабораторных животных (белых мышей) вакцинным штаммом в дозе  $10^9$  спор не вызывает их гибели, не обеспечивает типичной клинической и патоморфологической картины сибиреязвенной инфекции и стабильного выделения *B. anthracis* СТИ-1 из внутренних органов при посеве на питательные среды.

Нами сформулированы критерии подбора штаммов бактерий для обеспечения учебного процесса, осуществлен отбор 9 штаммов микроорганизмов в качестве кандидатов в учебные и изучены их биологические свойства, значимые для лабораторной диагностики регламентированными методами, а также чувствительность к антибактериальным препаратам, применяемым для профилактики и лечения сибирской язвы.

По результатам анализа сформирован набор, включающий авирулентный штамм *B. anthracis* СТИ-1, штамм *B. anthracis* 71/12 (вакцина Ценковского, II группа патогенности), обеспечивающие всестороннее изучение вопросов микробиологии и лабораторной диагностики сибирской язвы, а также штамм *B. cereus* ATCC 14579, обладающий типичными свойствами группы *B. cereus*, для освоения дифференцирования сибиреязвенного микроба от близкородственных патогенных для человека бацилл.

На основании данных о вирулентности *in vivo* разработан дифференцированный подход к использованию штаммов *B. anthracis* для снижения вероятности лабораторного инфицирования в ходе приобретения навыков безопасного выполнения микробиологических манипуляций при освоении слушателями курсов регламентированных методов индикации и идентификации.

Наиболее безопасный штамм *B. anthracis* СТИ-1 используют для индивидуальной работы слушателей курсов на всех этапах лабораторного исследования.

С помощью *B. anthracis* 71/12 демонстрируют морфологические и культуральные особенности штаммов, формирующих капсулу в организме хозяина и при культивировании на бикарбонатно-сывороточном агаре; результаты ПЦР для штаммов, содержащих ген *pagA* ( $pXO1^+$ ) и ген *capA* ( $pXO2^+$ ); ярко выраженные патоморфологические изменения подкожной клетчатки, внутренних органов и выделение чистой культуры сибиреязвенного микроба из всех внутренних органов и крови животных при посеве на питательные среды.

Учитывая наличие в плане практических занятий по решению ситуационных задач в учебный набор включены штаммы *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (IV группа патогенности) в качестве «фоновых» микроорганизмов для приготовления проб-имитаторов ПБА – объектов окружающей среды (воды поверхностных водоемов, почвы, смывов с поверхностей), пищевых продуктов и клинического материала (гнояного отделяемого из карбункула, мокроты, испражнений больного и иное).

Таким образом, созданный учебный набор штаммов бактерий позволяет снизить биологический риск практических занятий, минимизируя вероятность лабораторного инфицирования обучающихся при освоении в полном объеме регламентированных методов индикации, идентификации, дифференциации *B. anthracis*, а также обучающимся на авирулентном вакцинном штамме приобрести навыки безопасной работы с возбудителем особо опасной инфекции.

# ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА ЗА ОПАСНЫМИ ИНФЕКЦИОННЫМИ БОЛЕЗНЯМИ

К. С. Марцоха, А. В. Иванова, Ш. В. Магеррамов, Н. В. Попов

*ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов, Россия*

**Аннотация.** На базе ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора разработаны, зарегистрированы и реализованы электронные паспорта опасных инфекционных болезней, которые размещены на платформе автоматизированной электронной системы для анализа и прогнозирования «ГИС-Портал» (АЭС «ГИС-Портал») института. Системы позволяют существенно повысить оперативность реагирования на изменения эпидемиологической ситуации и обеспечить специалистов необходимой информацией при принятии управленческих решений.

## APPLICATION OF MODERN TECHNOLOGIES TO MODERNIZE EPIDEMIOLOGICAL MONITORING FOR DANGEROUS INFECTIONS

K. S. Martsokha, A. V. Ivanova, S. V. Magerramov, N. V. Popov

*Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation*

**Abstract.** Several digital passports of dangerous infections were developed, registered and implemented based at Federal State Scientific Institution Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe". All of its data were integrated on a "GIS-Portal" platform, also developed by "Microbe". Such systems may highly increase efficiency of responsiveness ability to an epidemiological situation dynamics and equip necessary data to specialists during management decision making.

В рамках реализации государственных программ «Санитарный щит страны – безопасность для здоровья (предупреждение, выявление, реагирование)» и «Национальная система химической и биологической безопасности» продолжается модернизация систем эпидемиологического надзора за опасными инфекционными болезнями.

На базе ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора были разработаны, зарегистрированы и реализованы электронные паспорта очагов чумы Северного и Северо-Западного Прикаспия. Электронные паспорта своевременно актуализируются, пополняются новыми данными в рамках проведения ежегодного эпизоотологического мониторинга и применяются в качестве основы для анализа и прогнозирования эпидемиологической обстановки на энзоотичных по чуме территориях. Созданы электронные паспорта геморрагической лихорадки с почечным синдромом (ГЛПС), охватывающие четыре федеральных округа, наиболее актуальных в плане эпидемиологического риска (ПФО, УФО, ДФО и ЦФО). В данный момент электронные паспорта ГЛПС РФ проходят процедуру регистрации в органах Федеральной службы интеллектуальной собственности и в рамках календарного плана реализации целевой программы будут интегрироваться в интерактивную платформу – автоматизированную электронную систему для анализа и прогнозирования «ГИС-Портал» (АЭС «ГИС-Портал») института «Микроб».

Впервые представленная в 2022 г. АЭС «ГИС-Портал», являющаяся платформой для размещения, хранения, визуализации и анализа данных в среде ГИС, была введена в эксплуатацию, зарегистрирована в Федеральном институте промышленной собственности (ФИПС) и уже активно применяется сотрудниками противочумных организаций Роспотребнадзора в качестве инструмента для реализации данных электронных паспортов очагов чумы и других опасных инфекционных болезней. АЭС «ГИС-Портал» позволяет

работать с базами данных, векторными слоями с различным типом геометрии и их атрибутами, вводить фильтры, SQL-запросы и настраивать визуализацию слоев при работе как с отдельными слоями электронных паспортов, так и с совокупностью слоев отдельного электронного паспорта. Платформа «ГИС-Портал» продолжает развиваться: дополняются функции отображения и реализации необходимой информации, разрабатываются новые функции и инструменты взаимодействия с данными, продолжают пополняться и актуализироваться уже внедренные базы данных и своевременно интегрируются новые пополняемые электронные паспорта.

Следующим этапом модернизации эпидемиологического надзора является разработка и реализация автоматизированных систем определения эпидемиологического потенциала очаговых территорий. На базе собственных геоинформационных систем и интерактивных платформ сотрудниками института «Микроб» создана гибкая система определения эпидпотенциала, способная прогнозировать этот показатель для различных возбудителей опасных болезней, носителей и переносчиков, используя собранные в электронных паспортах данные.

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПРИРОДНООЧАГОВЫХ ИНФЕКЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ БЕШЕНСТВА)

А. В. Мельников<sup>1</sup>, И. Д. Зарва<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора, Иркутск, Россия

**Аннотация.** Проведен эпидемиологический анализ заболеваемости бешенством среди людей и животных в России. Исследование подтверждает необходимость постоянного эпидемиологического надзора из-за высокой летальности и наличия активных природных очагов бешенства. В анализе использованы данные за 30–50 лет, включающие информацию о заболеваемости, климатические показатели и солнечную активность. Прогнозирование выполнено с помощью моделей ARIMA и Random Forest, которые показали хорошую точность. Важно отметить, что ARIMA улавливает временные зависимости, а Random Forest эффективно прогнозирует классы заболеваемости. Полученные результаты подчеркивают необходимость применения современных цифровых технологий для повышения точности прогнозирования и совершенствования профилактических мероприятий.

## MODERN METHODS FOR ASSESSING AND PREDICTING EPIDEMIOLOGICAL RISK OF NATURAL FOCUS INFECTIONS (CASE STUDY OF RABIES)

A. V. Melnikov<sup>1</sup>, I. D. Zarva<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** An epidemiological analysis of rabies incidence among humans and animals in Russia has been conducted. The study confirms the necessity of continuous epidemiological surveillance due to the high mortality rate and the presence of active natural foci of rabies. The analysis utilized data spanning 30–50 years, including information on incidence rates, climatic indicators, and solar activity. Forecasting was performed using ARIMA and Random Forest models, which demonstrated good accuracy. It is important to note that ARIMA captures temporal dependencies, while Random Forest effectively predicts incidence classes. The results highlight the need for the application of modern digital technologies to improve forecasting accuracy and enhance preventive measures.

**Введение.** Прогнозирование является важной составляющей эпидемиологического надзора, определяющего направление и объем профилактических мероприятий. Увеличивается количество научных работ по прогнозированию эпидемического процесса зоонозных инфекций на основе анализа роли климатогеографических, социальных и иных факторов, оказывающих влияние на динамику заболеваемости (Зарва и др., 2023). Несмотря на то что заболеваемость людей бешенством в России в настоящее время регистрируется на спорадическом уровне, необходимость совершенствования эпидемиологического надзора за этой инфекцией обусловлена практически стопроцентной летальностью и наличием активных природных очагов. В отношении эпидемиологической обстановки по бешенству в России и на территориях соседних государств накоплены большие объемы данных, которые могут быть использованы для прогнозирования активности эпидемического процесса при помощи современных методов математического моделирования. Данный подход в прогнозировании инфекционных заболеваний набирает большое распространение.

**Цель.** Изучение возможности применения современных цифровых технологий для динамической оценки и краткосрочного прогнозирования риска возникновения заболеваний бешенством.

**Материалы и методы.** Материалом для исследования послужили данные по заболеваемости бешенством из отчетных документов санитарно-эпидемиологической и ветеринарной служб, архивов и научных публикаций за 30–50 лет на территориях РСФСР и РФ; данные Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по глубине снежного покрова, осадкам и др., показатели солнечной активности. Проведен ретроспективный эпидемиологический анализ данных с использованием языка программирования Python и пакета программ Microsoft Office. Прогнозирование выполнялось с помощью построенной интегрированной модели авторегрессии-скользящего среднего (ARIMA) и модели классифицирующего случайного леса (Random Forest Classifier).

**Результаты и обсуждение.** Полученные материалы собраны в единую базу данных, включающую информацию о случаях заболевания бешенством людей и животных, глубине снежного покрова, средних суммах осадков за летний и зимний периоды, средних температурах воздуха за летний и зимний периоды, показателях солнечной активности.

На первом этапе исследования была построена интегрированная модель авторегрессии-скользящего среднего (ARIMA) – статистическая модель временных рядов, которая объединяет три основных компонента: авторегрессию (AR), интегрирование (I) и скользящее среднее (MA). Коэффициент аппроксимации, полученный при прогнозировании заболеваемости бешенством животных, составил 0,397, что характеризуется как результат ниже среднего. В то же время ARIMA не увеличивает и не уменьшает прогнозные значения чрезмерно. Модель также дает возможность расчета и отражения на графике 95 % доверительного интервала (ДИ). Средний ДИ для прогнозных значений составил 987,93, что свидетельствует о широком диапазоне прогнозируемых значений и неопределенности в прогнозах. Однако точность и достоверность прогнозов ARIMA остаются на хорошем уровне благодаря способности модели улавливать временные зависимости и тренды в данных. При прогнозировании заболеваемости бешенством людей коэффициент аппроксимации модели составил 0,613, что может считаться умеренно высоким результатом. Модельные значения остаются в пределах уровня заболеваемости последних 10 лет. Средний ДИ для прогнозных значений составил 3, что свидетельствует о небольшом диапазоне прогнозируемых значений и большей точности в прогнозах.

Для следующего этапа исследования были собраны по административным территориям Дальнего Востока (Приморский, Хабаровский и Забайкальский края, Амурская область и Еврейская автономная область) климатогеографические данные и данные по заболеваемости бешенством животных. Данные по числу заболеваний животных разбиты по классам на основе их разделения по квартилям (25,0; 50,0 и 75,0 %), которые состави-

ли 4, 14 и 50 случаев соответственно. Полученные классы отражают риски развития эпизоотий бешенства на модельных территориях, что, в свою очередь, определяет риски заболевания людей. Независимые переменные были оценены по уровню корреляции между собой и зависимой переменной, а также методом расчета VIF (Variable Inflation Factor), определяющего мультиколлинеарность данных переменных. В итоге были отобраны следующие предикторы: случаи заболеваний бешенством людей и животных, числа Вольфа, среднее количество осадков за летний и зимний периоды. Далее была построена и обучена модель на собранной базе данных с архитектурой в 150 решающих деревьев с максимальной глубиной каждого из деревьев 4 деления. При внесении данных был выявлен дисбаланс предсказываемых классов, что делало невозможным получение адекватной прогностической работы модели. Для устранения дисбаланса была использована методика балансировки классов с помощью случайного семплирования. Полученные результаты показали, что модель с шансом 100,0 % предугадывает 3 класс (более 50 случаев бешенства у животных), с 77,0 % шансом – класс 0 (менее 4 случаев), с 67,0 % шансом – 2 класс (от 14 до 50 случаев) и с 57,0 % шансом – 1 класс (от 4 до 14 случаев). Общая точность модели в определении класса уровня заболеваемости составила 0,73. Эти данные говорят о достаточно хорошем уровне точности прогностической способности модели. При предсказании класс 0 путается с 1 классом, класс 1 – с классами 0 и 1, класс 2 – с классом 0; класс 3 модель определяет безошибочно. Модель плохо различает класс 1, который соответствует диапазону от 4 до 14 случаев бешенства у животных. Прогнозирование с помощью модели производилось по данным 2022 г., результатом стал 0 класс с шансом 58,0 %, что соответствует реальным данным за 2022 г.

Проведенный анализ с использованием модели для прогнозирования заболеваемости бешенством среди животных и людей показал, что ARIMA способна улавливать временные зависимости и тренды в данных. Модель не дает значительных отклонений от реальных данных, однако ее ограниченная точность в прогнозировании указывает на необходимость применения дополнительных математических методов. Разница в прогнозировании заболеваемости людей и животных может быть свидетельством разных уровней регистрации случаев бешенства людей и животных, что требует использования дополнительных предикторов для прогнозирования. Построенная модель Random Forest Classifier имеет хорошую точность прогнозирования, но нуждается в дальнейшей доработке параметров своей работы и методов прогнозирования, а также добавления нейросетевых технологий, таких как многофакторный анализ и построение моделей на основе искусственного интеллекта.

Таким образом, применение многофакторного анализа и методов искусственного интеллекта может значительно повысить точность и достоверность прогнозов заболеваемости бешенством людей и животных. Это позволит более точно определять уровни эпидемиологического риска и проводить таргетированные профилактические мероприятия. В будущей разработке данной проблемы планируется увеличение количества разнообразных предикторов, подбор лучших вариантов моделей, а также построение нейронных сетей для улучшения прогностической способности. Улучшенные результаты планируется внедрять в рутинную работу специалистов санитарно-эпидемиологического, ветеринарного профиля и Министерства здравоохранения РФ, а также в обучение по программам применения цифровых технологий в эпидемиологии.

# НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОВЕДЕНИЮ ПОЛЕВОЙ ДЕЗИНСЕКЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-КАВКАЗСКОГО ВЫСОКОГОРНОГО ПРИРОДНОГО ОЧАГА ЧУМЫ

Е. А. Мироненко, Н. А. Давыдова, Ю. М. Тохов

ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора, Ставрополь, Россия

**Аннотация.** При анализе многолетних данных, полученных при эпизоотологическом мониторинге на территории Центрально-Кавказского высокогорного природного очага чумы, выявлены особенности экологии основного переносчика микроба чумы – *Citellophilus tesquorum elbrusensis* в разных высотных поясах Приэльбрусья. Для достижения высокой эффективности инсектицидных обработок необходимо учитывать сроки активного состояния переносчика, сезонную динамику численности, возрастной и фазовый состав, распределение по территории и элементам микробиотопа. Полученные результаты могут быть востребованы специалистами, выполняющими работы по регуляции численности блох при проведении полевой дезинсекции в природных очагах чумы на Северном Кавказе.

## SCIENTIFIC APPROACHES TO CONDUCTING FIELD DISINFECTION ON THE TERRITORY OF THE CENTRAL CAUCASIAN HIGH-ALTITUDE NATURAL PLAGUE OUTBREAK

E. A. Mironenko, N. A. Davydova, Y. M. Tokhov

Stavropol Anti-Plague Research Institute, Stavropol, Russian Federation

**Abstract.** The analysis of long-term data obtained during epizootological monitoring of the Central Caucasian high-altitude natural plague revealed the peculiarities of the ecology of the main vector of the plague microbe in a natural focus – *Citellophilus tesquorum elbrusensis* in different altitude zones of the Elbrus region. To achieve high efficiency of insecticidal treatments, it is necessary to take into account the timing of the active state of vectors, seasonal population dynamics, age and phase composition, distribution over the territory and elements of the microbiotope. The results obtained can be in demand in practice by specialists who carry out work on the regulation of flea numbers during field disinfection in natural plague foci in the North Caucasus.

**Введение.** С момента открытия Центрально-Кавказского высокогорного природного очага чумы (1971 г.) на его территории ежегодно регистрировали эпизоотии чумы, вплоть до 2007 г. С 2008 г. начался межэпизоотический период, который длился до 2020 г. (Куличенко и др., 2022).

Наличие в Приэльбрусье высокогорного природного очага чумы, на территории которого носителем возбудителя инфекции является горный суслик, а основным переносчиком – имаго блох *Citellophilus tesquorum elbrusensis* (Goncharov, 2011), создает угрозу осложнения эпидемиологической обстановки и требует постоянного эпизоотологического мониторинга территории очага, а в случае обострения эпизоотической ситуации – проведения мероприятий по регуляции численности переносчика (Белявцева, 1999; Тохов и др., 2022).

В связи с этим перед нами была поставлена цель – определить оптимальные сроки проведения полевой дезинсекции на территории Центрально-Кавказского высокогорного природного очага чумы с учетом экологии блох *C. t. elbrusensis*.

**Материалы и методы.** Сбор полевого материала осуществляли по общепринятым методикам во время эпизоотологического обследования (МР 3.1.0322-23 «Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих в природных очагах инфекционных болезней»). При анализе эколого-фаунистических данных использовали показатели, предложенные В. Н. Беклемишевым (1961). Видовую идентификацию



блох проводили, пользуясь пособием «Определитель блох Кавказа» (Тифлов и др., 1977). Для статистической обработки данных использовали программы Microsoft Office Excel 2007.

**Результаты и обсуждение.** При проведении многолетнего эпизоотологического мониторинга и с учетом анализа литературных данных нами установлено, что в Приэльбрусье, во всех высотных поясах, в популяциях основного переносчика микроба чумы, в течение года завершают развитие особи двух массовых генераций. Выплод молодых имаго как первой, так и второй генераций растянут, а сроки его наступления зависят от высотного пояса (Белявцева и др., 2021). На участках горной степи в выводковых гнездах сусликов в июне отмечен выход из коконов имаго первой генерации; на других участках он растянут с июля до августа. Так, в субальпийском поясе он наблюдается в первой половине июля в выводковых гнездах и со второй половины июля – в гнездах других категорий; в зоне альпийских лугов – во второй половине июля в выводковых гнездах и в августе – в гнездах других категорий.

К сентябрю в горной степи из яиц, отложенных самками первой генерации, заканчивают метаморфоз блохи второй генерации, большая часть которых выходит из коконов и приступает к питанию на сусликах до залегания прокормителя в спячку. В поселениях сусликов, расположенных в субальпийском поясе, метаморфоз большинства особей второй генерации *C. t. elbrusensis* заканчивается в середине сентября; в альпийском – к началу октября. Часть блох второй генерации выходит из коконов осенью, остальные (позже завершившие преимагинальное развитие) зимуют на стадии «имаго в коконе» и выплывают весной, после выхода сусликов из зимней спячки. Период гонотрофического покоя у блох совпадает с периодом зимней спячки хозяев.

Учитывая фенологию блох *C. t. elbrusensis* определяются и особенности их участия в эпизоотическом процессе. Выход из коконов имаго первой генерации приурочен к периоду расселения молодых сусликов и совпадает по времени с периодом повышения эпизоотической активности в очаге. Высокая трофическая активность молодых имаго *C. t. elbrusensis* способствует заражению их большого числа при питании на больном чумой суслике, а выраженная приуроченность к шерсти хозяев – широкому разносу зараженных блох по территории их поселений. В совокупности эти факторы ведут к возникновению эпизоотий. Особи второй генерации выходят из коконов и приступают к паразитированию во время подготовки зверьками гнезд к зимней спячке, в период затухания эпизоотий среди сусликов. Продолжительность жизни имаго *C. t. elbrusensis*, в условиях низких зимних температур достигает 5–8 месяцев. Это позволяет зараженным имаго: молодым – второй в текущем году генерации (успевшим приступить к паразитированию) и старым – первой генерации, быть хранителями микроба чумы в течение зимнего межэпизоотического периода.

Основной целью полевой дезинсекции на территории природного очага чумы является снижение численности имаго блох *C. t. elbrusensis* до уровня, на котором эпизоотии в популяциях их хозяев прекращаются. Необходимые условия достижения требуемых результатов борьбы с переносчиками – своевременность и оперативность. Обязательным является предварительное эпизоотологическое обследование, а обоснованный выбор тактики и способов обработки позволяют обеспечить высокую эффективность дезинсекции в природных очагах чумы.

Таким образом, для определения оптимальных сроков, объемов и кратности обработок следует иметь в виду особенности образа жизни (фенология, сезонная динамика численности, возрастной и фазовый состав, распределение по территории и элементам микробиотопа) блох *C. t. elbrusensis*, обитающих в разных высотных поясах Приэльбрусья.

В комплексе мер по борьбе с переносчиками возбудителей инфекций ведущее место отводится химическим методам (Тохов и др., 2021, 2022). Для дезинсекции на территории Российской Федерации используют только зарегистрированные в установленном законодательством порядке химические средства, имеющие свидетельства о государ-

ственной регистрации и сертификаты. Выбор оборудования и способов обработки определяются в зависимости от объекта, характера местности, объемов работ, препаратов, метеорологических условий и других факторов. Текущий контроль качества работ включает проверку годности препаратов, соблюдения концентраций и норм расхода, оптимальных сроков и технологии обработки.

Эффективность дезинсекции оценивают, сравнивая численность блох до начала обработки и после ее проведения, либо на обработанном и контрольном участках. В качестве контрольного участка, может быть использована территория, смежная с обработанным участком, или территория со сходными ландшафтно-экологическими условиями.

Результат считают удовлетворительным, если удастся предотвратить распространение эпизоотии. Количественным показателем эффективности дезинсекции служит остаточная численность членистоногих на обработанном участке. Как правило, достижение 90 % смертности особей от исходной численности популяции эктопаразитов обеспечивает оздоровительный эффект.

Проведение и окончание работ оформляются соответствующими документами.

**Заключение.** Таким образом, в Приэльбрусье на территории Центрально-Кавказского высокогорного природного очага чумы проведение дезинсекционных мероприятий в конце лета и начале осени позволяет наиболее эффективно снизить численность имаго основного переносчика возбудителя чумы, тем самым предотвратив возникновение эпизоотий в весенний период.

## ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ШТАММОВ ХОЛЕРНОГО ВИБРИОНА, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Л. В. Миронова, Ж. Ю. Хунхеева, А. С. Пономарева, Е. А. Басов, И. С. Федотова,  
А. В. Фортунатова, С. В. Эрдынеев, С. В. Балахонов

*ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
г. Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Проведен анализ результатов мониторинга вибриофлоры поверхностных водоемов Сибири и Дальнего Востока в 2010–2023 гг. За анализируемый период из проб поверхностных водоемов изолировано 199 штаммов *V. cholerae* O1 серогруппы и R-варианта. На территориях отдельных регионов штаммы холерного вибриона изолировались на протяжении двух и более лет. По микробиологическим характеристикам исследуемые штаммы типичны, в отдельных случаях наблюдалась атипичность по агрегативности холерными диагностическими сыворотками, резистентности/чувствительности к фагам эльтор и классическому. По результатам MLVA-типирования в большинстве случаев прослеживалась тенденция к территориальной и временной приуроченности генотипов выделенных штаммов холерного вибриона.

## PHENOTYPIC AND MOLECULAR GENETIC FEATURES OF VIBRIO CHOLERAЕ STRAINS ISOLATED FROM WATER BODIES IN SIBERIA AND THE FAR EAST

L. V. Mironova, Zh. Yu. Khunkheeva, A. S. Ponomareva, E. A. Basov, I. S. Fedotova,  
A. V. Fortunatova, S. V. Erdyneev, S. V. Balakhonov

*Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** The analysis of the results of monitoring the vibrioflora of surface reservoirs in Siberia and the Far East for 2010-2023 was carried out. During the analyzed period, 199 strains of *V. cholerae* of the O1 serogroup and the R-variant were isolated from samples of surface reservoirs. *Vibrio cholerae* strains have

been isolated in the territories of certain regions for two or more years. According to microbiological characteristics, the studied strains are typical, in some cases atypical agglutination with cholera diagnostic sera, resistance/sensitivity to eltor and classical phages were observed. According to the results of MLVA typing, in most cases there was a tendency to territorial and temporary localization of the genotypes of isolated *V. cholerae* strains.

**Введение.** Мониторинг поверхностных водоемов на наличие холерного вибриона – одно из значимых направлений эпиднадзора за холерой, ориентированное на своевременное обнаружение возбудителя холеры в водных объектах, и изучение выделенных штаммов холерного вибриона O1 и O139 серогрупп независимо от их эпидемической значимости (СанПиН 3.3686-21, МУК 4.2.3746-22).

**Цель.** Ретроспективный анализ результатов мониторинга вибриофлоры поверхностных водоемов Сибири и Дальнего Востока в период 2010–2023 гг.

**Материалы и методы.** Бактериологические и молекулярно-генетические исследования проб из объектов окружающей среды и идентификация выделенных штаммов холерного вибриона осуществлялись в соответствии с МУК 1.2.2218-07 «Лабораторная диагностика холеры», МУК 4.2.3745-22 «Методы лабораторной диагностики холеры», МУ 1.3.2569-09 «Организация работы лабораторий, использующих методы амплификации нуклеиновых кислот при работе с материалом, содержащим микроорганизмы I-IV групп патогенности».

Оценка эпидемической значимости штаммов холерного вибриона проводилась с использованием коммерческого набора для выявления ДНК *Vibrio cholerae* и идентификации патогенных штаммов *Vibrio cholerae* в биологическом материале и объектах окружающей среды методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с гибридационно-флуоресцентной детекцией «АмплиСенс® *Vibrio cholerae*-FL».

MLVA-типирование штаммов холерного вибриона проводилось по пяти локусам переменных тандемных повторов VcA, VcB, VcC, VcD, VcG (Водопьянов А. С. и др., 2001) с построением дендрограммы в программе Bionumerics v.6.01 (Applied Maths, Бельгия).

**Результаты и обсуждение.** В результате микробиологического мониторинга поверхностных водоемов Сибири и Дальнего Востока в период с 2010–2023 гг. изолировано 190 штаммов *V. cholerae* O1 серогруппы и девять штаммов *V. cholerae* R-варианта. На территориях отдельных регионов штаммы холерного вибриона изолировались на протяжении двух и более лет: в Забайкальском крае выделено 68 штаммов *V. cholerae*, Приморском крае – 44 штамма, Хабаровском крае – 15 штаммов, Иркутской области – 48 штаммов, Алтайском крае – 3 штамма. В Кемеровской области штаммы были изолированы на протяжении одного сезона в 2011 г., в Тюменской области в 2012 г.

При оценке микробиологических свойств поступившие в институт на идентификацию с регионов и выделенные специалистами ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт штаммы *V. cholerae* O1 и R-варианта ( $n = 196$ ) обладали типичными для вида культурально-морфологическими и биохимическими свойствами. В отношении агглютинации холерными сыворотками установлено, что O1 холерной диагностической сывороткой агглютинировались 187 штаммов, RO-сывороткой – 9 штаммов. Среди штаммов *V. cholerae* O1 серогруппы 152 изолята относятся к сероварианту Инаба, 36 штаммов – к Огава. При этом незначительное количество штаммов характеризовалось атипичностью по серологическим свойствам: у 6,4 % *V. cholerae* O1 наблюдалось снижение агглютинабельности до  $\frac{1}{2}$  титра холерной O1 сывороткой, у 1 % – сывороткой Огава и у 10,1 % – сывороткой Инаба. Наибольшая вариабельность микробиологических характеристик установлена при определении фаголизательности к фагам классическому и эльтор. Так резистентностью к холерному диагностическому фагу эльтор обладали 43 штамма *V. cholerae*, в тоже время 55,6 % штаммов оказались чувствительны к фагу классического холерного вибриона.

При идентификации штаммов молекулярно-генетическим методом показано отсутствие в геноме большинства исследованных штаммов *V. cholerae* детерминант основных факторов патогенности (гены *ctxA* и *tcpA*), что дает основание отнести их к группе эпидемически неопасных. Вместе с тем в Хабаровском крае в 2016 и 2019 гг. выделено два штамма *V. cholerae* O1, содержащих ген токсин-корегулируемых пилей *tcpA*, при отсутствии гена холерного токсина *ctxA*.

В целях оперативного установления клональной структуры выделяемых штаммов O1 и R-варианта проводилось MLVA-типирование по пяти локусам варибельных тандемных повторов. По результатам кластерного анализа идентифицированных MLVA-профилей в большинстве случаев прослеживалась тенденция к территориальной и временной приуроченности генотипов. Так, десять выделенных в Иркутской области в 2017 г. штаммов холерного вибриона из р. Ушаковки характеризуются идентичным MLVA-профилем. Шесть из семи изолированных в Хабаровском крае из р. Черной (2018 г.) *V. cholerae* O1 имеют идентичный генотип, при этом один из штаммов охарактеризован по MLVA-профилю как однолокусный вариант доминирующего генотипа. В Приморском крае в 2021 г. холерные вибрионы, обнаруженные в р. Седанка, характеризовались генетической однородностью по количеству варибельных тандемных повторов в геноме, за исключением одного изолята. У выделенных из р. Ушаковки трех штаммов R-варианта (2018, 2019, 2020 гг.) определены сходные VNTR-генотипы с отличием по структуре одного из локусов. MLVA-типирование штаммов нетоксигенного *V. cholerae* O1, выделенных из воды р. Куды в пос. Хомутово Иркутского района в 2023 г. позволило установить идентичность структуры локусов, а при сравнительном анализе выявить сходство генотипа с генотипом *V. cholerae* O1 Инаба, выделенным в той же стационарной точке в 2022 г.

Генотипы штаммов *V. cholerae* O1, выделенных в Забайкальском крае в различные периоды 2014–2021 гг., формируют крупные кластеры, представленные преимущественно идентичными генотипами изолятов вибриона 2015, 2016, 2017 гг. В 2019 г. выделенные из оз. Кенон два изолята характеризуются идентичными генотипами и входят в кластер с другими забайкальскими изолятами, отличаясь только по VcS локусу. Выделенные в 2020, 2021 гг. штаммы *V. cholerae* из Забайкальского края обладают преимущественно уникальными генотипами.

Изоляты *V. cholerae* O1 с генотипом *ctxA*<sup>-</sup>*tcpA*<sup>+</sup>, выделенные из сточных вод в Хабаровском крае в 2016 г. и 2019 г., сходны по аллельному профилю. При этом однократное обнаружение таких вариантов в сточных водах, наряду с молекулярно-генетическими особенностями, позволяет предполагать завоз *ctxA*<sup>-</sup>*tcpA*<sup>+</sup> вариантов холерного вибриона на территорию.

Таким образом, на территории Сибири и Дальнего Востока в поверхностных водоемах ежегодно обнаруживаются нетоксигенные *V. cholerae* O1 серогруппы и R-варианта, что свидетельствует о наличии в отдельных участках водных объектов оптимальных условий для накопления и размножения возбудителя холеры. Выделение на протяжении ряда лет из одного водоема штаммов холерного вибриона с идентичным или сходным генотипом свидетельствует о формировании локальных популяций микроорганизма в отдельных водных биотопах. По микробиологическим характеристикам выделенные штаммы типичны, в отдельных случаях наблюдается снижение агглютинабельности диагностическими холерными сыворотками и резистентность/чувствительность к фагам эльтор и классическому. По результатам кластерного анализа идентифицированных MLVA-профилей в большинстве случаев прослеживалась тенденция к территориальной и временной приуроченности генотипов выделенных штаммов холерного вибриона.

# ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГИССАРСКОГО ПРИРОДНОГО ОЧАГА ЧУМЫ

О. Д. Назарова<sup>1</sup>, З. Г. Гулмахмадзода<sup>1</sup>, Ф. Ф. Максумова<sup>1</sup>, З. Сафарова<sup>1</sup>,  
А. А. Ахмедов<sup>1</sup>, К. М. Азизов<sup>1</sup>, И. Н. Шарова<sup>2</sup>, А. М. Поршаков<sup>2</sup>,  
А. С. Абдрашитова<sup>2</sup>, А. Г. Селенина<sup>2</sup>, Е. А. Михеева<sup>2</sup>, М. А. Макашова<sup>2</sup>,  
К. С. Марцоха<sup>2</sup>, Е. Н. Кондратьев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Республиканский центр по борьбе с карантинными болезнями Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан, Душанбе, Республика Таджикистан  
<sup>2</sup>ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора, Саратов, Россия

**Аннотация.** Проведена оценка современного состояния Гиссарского высокогорного природного очага чумы, на территории которого в 1970–1991 гг. неоднократно выявляли эпизоотии этой инфекции. Эпизоотологический мониторинг очага, а также ряда соседних территорий осуществлен в 2021–2024 гг. Исследовано на наличие возбудителей чумы и других опасных инфекционных болезней 446 мелких млекопитающих и 589 эктопаразитов. Результаты исследований свидетельствуют об отсутствии эпизоотических проявлений чумы на территории очага в настоящее время.

## EPIZOOTOLOGICAL CONDITION OF THE GISSAR NATURAL PLAGUE FOCUS

O. D. Nazarova<sup>1</sup>, Z. G. Gulmakhmadzoda<sup>1</sup>, F. F. Maksumova<sup>1</sup>, Z. Safarova<sup>1</sup>,  
A. A. Akhmedov<sup>1</sup>, K. M. Azizov<sup>1</sup>, I. N. Sharova<sup>2</sup>, A. M. Porshakov<sup>2</sup>,  
A. S. Abdrashitova<sup>2</sup>, A. G. Selenina<sup>2</sup>, E. A. Mikheeva<sup>2</sup>, M. A. Makashova<sup>2</sup>,  
K. S. Martsokha<sup>2</sup>, E. N. Kondratyev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Republican Center for Combating Quarantine Diseases of the Ministry of Disease and Social Protection of the Population, Dushanbe, Republic of Tajikistan  
<sup>2</sup>Russian Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation

**Abstract.** An assessment was made of the current state of the Gissar high-mountain natural plague focus, on the territory of which plague epizootics were repeatedly detected in 1970-1991. Epizootological monitoring of the focus, as well as a number of neighboring territories, was carried out in 2021–2024. 446 small mammals and 589 ectoparasites were examined for the presence of pathogens of plague and other dangerous infectious diseases. The research results indicate the absence of epizootic manifestations of plague in the territory of the plague focus.

Гиссарский высокогорный природный очаг чумы находится на юге Памиро-Алайской горной области на высоте 2250–3400 м над у. м. Среднегодовая температура воздуха здесь составляет 17 °С, средняя температура в январе –2 °С, в июле 27 °С. Абсолютный минимум температуры зимой зарегистрирован на отметке –25 °С, максимум летом 55 °С. Территория характеризуется недостаточной увлажненностью, количество осадков – 258 мм в год.

Преобладающие почвы на высотах до 2700 м над у. м. – горные светло-коричневые, большие площади занимают скалы и осыпи. Из десяти представленных здесь основных растительных формаций наибольший интерес вызывают высокогорные остепненные арчевники с кустарниками, занимающие около 27 % площади, где располагаются поселения арчовой полевки (*Microtus juldaschi*), и остепненные разнотравно-злаковые высокогорные сухие степи (9 %) как основные станции обитания красного сурка (*Marmota caudata*). Период вегетации растений составляет 215–217 дней в году.

Очаг расположен в Айнинском районе Согдийской области Республики Таджикистан. На юго-западе по саям Хоби-Кишвар, Замбар, Мура, Дикон-дора он продолжается вниз в северо-восточном направлении по долине р. Замбар, охватывает прилегающий к

ней сай Симоб, урочище Дуоба и также сай Каракуль. От Дуобы энзоотичные участки распространяются в восточном направлении по правобережью р. Сарытаг и охватывают территорию, окружающую оз. Искандеркуль. Гиссарский высокогорный очаг, с учетом ареала основного носителя, занимает площадь 300 км<sup>2</sup>.

На данной территории в период с 1970 по 1991 г. неоднократно выявлялись эпизоотии чумы. Всего, как от носителей возбудителя – мелких млекопитающих, так и от их эктопаразитов, было выделено 853 культуры *Yersinia pestis*. Наибольшее количество культур изолировано в 1970 г. – 111, в 1979–1980 гг. – 520; в 1981–1982 гг. – 93, в остальные годы выделялось от одного до девяти штаммов возбудителя. Основным носителем инфекции в очаге являлась арчовая полевка, в поддержании эпизоотий принимали участие красный сурок, серебристая полевка (*Alticola argentatus*), лесная мышь (*Apodemus sylvaticus*), лесная соня (*Dryomys nitedula*), серый хомячок (*Cricetulus migratorius*) и их блохи.

Для оценки современного состояния Гиссарского высокогорного природного очага – видового состава, особенностей распространения, современной численности, эпизоотологического статуса потенциальных носителей и переносчиков чумы – в период 2021–2024 гг. проводился эпизоотологический мониторинг территории очага, а также соседних территорий, которые по ландшафтно-экологическим условиям и видовому составу мелких млекопитающих и эктопаразитов благоприятны для развития и поддержания эпизоотий чумы.

За данный период проведены обследование и сбор полевого материала для лабораторных исследований в 48 пунктах. Всего в ходе мониторинга отловлено и исследовано на наличие возбудителей чумы и других опасных инфекционных болезней 446 экз. мелких млекопитающих, относящихся к девяти видам, 430 экз. блох 19 видов и 159 клещей. При проведении исследований было установлено, что численность популяции арчовой полевки – основного носителя чумы в очаге – значительно сократилась. Это связано с тем, что в последние десятилетия на Гиссарском перевале наблюдались оползневые и селевые явления. В таких условиях часть поселений арчовой полевки, располагающихся на нижних горизонтах, перестали существовать или значительно сократились по площади. С учетом локальности обитания вида, колонии возникли на новых участках с арчевниками. По результатам наблюдений на новых участках норения арчовой полевки, численность ее составила 1,8 жилых колоний на 1 га. Общая численность мышевидных грызунов по материалам учетов на ловушко-линиях составляет 5,6 % попадания. В локальных поселениях красного сурка число жилых бутанов в среднем равно 2,3–2,5 на 1 га.

Для определения возможной циркуляции на очаговой территории возбудителей других опасных инфекционных болезней расширен спектр изучаемых патогенов. При проведении лабораторной диагностики исследовано 1022 пробы биологического материала (суспензий эктопаразитов, органов и крови млекопитающих) на наличие возбудителей инфекционных болезней бактериальной и вирусной природы: чумы, туляремии, лептоспироза, псевдотуберкулеза, кишечного иерсиниоза, клещевого вирусного энцефалита, гранулоцитарного анаплазмоза человека, моноцитарного эрлихиоза человека, иксодового клещевого боррелиоза, крымской геморрагической лихорадки, лихорадки Западного Нила, геморрагической лихорадки с почечным синдромом. Выполнено 2382 исследования с использованием бактериологического метода и методов ускоренной диагностики (ПЦР, ИФА). Результаты исследований свидетельствуют об отсутствии эпизоотических проявлений чумы на территории Гиссарского высокогорного природного очага. Выделение культуры *Yersinia enterocolitica*, а также наличие ДНК этого возбудителя и 16S РНК возбудителей лептоспироза в пробах органов мелких млекопитающих свидетельствуют о циркуляции этих патогенов на территории природного очага.

# РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЭКСПАНСИИ *IXODES PAVLOVSKYI* НА НОВЫЕ ТЕРРИТОРИИ ЮГА ПРИМОРЬЯ

А. Я. Никитин, В. Ю. Колесникова

ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

**Аннотация.** Проведен анализ роли биологических (наличие прокормителей и естественных врагов, способности к миграции) и климатических (среднегодовое количество осадков и температура воздуха) факторов в качестве причины расширения ареала и роста индекса доминирования *Ixodes pavlovskyi* на юге Приморского края в XXI в. Реконструирован возможный путь расселения этого вида. Обосновано, что ключевым фактором этого процесса является повышение температуры воздуха.

## THE IMPORTANCE OF ECOLOGICAL FACTORS IN THE EXPANSION OF *IXODES PAVLOVSKYI* TO NEW TERRITORIES OF THE SOUTH PRIMORYE

A. Ya. Nikitin, V. Yu. Kolesnikova

Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** We analyzed the role of biological (presence of hosts and natural enemies, ability to migrate) and climatic (average long-term precipitation and air temperature) factors in the range expansion and growth of the dominance index of *Ixodes pavlovskyi* in the south of Primorsky Krai in the 21st century. The possible route of dispersal of the species was reconstructed. It was validated that the key factor in this process is an increase in air temperature.

**Введение.** Вид *Ixodes pavlovskyi* Rom., 1946 относится к эпидемиологически опасным переносчикам вируса клещевого энцефалита и боррелий (СанПиН 3.3686-21). В последней четверти XX – начале XXI в. в Западной, а затем и в Восточной Сибири произошло расширения ареала этого вида (Чигирик и др., 1974; Якименко и др., 2013; Никитин и др., 2019). В настоящее время подобное происходит на юге Приморского края (Гордейко, 2019).

**Цель.** Выявить экологические факторы, являющиеся причинами расширения ареала *I. pavlovskyi* в Приморском крае.

**Материалы и методы.** В основу исследования положен анализ литературы об исторических фактах районов обитания *I. pavlovskyi* в Приморском крае, характере изменения климатических показателей и собственных материалов о видовом составе клещей при их сборе с растительности.

**Результаты и обсуждение.** *Биотические факторы.* На шести островах залива Петра Великого, где проведены сборы иксодовых клещей с растительности в 2011–2024 гг., обитает от двух (о. Рикорда) до 14 (о. Русский) видов мелких и средних млекопитающих (из отрядов Eulipotyphla, Rodentia, Carnivora), большое число птиц, а при наличии населенных пунктов (о-ва Русский, Попова, Рейнеке, Путятина) жители содержат сельскохозяйственных и домашних животных (Шереметьев, 2001). В этой связи отсутствие *I. pavlovskyi* на некоторых островах, установленное в конце XX в., в том числе на о. Русский (Колонин, 1986), не может быть следствием нехватки прокормителей.

Предположение, что отсутствие *I. pavlovskyi* связано с недостатком времени для колонизации им незаселенных островов, также несостоятельно. В Южном Сихотэ-Алине обитает 79 видов птиц, из которых 40 – перелетные (Сотникова, Солдатова, 1972), активно посещающие различные острова Японского моря (Назаров, 1969) и способные разно-

силье присосавшихся иксодовых клещей на огромные расстояния (Балашов, 1998). Причем вероятность заноса орнитофильного на имагинальной фазе *I. pavlovskiyi* выше, чем *I. persulcatus* (таежный клещ), выявленного на всех обследованных островах залива (Колонин, 1986). Кроме того, до подъема уровня моря, приведшего к образованию островов (10–8 тыс. л. н.), фауна и флора на всей этой территории была одинаковой. То есть изначально, судя по времени происхождения рассматриваемых видов клещей (Филиппова, 2017), формирования островов (Шереметьев, 2001) и климата того периода (Лящевская, 2016), на всех изолированных участках суши должны были присутствовать *I. pavlovskiyi* и *I. persulcatus*.

Еще одним аргументом, позволяющим исключить биотические факторы из числа лимитирующих расселение *I. pavlovskiyi*, является относительно малое число естественных врагов у иксодовых клещей (Попов, 2016).

*Климатические факторы.* Как обосновано в работах Н. А. Филипповой (1971; 2017) некогда единый Евразийский ареал *I. pavlovskiyi* вследствие понижения температуры и изменения влажности по мере вытеснения теплолюбивых широколиственных плиоценовых лесов таежными формациями оказался разделен на две части, где вид в настоящее время представлен двумя подвидами. Вместе с тем таежный клещ, более приспособленный к условиям умеренного и континентального климата, распространился от Тихого океана до Балтийского моря. Непосредственные наблюдения в природе на юге Приморья подтверждают положительное влияние повышения температуры воздуха на обилие *I. pavlovskiyi* (Болотин и др., 1972).

Последнее глобальное похолодание наблюдалось в Евразии в малый ледниковый период (XII–XIX вв.). Среднегодовая температура воздуха в районе залива Петра Великого тогда составляла от 3 до 5 °С, лето было более дождливым (Лящевская, 2016). Небольшие по площади острова при формировании погоды сильно зависят от океанических течений, поэтому велика вероятность, что во время малого ледникового периода при очередном сокращении ареала *I. pavlovskiyi*, вид мог сохраниться на островах Южной группы залива, обогреваемых теплым Цусимским течением, и/или на Корейском полуострове (Болотин, 1980; Сагдиева, 1984). Для таежного клеща условия, сложившиеся в малый ледниковый период, оставались на островах и материке вполне благоприятными.

В 1979–1983 гг. *I. persulcatus* обнаружен на всех восьми обследованных островах залива Петра Великого, а *I. pavlovskiyi* только на четырех, с варьированием индекса доминирования (ИД) от 0,8 % (о. Рейнеке) до 44,1 % (о. Большой Пелис, входящий в Южную группу) (Колонин, 1986). На о-вах Рикорда и Попова ИД *I. pavlovskiyi* составлял 15,0 и 19,0 % соответственно. На о-вах Русский, Путятин и Аскольд вид отсутствовал.

За 1981–2010 гг. климат на территории России по сравнению с 1951–1980 гг. в среднем стал более теплым и влажным (Попов, 2016).

Анализ данных метеостанции г. Владивостока (<http://www.meteo.ru>, дата обращения 22.05.2024) показал, что на юге Приморья за 1990–2023 гг. нет определенного тренда в изменении влажности воздуха. Если при этом учитывать обитание таежного клеща на всех обследованных островах залива, то недостаток влажности не может быть фактором, препятствующим их колонизации более ксерофильным *I. pavlovskiyi*.

Значения среднемесячных температур воды и воздуха в Приморье за 1961–1990 гг. предложено рассматривать как время климатической нормы (Гайко, 2017). Температура воздуха за первое десятилетие (1990–1999 гг.) после периода климатической нормы (ПКН) составила  $5,2 \pm 0,10$  °С, что значимо ( $p < 0,05$ ) ниже, чем в среднем за 2014–2023 гг. –  $5,8 \pm 0,14$  °С. Причем во время сезонной активности клещей рода *Ixodes* (с апреля по сентябрь включительно) рост средних температур еще более выражен: с 13,9 °С (1990 г.) до 15,9 °С (2023 г.).



За время, прошедшее от ПКН до 2011 г., произошло два небольших цикла изменений среднегодовых температур воздуха с максимумами значений в 6,0 °С (2004 г.) и 6,1 °С (2007 г.). Это потепление, как мы полагаем, позволило заносимым с птицами на о. Русский особям *I. pavlovskyi* сформировать самостоятельные популяции, впервые обнаруженные в различных островных биотопах в 2011 г. (Обеспечение ... , 2013; Гордейко, 2019).

Сбор клещей на о. Попова в 2022 г., входящий, как и о. Русский, в архипелаг Императрицы Евгении, показал резкий рост их обилия, по сравнению с 2014 г., при увеличении ИД *I. pavlovskyi* с 16,7 % до 76,4 %.

В 2021 г. четыре имаго *I. pavlovskyi* (ИД 1,1 %) впервые зарегистрированы на о. Путятина (Зверева и др., 2022), находящемся по сравнению с островами архипелага Императрицы Евгении (Русский, Попова, Рейнеке, Рикорда и др.) под влиянием более холодного Приморского течения. Среднегодовая температура воздуха (по данным Владивостокской метеостанции) в предшествующем пятилетии (2016–2020 гг.) составила  $5,6 \pm 0,22$  °С (с максимумом 6,2 °С в 2019 г.), т. е. также превысила значения, наблюдавшиеся при ПКН.

За 2021–2023 гг. среднегодовая температура воздуха достигла  $6,2 \pm 0,21$  °С (с максимумом 6,5 °С в 2023 г.). Сбор клещей с растительности на материке (ботанический сад Дальневосточного отделения РАН) показал, что ИД *I. pavlovskyi* в сообществе иксодид вырос со среднемноголетнего значения 2,4 % (Гордейко, 2019) до 13,8 % (2023 г.) и 8,7 % (2024 г.). Подчеркнем, что первично выявленные участки возрастания ИД *I. pavlovskyi* обнаружены в южных частях островов Русский и Попова, а континентальный ботанический сад находится на берегу более теплого внутреннего Амурского залива, т. е. все эти локации связаны с наиболее прогреваемыми территориями.

Вместе с тем *I. pavlovskyi* в настоящее время (2023–2024 гг.) отсутствует на о. Аскольд (находится, как и о. Путятина, под влиянием более холодного Приморского течения); доля *I. pavlovskyi* остается очень низкой на о. Рейнеке (условия обитания наиболее благоприятны для представителей родов *Haemaphysalis* и *Dermacentor*); не представляется возможным объективно оценить ИД *I. pavlovskyi* на о. Рикорда, так как из двух собранных на нем клещей оба были *I. pavlovskyi*.

Таким образом, при реконструкции путей расселения *I. pavlovskyi* в современный период на юге Приморья показано, что предиктором этого процесса является потепление климата. Выявление ведущего экологического фактора расширения ареала позволяет оценить возможный характер дальнейших его изменений и дать эпидемиологический прогноз последствий этого явления для трансмиссивных нозологий, ассоциированных с этим видом иксодовых клещей.

# СОВРЕМЕННАЯ ЭПИЗОТИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ПО РАБИЧЕСКОЙ ИНФЕКЦИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Г. А. Нурлыгаянова, В. И. Белоусов, Т. П. Лобова, А. А. Кремлева,  
М. В. Кожевникова

*ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных», Москва, Россия*

**Аннотация.** Эпизоотическая ситуация по бешенству животных в Российской Федерации за период с 2021 г. по октябрь 2023 г. неблагоприятная. Рабическая инфекция регистрировалась во всех федеральных округах в разные сезоны года, всего выявлено 2538 эпизоотических очагов на территории 64 регионов. В эпизоотический процесс вовлечены популяции сельскохозяйственных, домашних, промысловых и диких животных. За эти годы заболело и пало от бешенства 2784 животных, в том числе: домашних плотоядных 1312 (47,1 %), диких животных – 1137 (40,8 %), сельскохозяйственных – 335 (12,0 %). Государственной ветеринарной службой РФ повсеместно проводятся ежегодные плановые ветеринарно-профилактические и противоэпизоотические мероприятия, направленные на профилактику и борьбу с особо опасным патогеном, общим для человека и животных.

## THE CURRENT EPIZOOTIC SITUATION OF RABIC INFECTION IN THE RUSSIAN FEDERATION

G. A. Nurlygayanova, V. I. Belousov, T. P. Lobova, A. A. Kremleva,  
M. V. Kozhevnikova

*Federal Center for Animal Health, Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** The epizootic situation of animal rabies in the Russian Federation for the period from 2021 to October 2023 is unfavorable. Rabic infection was registered in all federal districts in different seasons of the year, a total of 2,538 epizootic foci were detected in 64 regions. Populations of agricultural, domestic, commercial and wild animals are involved in the epizootic process. Over the years, 2,784 animals fell ill and died of rabies, including: domestic carnivores 1,312 (47.1 %), wild animals – 1,137 (40.8 %), agricultural animals – 335 (12.0 %). The State Veterinary Service of the Russian Federation conducts annual planned veterinary preventive and anti-epizootic measures aimed at preventing and combating a particularly dangerous pathogen common to humans and animals everywhere.

**Введение.** Бешенство – острое особо опасное вирусное инфекционное заболевание, общее для человека и животных. Бешенством болеют все теплокровные позвоночные животные во всех частях света, кроме Антарктики и Океании (<https://www.who.int/>). (<http://www.who-rabies-bulletin.org/>). Всемирная организация охраны здоровья животных (ВОЗЖ, ранее – МЭБ) извещает, что рабическая инфекция – приоритетный зооноз в Европейском регионе, регистрируется на территории 53 стран-членов МЭБ, включая Россию (Шабейкин и др., 2016; Онищенко и др., 2017; Алиева, Зейналова, 2023; Куличенко и др., 2024; <https://rr-europe.woah.org/>). Для борьбы с особо опасным патогеном в 2015 г. с целью международного сотрудничества объединили свои усилия ВОЗ, ФАО и МЭБ, а также глобальный альянс по борьбе с бешенством (GARC). Была разработана и принята стратегия «Ноль смертей от бешенства среди людей к 2030 г., вызванных собаками» (<https://rr-europe.woah.org/>). В современное время в мире 99,0 % случаев заражения людей вирусом бешенства происходит от собак, в России около 50,0 % случаев гидрофобии определяют собаки и кошки (Зайкова, 2021; Морозов и др., 2022; Полещук и др., 2023).

На территории Российской Федерации и в странах СНГ эпизоотический процесс по бешенству определяется как эпизоотия смешанного или природно-очагового типа (Чернов и др., 2019). В России в эпизоотический процесс рабической инфекции вовлечены популяции сельскохозяйственных, домашних, промысловых и диких животных (Метлин

и др., 2018; Гусев и др., 2019; Михайлова и др., 2021; Гулюкин и др., 2022; Шишкина и др., 2022).

В связи с социальной опасностью и значимыми экономическими потерями, бешенство животных включено в Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 19.12.2011 № 476 «Об утверждении перечня заразных, в том числе особо опасных болезней животных, по которым могут устанавливаться ограничительные мероприятия (карантин)». Пункт 6. «Бешенство».

**Цель.** Изучить эпизоотическую ситуацию по бешенству животных в Российской Федерации за период с 2021 г. по октябрь 2023 г.

**Материалы и методы.** Изучены и проанализированы материалы годовых отчетов, представленные государственными ветеринарными лабораториями РФ, данные Информационно-аналитического центра Управления ветнадзора ФГБУ «ВНИИЗЖ».

**Результаты и обсуждение.** Анализ эпизоотической ситуации по рабической инфекции животных за указанный период показал, что государственной ветеринарной службой субъектов РФ на территории всех федеральных округов проведены ежегодные плановые ветеринарно-профилактические и противоэпизоотические мероприятия, направленные на профилактику и борьбу с указанным зоонозом. Мероприятия выполнены в хозяйствах всех форм собственности согласно Приказу Министерства сельского хозяйства РФ от 25.11.2020 № 705 «Об утверждении Ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов бешенства».

Установлено, что в Российской Федерации за период с 2021 г. по октябрь 2023 г. эпизоотическая ситуация по бешенству неблагополучная. Бешенство животных регистрировалось во всех федеральных округах в разные сезоны года, всего выявлено 2538 эпизоотических очагов. Неблагополучные пункты по бешенству животных зарегистрированы в 64 регионах. За анализируемые три года заболело и пало 2784 животных, а именно: домашних плотоядных 1312 (47,1 %), диких животных – 1137 (40,8 %), сельскохозяйственных – 335 (12,0 %). Бешенством заболели лошади, крупный рогатый скот, мелкий рогатый скот, собаки, кошки, олени, лоси, медведи, лисы, волки, енотовидные собаки, еноты, хорьки, барсуки, песцы, рыси, шакалы, дикие кошки, куницы, ежи, кролики и другие виды животных.

Таким образом, рабическая инфекция регистрировалась на территории 64 регионов Российской Федерации в разные сезоны года. Ежегодно выявляются эпизоотические очаги бешенства и больные животные. Наибольшее количество случаев бешенства выявлено среди домашних плотоядных (47,1 %) и диких животных (40,8 %), что указывает на недостаточный охват популяций данных видов животных специфической вакцинацией (Гусев и др., 2019; Бобров и др., 2023).

Предотвратить заражение рабической инфекцией животных и человека можно при помощи профилактической вакцинации животных. Необходимо уделять особое внимание животным, содержащимся в городской и домашней среде, безнадзорным и одичавшим особям. Следует просвещать владельцев о соблюдении правил содержания животных.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРОГРУППЫ ШТАММОВ *VIBRIO CHOLERAE* НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ПОЛНОГЕНОМНОГО СЕКВЕНИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ *VIBRIO TYPER*

Р. В. Писанов, А. С. Водопьянов, С. О. Водопьянов

ФКУЗ Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора,  
Ростов-на-Дону, Россия

**Аннотация.** Разработана отечественная программа *Vibrio Typer*, предназначенная для анализа данных полногеномного или фрагментарного секвенирования штаммов *Vibrio cholerae* с целью определения их серогруппы.

## DETERMINATION OF SEROGROUP IN *VIBRIO CHOLERAE* STRAINS BASED ON FULL GENOME SEQUENCING DATA USING THE “*VIBRIOTYPER PROGRAM*”

R. V. Pisanov, A. S. Vodopyanov, S. O. Vodopyanov

Rostov-on-Don Research Anti-Plague Institute, Rostov-on-Don, Russian Federation

**Abstract.** A Russian program has been developed, called “*Vibrio Typer*,” which is designed to analyze data from whole-genome or fragmented sequencing of *Vibrio cholerae* strains in order to determine their serogroup.

**Введение.** Представители *Vibrio cholerae nonO1/nonO139* серогрупп (НАГ-вибрионы) широко известны не только как естественные обитатели открытых водоемов, но и как возбудители острых кишечных инфекций (ОКИ) различной степени тяжести (Монахова, 2016). Так, в 2020–2021 гг. в г. Цинъюань (Китай) выявлено 137 случаев ОКИ, среди которых 23 были вызваны штаммами *V. cholerae nonO1/nonO139*. Изолировано 66 штаммов *V. cholerae nonO1/nonO139*, полногеномный анализ которых позволил отнести 64 из них к O5 серогруппе (Ке, 2022). В Российской Федерации в 2023 г. зарегистрировано увеличение числа случаев ОКИ, вызванных НАГ-вибрионами, с 7 (2022 г.) до 13 (2023 г.). Кроме того, в 2023 г. выявлен случай выделения НАГ-вибриона из проб содержимого носоглотки ребенка с ЛОР-патологией. В работе проведен сравнительный филогенетический анализ по SNP WGSs-субкультур 2023 г. с ранее охарактеризованными НАГ-вибрионами без определения серогруппы клинических изолятов: не выявлено какого-либо существенного сходства между НАГ-вибрионами, равно как и со штаммами, выделенными в этом же году из образцов от больных ОКИ и проб окружающей среды. По мнению авторов, это еще раз подтверждает известные факты чрезвычайной пластичности генома НАГ-вибрионов (Попова, 2024). На наш взгляд, сравнительный филогенетический анализ по SNP WGSs-субкультур НАГ-вибрионов целесообразно проводить в пределах одной серогруппы. В настоящее время установление серогрупп НАГ-вибрионов серологическими методами не представляется возможным ввиду отсутствия соответствующих сывороток. Внедрение полногеномного секвенирования открывает широкие возможности для исследования представителей *V. cholerae* различного происхождения, в том числе в аспекте определения их серогруппы по генетической структуре O-кластера. Так, Murase K. et al. в 2022 г. провели исследование O-кластера 210 серогрупп НАГ-вибрионов и описали уникальные генетические особенности каждой серогруппы (Murase, 2022). Авторами Imchang Lee et al. в 2021 г. проанализировано 796 полных геномов *V. cholerae* различных серогрупп с целью разработки web-алгоритма *VicPred* для идентификации патогенных признаков вибрионов. Разработанная авторами программа

позволяла определять серогруппу исследуемого штамма *V. cholerae* по полногеномной последовательности, при условии, что его O-кластер попадал в единый контиг (Imchang Lee et al., 2021). Вместе с тем существенными недостатками этой программы являлись: закрытый алгоритм, работа только в режиме online, ограниченность web-вариантом с загрузкой по одному геному, невозможность анализа геномов, в которых O-кластер разбивался по разным контигам.

**Цель.** Разработка алгоритма и программы *Vibrio Typer* для анализа серогруппы штаммов *V. cholerae*, не имеющих недостатков зарубежных аналогов.

**Материалы и методы.** При разработке программы *Vibrio Typer* применен язык программирования Java. Анализ и поиск маркерных последовательностей проведен на основе данных O-кластеров 210 серогрупп НАГ-вибрионов, опубликованных Murase K. et al. в 2022 г. При апробации программы использовано 53 штамма НАГ-вибрионов из коллекции ФКУЗ Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора (48 клинических и пять «водных» изолятов), секвенированных в ходе выполнения Федерального проекта «Санитарный щит страны – безопасность для здоровья (предупреждение, выявление, реагирование)».

**Результаты и обсуждение.** Разработанная нами программа *Vibrio Typer* предназначена для анализа данных полногеномного или фрагментарного секвенирования штаммов *V. cholerae* с целью определения их серогруппы. Определение серогруппы «по фрагментам» проводится на основе ранее выявленных и заложенных в программу коротких 40 нуклеотидных фрагментов, характерных для каждой из серогрупп. Процент соответствия рассчитывается по формуле:  $100 \cdot (\text{количество выявленных фрагментов}) / (\text{количество фрагментов, характерных для данной серогруппы})$ . Определение серогруппы «по генам» на основе ранее составленного перечня всех возможных генов, входящих в O-кластер и «матрицы соответствия», содержащей данные о наличии различных генов у разных серогрупп. На первом этапе в анализируемом геноме осуществляется поиск генов с помощью алгоритма Смита – Ватермана с не менее чем 80 % соответствием. На втором этапе выявляется серогруппа, имеющая аналогичный или максимально похожий набор генов. В программе реализована пакетная загрузка данных полногеномного секвенирования различных штаммов *V. cholerae*.

С помощью программы *Vibrio Typer* нами проведено исследование геномов 53 коллекционных штаммов. Установлено, что доминирующими среди выборки 48 клинических изолятов являются серогруппы *V. cholerae* O5, O6, O8, O49, O54, O85. Остальные изоляты представлены серогруппами *V. cholerae* O12, O136, O159, O162, O170, O186, O2, O24, O27, O38, O4, O40, O41, O43, O60, O7, O70, O78, O79, O88, O94, O97. «Водные» НАГ-вибрионы (пять изолятов) представлены O4, O143, O159, O162 серогруппами.

В настоящее время программа *Vibrio Typer* доступна по ссылке <https://antiplague.ru/scientific-activity/publication/vibrio-typer/> на сайте ФКУЗ Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора.

# ПЕРСИСТЕНЦИЯ *BURKHOLDERIA THAILANDENSIS* В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА

Н. Г. Плеханова, И. А. Хабарова, С. И. Жукова, А. Т. Яковлев,  
Е. В. Пименова

ФКУЗ Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Волгоград, Россия

**Аннотация.** Персистенция бактериальных патогенов является важной проблемой практической медицины, так как связана с хроническими инфекционными заболеваниями. Работа посвящена изучению возможности персистенции *Burkholderia thailandensis* – близкородственного возбудителю мелиоидоза непатогенного вида буркхольдерий. По мнению многих исследователей, часть штаммов популяции *B. thailandensis* в результате эволюционной геномной трансформации перешла в категорию вариантных штаммов (BTCV), способных вызывать инфекционные поражения у людей. В опытах на белых мышах и золотистых хомяках методом флюоресцирующих антител (МФА) в течение первого месяца наблюдения после инфицирования *B. thailandensis* выявлено присутствие бактерий в 100 % исследованных органов (тимус, легкие, печень, селезенка, мезентериальные и паховые лимфатические узлы, половые органы, головной мозг), к концу второго месяца – в 62–75 %. Таким образом, показана принципиальная возможность *B. thailandensis* длительно сохраняться в различных органах животных, что может быть одной из главных причин хронической инфекции.

## PERSISTENCE OF *BURKHOLDERIA THAILANDENSIS* UNDER EXPERIMENTAL CONDITIONS

N. G. Plekhanova, I. A. Khabarova, S. I. Zhukova, A. T. Yakovlev,  
E. V. Pimenova

Volgograd Research Anti-Plague Institute, Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** The persistence of bacterial pathogens is an important problem in practical medicine, as it is associated with chronic infectious diseases. The work is devoted to studying the possibility of persistence of *Burkholderia thailandensis*, a non-pathogenic species of *Burkholderia* closely related to the causative agent of melioidosis. According to many researchers, part of the strains of the *B. thailandensis* population, as a result of evolutionary genomic transformation, moved into the category of variant strains (BTCV), capable of causing infectious lesions in humans. In experiments on white mice and golden hamsters, the fluorescent antibody (MFA) method during the first month of observation after infection with *B. thailandensis* revealed the presence of bacteria in 100 % of the examined organs (thymus, lungs, liver, spleen, mesenteric and inguinal lymph nodes, genitals, brain), by the end of the second month – in 62–75 %. Thus, the fundamental possibility of *B. thailandensis* being shown to persist for a long time in various organs of animals, which can be one of the main causes of chronic infection.

**Введение.** *Burkholderia thailandensis* – непатогенный вид буркхольдерий, обитающий в воде и почве на всех территориях Юго-Восточной Азии, входящих в ареал распространения особо опасной тропической инфекции – мелиоидоза. В последние два десятилетия в мировой литературе накопились факты, которые ставят под сомнение безопасность *B. thailandensis* для теплокровных животных и человека. Описаны случаи местных и генерализованных инфекционных поражений у людей, сопровождавшихся достоверным выделением *B. thailandensis*. Авторы объясняют эти факты появлением в популяции *B. thailandensis* так называемых вариантных штаммов – BTCV (*Burkholderia thailandensis* capsulae variant), характеризующихся тем, что в процессе эволюции в них произошла замена присущего штаммам *B. thailandensis* кластера генов биосинтеза экзополисахарида (EPS) на оперон, обладающий гомологией до 95,0 % с кластером генов капсульного полисахарида (CPS) возбудителя мелиоидоза – *B. pseudomallei*. К настоящему времени

ВТСV-штаммы выделены из почвы в Камбодже, Вьетнаме, ряде стран Юго-Восточной Азии, в Северной Америке, в Западной и Центральной Африке (Gee et al., 2018; Захарова и др., 2022; Sim et al., 2010; Hantrakun et al., 2018; Wiersinga et al., 2015). В проведенных нами ранее исследованиях на золотистых хомяках показано, что некоторые из почвенных штаммов *B. thailandensis*, выделенных во Вьетнаме, обладают патогенными свойствами и способны вызывать хронический инфекционный процесс с тяжелыми деструктивными поражениями внутренних органов (Плеханова и др., 2023, 2024).

**Цель.** Определить характер распределения *B. thailandensis* по различным органам после инфицирования животных и возможность персистенции бактерий в разные сроки после введения культуры во временном интервале двух месяцев.

**Материалы и методы.** Эксперименты проведены на белых мышах и золотистых хомяках. Животным вводили внутрибрюшинно разные дозы –  $10^4$ ,  $10^6$ ,  $10^8$  м. к. штаммов *B. thailandensis* 264, 2.1, 22 501, 22 512, из которых штаммы 264 и 2.1 были длительно хранившимися в коллекционном центре Волгоградского противочумного института авирулентными культурами, а два штамма – 22 501 и 22 512 являлись почвенными изолятами, выделенными во Вьетнаме и проявившими патогенные свойства в предыдущих исследованиях на золотистых хомяках (Плеханова и др., 2023, 2024). У животных на 9, 14, 28, 60 сут. после инфицирования забирали для исследования пробы органов (тимус, легкие, селезенка, печень, мезентериальные и паховые лимфатические узлы, головной мозг, половые органы – семенники, матка), готовили мазки-отпечатки, которые исследовали на наличие *B. thailandensis* прямым методом флюоресцирующих антител (МФА) с использованием для детекции клеток *B. thailandensis* диагностических флюоресцирующих моноклональных иммуноглобулинов, представляющих собой моноклональные антитела к антигену клеточной стенки возбудителя мелиоидоза – *B. pseudomallei* (Новицкая и др., 2011). Результаты регистрировали с помощью люминесцентного микроскопа (Micos, Австрия), при этом положительным результатом, согласно Инструкции по применению, считали выявление в препарате свечения периферии микробных клеток с яркостью на 4 или 3 креста при просмотре не менее 30 полей зрения, отрицательным результатом являлось свечение всей бактериальной клетки на 1–2 креста.

**Результаты и обсуждение.** В опытах на белых мышах показано, что бактерии авирулентных штаммов *B. thailandensis* 264 и 2.1 имели примерно одинаковый характер распределения по органам и к концу первого месяца наблюдения обнаружены: в селезенке и тимусе – в 100,0 % исследованных проб, в легких – в 70,0–80,0 %, в лимфоузлах – 40,0–80,0 %, в печени – в 20,0–80,0 %, в половых органах (матка, семенники) – в 80–100 %, в головном мозге – в 60,0–80,0 %. Через 60 сут. после заражения положительные находки в МФА зарегистрированы в 4 из 8 точек забора материала (50,0 %) (тимус, легкие, мезентериальные лимфоузлы и головной мозг). Анализ результатов исследования проб от мышей, зараженных вирулентными для хомяков штаммами *B. thailandensis* 22 501 и 22 512, показал более высокий процент положительных результатов у мышей, инфицированных *B. thailandensis* 22 512: положительных проб селезенки – 100,0 %, лимфоузлов и тимуса – 75,0 %, легких и печени – 50,0 %, половых органов и головного мозга – 37,0 %. У мышей, инфицированных *B. thailandensis* 22 501, присутствие возбудителя в органах зарегистрировано в меньшем количестве проб: из селезенки и легких в разные сроки суммарно выявлено 66,0 % положительных проб, из остальных органов – по 33,0 %. В опытах на золотистых хомяках получены аналогичные результаты по персистенции бактерий *B. thailandensis* в разных органах и в разные сроки. Отмечена та же тенденция к снижению числа органов с персистирующими бактериями к концу срока наблюдения от практически всех органов (100 %) в начальные сроки после инфицирования (9–28 сут.) до 5–6 из 8 (62,0–75,0 %) к 60 сут. после заражения. В целом к окончанию двухмесячного срока наблюдения у более чувствительных к патогенным буркхольдериям золотистых хомяков по сравнению с мышами отмечен больший процент органов с персистирующими

бактериями. Таким образом, нами установлено, что *B. thailandensis* обнаруживается в различных органах экспериментальных животных в течение двух месяцев после попадания в организм, что может свидетельствовать о ее способности формировать очаги хронической инфекции, поскольку персистенция бактерий является ключевым фактором патогенеза хронических инфекционных заболеваний. Известно, что именно стойкая персистенция бактерий близкородственного вида – *B. pseudomallei* в различных органах человека является причиной наиболее тяжелых хронических и резистентных к антибиотикотерапии форм мелиоидоза, когда в процессе длительного противодействия иммунным факторам макроорганизма возбудитель преобразуется либо в L-формы, либо в популяцию некультивируемых клеток (VBNC) (Илюхин, Сенина, 2012).

## ВЫДЕЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ШТАММА *BRUCELLA MELITENSIS* ИЗ КРОВИ ПАЦИЕНТА С ИНФЕКЦИОННЫМ ЭНДОКАРДИТОМ

С. А. Портенко<sup>1</sup>, Е. А. Билько<sup>1</sup>, А. В. Казанцев<sup>1</sup>, О. А. Корешкова<sup>1</sup>,  
А. Д. Катышев<sup>1</sup>, Н. А. Осина<sup>1</sup>, А. В. Осин<sup>1</sup>, О. А. Титова<sup>2</sup>, Е. Ю. Фатеева<sup>2</sup>,  
И. В. Разумова<sup>2</sup>, И. Н. Вяткин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов, Россия

<sup>2</sup>ГУЗ Саратовская областная инфекционная больница им. Н. Р. Иванова, Саратов, Россия

<sup>3</sup>Управление Роспотребнадзора по Саратовской области, Саратов, Россия

**Аннотация.** С использованием анализатора гемокультур из пробы крови пациента с диагнозом «Инфекционный эндокардит с поражением трикуспидального клапана» специалистами бактериологической лаборатории ГУЗ «Саратовская областная инфекционная больница им. Н. Р. Иванова» выделена культура, которая по данным времяпролетной масс-спектрометрии предварительно идентифицирована как *Brucella* spp. Для изучения свойств выделенного микроорганизма объекты с ПБА были переданы в ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора. С помощью бактериологического, молекулярно-генетического, иммуносерологического и масс-спектрометрического анализов полученный штамм идентифицирован как *B. melitensis*. В пробах биологического материала (кровь, сыворотка крови) от указанного пациента методами ПЦР и ИФА выявлены маркеры *Brucella* spp., с помощью секвенирования – *B. melitensis*.

## ISOLATION AND IDENTIFICATION OF A *BRUCELLA MELITENSIS* STRAIN FROM THE BLOOD OF A PATIENT WITH INFECTIOUS ENDOCARDITIS

S. A. Portenko<sup>1</sup>, E. A. Bilko<sup>1</sup>, A. V. Kazantsev<sup>1</sup>, O. A. Koreshkova<sup>1</sup>,  
A. D. Katyshev<sup>1</sup>, N. A. Osina<sup>1</sup>, A. V. Osin<sup>1</sup>, O. A. Titova<sup>2</sup>, E. Yu. Fateeva<sup>2</sup>,  
I. V. Razumova<sup>2</sup>, I. N. Vyatkin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation

<sup>2</sup>Saratov Regional Infectious Diseases Hospital named after N. R. Ivanov, Saratov, Russian Federation

<sup>3</sup>Department of Rospotrebnadzor for the Saratov Region, Saratov, Russian Federation

**Abstract.** Using blood culture analyser from a blood sample of a patient diagnosed with Infective endocarditis with damage to the tricuspid valve, employees of the bacteriological laboratory of the Saratov Regional Infectious Diseases Hospital named after N. R. Ivanov culture was isolated, which, according to time-of-flight mass spectrometry, was preliminarily identified as *Brucella* spp. To study the properties of the isolated microorganism, the object with PBA was transferred to the Federal State Institution of Science Russian Anti-Plague Institute "Microbe" of Rospotrebnadzor. Using bacteriological, molecular genetic, immunoserological and mass spectrometric analysis, the obtained strain was identified as *B. melitensis*. In samples of biological material (blood, blood serum) from this patient, PCR and ELISA methods revealed *Brucella* spp. markers, and sequencing revealed *B. melitensis*.



**Введение.** Случаи бруцеллеза наносят существенный экономический ущерб сельскому хозяйству во всем мире. Заболеваемость бруцеллезом среди населения Российской Федерации за 2022–2023 гг. превысила среднемноголетние значения на 30–50 % (Пономаренко, 2024 г.). Своевременная лабораторная диагностика бруцеллеза важна для этиологической расшифровки и определения объемов противоэпидемических мероприятий. Лабораторное подтверждение случаев бруцеллезной инфекции у людей чаще основывается на результатах иммунологических и молекулярно-генетических методов, выделение культуры возбудителя варьирует от 5 до 90 % случаев (Онищенко, Куличенко, 2019).

Диагностические исследования проб биологического материала при обращении за помощью в медицинские организации осуществляют лаборатории 2 уровня биологической безопасности, имеющие санитарно-эпидемиологическое заключение на работу с ПБА III-IV групп патогенности. Персонал таких лабораторий не подготовлен к работе с опасными патогенами, при этом не исключена возможность поступления биоматериала от пациентов с заболеваниями, вызванными возбудителями I-II групп патогенности. Описаны случаи выделения культур возбудителя бруцеллеза из образцов крови от лихорадящих пациентов с использованием автоматического гемокультивирования в России (Боронина, 2019) и в других странах мира, начиная с 1994 г. (Casas et al., 1994; Moshe Sagi et al., 2017).

**Цель.** Выделение и идентификация возбудителя бруцеллеза из крови пациента с диагнозом «Инфекционный эндокардит с поражением трикуспидального клапана».

Пациент С. С. А., 1958 г. р., отмечал недомогание с 01.06.2024 (повышение температуры тела в течение 1 месяца до 39,5 °С), лечился самостоятельно, в том числе принимал кларитромицин. 02.07.2024 поступил в ГУЗ «Саратовская областная инфекционная больница им. Н. Р. Иванова» с диагнозом: «Лихорадка неясной этиологии». В результате обследования выявлен инфекционный эндокардит с поражением трикуспидального клапана. При уточнении эпидемиологического анамнеза установлено, что в октябре 2023 г. с аналогичными жалобами пациент находился под наблюдением участкового терапевта, за 2–3 недели до этого отмечал употребление в пищу баранины, приобретенной на частном подворье.

**Материалы и методы.** Сыворотка крови пациента исследована в РПГА с брюшнотифозным, сальмонеллезным и дизентерийным диагностикумами (диагностикумы эритроцитарные сальмонеллезный Vi-антигенный и шигеллезные Флекснера 1–5 и Зонне антигенные, АО «НПО Микроген», сальмонеллезный O-антигенный, ООО «Биодиагностика»), получены отрицательные результаты.

Посев крови от больного на гемокультуру проведен 04.07.2024 (анализатор гемокультур BC60, AEROBIC CULTURE BOTTLE FA (AutobioDiagnosticsCo., Ltd)), 08.07.2024 зарегистрирован рост микроорганизмов и произведен высеv на питательный агар с добавлением 5,0 % дефибринированной лошадиной крови – агар для культивирования микроорганизмов (АО «НПО Микроген»), DefibrinatedHorseBlood (E&O LaboratoriesLtd), на котором через двое суток сформировались серо-белые мелкие колонии без гемолиза. Идентификация проводилась методом масс-спектрометрии (VITEK® MS (Biomerieux)), получен результат «*Brucella* spp.». Необходимо отметить, что один из специалистов, проводивших указанные исследования, обучен на курсах профессиональной переподготовки по особо опасным инфекциям на базе ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора.

Информацию о выделении *Brucella* spp. специалисты бактериологической лаборатории передали руководству учреждения, далее извещение поступило в Управление Роспотребнадзора по Саратовской области. В помещениях бактериологической лаборатории проведена заключительная дезинфекция в соответствии с требованиями СанПиН 3.3686-21, за тремя специалистами бактериологической лаборатории, задействованными в проведении указанных исследований, установлено медицинское наблюдение с обследованием на антитела класса М к возбудителю бруцеллеза (двукратно, с периодичностью 14 сут.).

Объекты с посевами, подозрительными на возбудителя бруцеллеза, в соответствии с требованиями СанПиН 3.3686-21 были переданы для дальнейшего изучения в ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора, вместе с пробами биологического материала (кровь, сыворотка крови), отобранными 12.07.2024, для проведения исследований с помощью комплекса методов с целью выявления возбудителя бруцеллеза.

Работу проводили в соответствии с требованиями нормативных документов: МУК 4.2.3010-12, МУК 3.1.7.3402-16, МУК 4.2.3733-21, МР 3.1.0288-22.

**Результаты и обсуждение.** При исследовании проб крови и сыворотки крови методом ПЦР обнаружена ДНК *Brucella* spp. (набор реагентов «Бру-Диф-РГФ» (ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора)), в пробе сыворотки крови методом ИФА выявлены антитела классов М и G к возбудителю бруцеллеза (наборы реагентов «Бруцелла-IgM-ИФА-БЕСТ» и «Бруцелла-IgG-ИФА-БЕСТ» («Вектор-Бест»)). Для подтверждения наличия в пробах нативного материала бруцелл использовали фрагментное секвенирование. В пробах крови отмечена амплификация фрагментов генома бруцелл, содержащих *omp25* и *omp2a* гены, при секвенировании которых на платформе MinION установлено, что их нуклеотидная последовательность была идентична таковой для *B. melitensis*. В пробе сыворотки из-за низкой концентрации возбудителя амплифицировать данные участки генома не удалось.

При изучении культуры возбудителя по совокупности морфологических, тинкториальных, культуральных и генетических свойств, протеомного профиля, установлена ее принадлежность в виду *B. melitensis*. При исследованиях в соответствии с МУК 4.2.2495-09 с помощью диско-диффузионного метода отмечена чувствительность ко всем рекомендованным антибактериальным препаратам (АБП) I и II ряда, за исключением налидиксовой кислоты и ципрофлоксацина (I). В соответствии с российскими рекомендациями «Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам» (версия 2024-02), проведено тестирование к левофлоксацину (S), цефтриаксону (R) и триметоприм-сульфаметоксазолу (R) (агар Мюллера-Хинтон (ГНЦ ПМБ), диски с АБП (Liofilchem srl, Oxoid)).

С помощью полногеномного секвенирования на платформе GridIon (Oxford Nanopore), с набором реагентов SKQNB-110.24, на ячейке R10, определена нуклеотидная последовательность полного генома исследуемого штамма. Средняя длина прочтения (N50) составила 14 600 п. н. После сборки получено два контига длиной 2 126 861 п. н. и 1 185 663 п. н., что соответствует двум хромосомам *B. melitensis*. На основе анализа в программе snippy (<https://github.com/tseemann/snippy>) полиморфизма единичных нуклеотидов (SNP) полного генома исследуемого штамма в сравнении с нуклеотидными последовательностями различных видов бруцелл, представленных в базе данных NCBI GenBank, показано, что данный штамм относится к той же кладе, что и другие штаммы *B. melitensis*. Таким образом, по результатам филогенетической реконструкции установлена принадлежность изученного штамма к виду *B. melitensis*.

Выделенный штамм *B. melitensis* передан в референс-центр по мониторингу за возбудителем бруцеллеза на базе ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора для углубленного изучения, а также в Центр верификации диагностической деятельности, осуществляющий функции государственной коллекции Роспотребнадзора (Государственная коллекция патогенных бактерий (ГКПБ)) для пополнения национального коллекционного фонда штаммов патогенных микроорганизмов.

Таким образом, из крови пациента в бактериологической лаборатории инфекционного стационара с помощью автоматического гемокультуривирования выделена культура, подозрительная на наличие возбудителя бруцеллеза и идентифицированная в Центре индикации возбудителей инфекционных болезней I–II групп патогенности и обеспечения противоэпидемической готовности на базе ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора как *B. melitensis* с помощью комплекса методов. Выделе-

ние культуры возбудителя бруцеллеза в бактериологической лаборатории инфекционного стационара стало возможным в связи с оснащением современным высокотехнологичным оборудованием, профессиональной переподготовкой по особо опасным инфекциям и навыкам, приобретенным во время пандемии COVID-19, которые позволили специалистам провести все исследования с соблюдением принципов биологической безопасности. Полученный опыт подтверждает необходимость формирования настороженности персонала медицинских учреждений в отношении бруцеллезной инфекции, в том числе специалистов бактериологических лабораторий, которые могут столкнуться с подобной ситуацией.

## **ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ПО НЕКОТОРЫМ РЕДКИМ АРБОВИРУСНЫМ ИНФЕКЦИЯМ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ 2024 ГОДА: ЛИХОРАДКА ОРОПУШ, ЭНЦЕФАЛИТ ЧАНДИПУРА, ЗАПАДНЫЙ ЭНЦЕФАЛОМИЕЛИТ ЛОШАДЕЙ**

М. В. Поспелов, А. А. Зимирова, А. В. Иванова, Е. А. Чумачкова

*ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов, Россия*

**Аннотация.** Арбовирусы – многочисленная экологическая группа вирусов, переносчиками которых являются членистоногие. В первой половине 2024 г. наблюдалась повышенная активность ряда редких арбовирусных инфекций. Целью работы является обзор наиболее актуальной информации об эпидемиологической ситуации по лихорадке Оропуш, энцефалиту Чандипура, Западному энцефаломиелиту лошадей. За последние месяцы фиксируется расширение ареала возбудителей, необычно высокие показатели заболеваемости, в том числе после многолетнего перерыва, реализация рисков завоза на неэндемичные территории.

## **EPIDEMIOLOGICAL SITUATION REGARDING SOME RARE ARBOVIRAL INFECTIONS IN THE FIRST HALF OF 2024 YEAR: OROPUCHE FEVER, CHANDIPURA VIRUS ENCEPHALITIS, WESTERN EQUINE ENCEPHALITIS**

M. V. Pospelov, A. A. Zimirova, A. V. Ivanova, E. A. Chumachkova

*Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation*

**Abstract.** Arboviruses are a large ecological group of viruses, which vectors are arthropods. In the first half of 2024, increased activity of a number of rare arboviral infections was observed. The purpose of this work is to review the most current information on the epidemiological situation regarding Oropouche fever, Chandipura encephalitis, and Western equine encephalitis. In recent months, an expansion of the range of pathogens has been recorded, unusually high incidence rates, including after a long-term break, and the realization of the risks of importation into non-endemic territories.

**Введение.** Арбовирусы – многочисленная экологическая группа вирусов, переносчиками которых являются членистоногие. Арбовирусные инфекции (АВИ) регистрируются повсеместно, отличаются чрезвычайным антигенным разнообразием возбудителей, нередко – массовостью эпидемических вспышек. В первой половине 2024 г. наблюдалось осложнение эпидемиологической ситуации по распространенным АВИ: в некоторых регионах мира фиксировалась необычно высокая активность распространения вирусов ден-

ге, чикунгунья, Конго-крымской геморрагической лихорадки, Западного Нила, желтой лихорадки. В то же время в этот период отмечена необычная активность со стороны редких арбовирусных инфекций, в частности резкий рост уровня заболеваемости лихорадкой Оропуш с расширением эндемичных территорий и реализацией рисков завоза в эндемичные регионы, вспышки энцефалита Чандипура, Западного энцефаломиелита лошадей.

В отношении АВИ литературные данные последних десятилетий подтверждают общую тенденцию к расширению ареала возбудителей, выявлению новых носителей и переносчиков, подтверждению ранее считавшихся несвойственными механизмов передачи. Большая часть описанных в литературе арбовирусов представляет собой возбудителей довольно редких, недостаточно изученных инфекций. Тем не менее нельзя сказать, что пренебрежение изучением и мониторингом активности редко регистрируемых АВИ остается без негативных последствий. Потенциальный экономический и социальный ущерб от таких болезней становится все более очевидным.

**Цель.** Обзор наиболее актуальной информации об эпидемиологической ситуации по лихорадке Оропуш, энцефалиту Чандипура, Западному энцефаломиелиту лошадей в первой половине 2024 г.

**Материалы и методы.** Использовались открытые источники, научные публикации, отчетная документация международных организаций и национальных ведомств (рапорты, уведомления, краткие сообщения, коммюнике), сведения СМИ.

**Результаты и обсуждение.** Возбудитель лихорадки Оропуш – вирус *Orthobunyavirus oropoucheense* (семейство *Peribunyaviridae*) – впервые изолирован в 1955 г. из материала, отобранного у группы лесорубов с лихорадочным синдромом с острова Тринидад. За всю историю зарегистрировано более 30 вспышек, преимущественно в Бразилии. Клиническая картина включает лихорадку, головную боль, артралгию, миалгию, в редких случаях болезнь протекает тяжело – с менингитом и геморрагическими проявлениями. Основной переносчик – *Culicoides paraensis*, в циркуляцию вовлечены несколько видов млекопитающих и птиц. Не зафиксировано передачи от человека к человеку (Hercules Sakkas et al., 2018). В первой половине 2024 г. поступили сообщения о выявлении вируса в нескольких странах Американского региона, в том числе в тех, где ранее о случаях инфекции не сообщалось (на Кубе). По состоянию на 16 июля с начала года в пяти государствах региона выявлено 7688 подтвержденных случаев: 6976 – в Бразилии, 313 – в Боливии, 287 – в Перу, 74 – на Кубе, 38 – в Колумбии. В Бразилии, где зафиксировано наибольшее число инфицированных, риск заражения максимальный на севере страны (так, в ходе текущей вспышки 78 % случаев приходится на штат Амазонас). Более частые, чем ранее находки на расположенных южнее территориях страны в настоящее время связывают с результатами программы по поставке и распространению там диагностических наборов. Также в 2024 г. опубликована (впервые с 1982 г.) информация о возможных случаях вертикальной передачи инфекции. ECDC сообщил о завозных случаях инфекции в Италию и Испанию (по три случая) (Communicable disease threats report, Week 28, 2024).

Вирус Чандипура впервые выявлен в 1965 г., принадлежит семейству *Rhabdoviridae*, основными переносчиками считаются представители подсемейства москиты (несколько видов песчаных москитов). Вирус эндемичен для Индии, в основном поражает детей до 14 лет, почти исключительно в этой же возрастной группе наблюдаются случаи тяжелого течения и летальные исходы (Sunil Menghani et al., 2012). На протяжении десятилетий считалось, что инфекция проходит всегда в легкой форме с доброкачественным течением. Однако во время вспышки 2004 г. появились сообщения о случаях энцефалита среди инфицированных детей, в том числе с тяжелым течением. В период с 2003 по 2004 г. в центральной части страны уровень летальности достигал 56–57 %. Всего инфекция затронула 329 детей, 183 из которых скончались. В 2009 г. зарегистрировано 52 случая (15 с летальным исходом), в 2010 г. – 50 случаев (16 – с летальным исходом). По состоянию на 17 июля 2024 г. с начала года выявлено 29 случаев в Индии (26 – в провинции Гуджарат), из них 15 – с летальным исходом. Министерство здравоохранения предполагает дальнейший рост уровня заболеваемости.

В 2024 г. продолжается активная циркуляция вируса Западного энцефаломиелита лошадей в Южной Америке. Возбудитель болезни относится к семейству *Togaviridae*. Переносчиками инфекции являются представители *Culicidae*, конкретные виды отличаются в зависимости от территории. Клинические проявления колеблются в широких пределах – от практически бессимптомного течения до тяжелого с летальным исходом. В конце 2023 г. – начале 2024 г. случаи выявлены в Аргентине (впервые с 1996 г.) и Уругвае (впервые с 2009 г.). Это одна из немногих арбовирусных инфекций региона с высоким эпидемическим потенциалом. Предполагается, что риски широкого распространения с экспансивным ростом заболеваемости достаточно высоки, в прошлом наблюдались масштабные продолжительные вспышки. Известно, что с 24 ноября 2023 г. по 1 апреля 2024 г. выявлено 103 случая, 10 – с летальным исходом (летальность 9,7 %); из них в Аргентине – 98 (10 – с летальным исходом), в Уругвае – пять. В Аргентине случаи зафиксированы на территориях, ранее считавшихся эндемичными. Отмечается опасность трансконтинентального заноса возбудителя ввиду приближающегося сезона миграции птиц, подверженных инфекции (Jisoo Kim et al., 2024).

Активность рассматриваемых вирусов – часть общего тренда, связанного с рядом факторов, таких как изменение климата, формирование антропоургических очагов, расширение хозяйственной деятельности человека на территории природных очагов. Вспышки редких инфекций должны быть поводом для тщательного эпидемиологического расследования, оценки риска на государственном и международном уровне, возможного пересмотра текущих рекомендаций по мониторингу активности возбудителей.

## **ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ TLR2 И TLR4 В КЛЕТКАХ КРОВИ И СЕЛЕЗЕНКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ ПРИ СОВМЕСТНОМ ВВЕДЕНИИ *YERSINIA PESTIS* EV И ПРЕПАРАТА 974zh**

А. Б. Пятидесятникова, В. И. Дубровина, О. В. Юрьева, К. М. Корытов,  
Т. А. Иванова

*ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Одним из важных направлений повышения иммуногенных свойств вакцинных штаммов против особо опасных инфекций является поиск адъювантов. Селенорганические соединения обладают иммуностропными свойствами и антиоксидантным эффектом. В связи с этим изучение адъювантных эффектов препарата 2,6-дипиридиний-9-селенабицикло(3.3.1)нонан дибромида (974zh) на активность экспрессии генов TLR2 и TLR4, как важных факторов врожденного иммунитета, клетками макроорганизма экспериментальных животных, иммунизированных вакцинным штаммом *Yersinia pestis* EV НИИЭГ, являются актуальным направлением исследований. При оценке активности врожденного и адаптивного иммунитета, на примере клеток крови и селезенки биомоделей показано стимулирующее действие препарата 974 zh на экспрессию генов TLR2 и TLR4, что может свидетельствовать о повышении иммуногенных свойств вакцинного штамма *Y. pestis* EV под влиянием данного препарата.

## **EXPRESSION OF TLR2 AND TLR4 GENES IN BLOOD AND SPLEEN CELLS OF EXPERIMENTAL ANIMALS INVESTED WITH *YERSINIA PESTIS* EV AND PREPARATION 974zh**

A. B. Pyatidesyatnikova, V. I. Dubrovina, O. V. Yuryeva, K. M. Korytov, T. I. Ivanova

*Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** One of important directions for increasing immunogenic properties of vaccine strains against particularly dangerous infections is the search for adjuvants. Organoselenium compounds have immunotropic

properties and antioxidant effect. The study of the adjuvant effects of 2,6-dipyridinium-9-selenabicyclo(3.3.1)nonan dibromide (974zh) on the activity of TLR2 and TLR4 gene expression, as important factors of innate immunity, by macroorganism cells of experimental animals immunized with *Yersinia pestis* EV vaccine strain of NIEG, is a relevant area of research. When assessing the activity of innate and adaptive immunity, on the example of blood and spleen cells of white mice, the stimulating effect of 974 zh on the expression of TLR2 and TLR4 genes was shown, which may indicate an increase in the immunogenic properties of the *Y. pestis* EV vaccine strain under the influence of this preparation.

**Введение.** Большая часть вакцин против особо опасных инфекционных болезней представляют собой аттенуированные штаммы возбудителей или инактивированные патогены, обладающие не только иммуногенной и протективной активностью, но и остаточной вирулентностью и реактогенностью. Химические, субъединичные и комбинированные вакцины не обладают достаточной иммуногенной активностью и не могут сравниться с живыми по эффективности. Поэтому поиск неспецифических факторов, способных снижать степень негативного влияния живых вакцин на организм и повышать их иммуногенную активность, позволяя снизить дозу антигена, является актуальным. Применение иммуномодулирующих адъювантов дает возможность активировать врожденный иммунитет за счет стимуляции Toll-подобных рецепторов (TLR), что может быть использовано при разработке новых препаратов для лечения инфекционных заболеваний и создания вакцин для их профилактики. В последние годы соединения синтетического происхождения, влияющие на иммуногенез, активно исследуются и внедряются в практику в качестве адъювантов.

Ранее проведенные нами исследования на животных показали, что экспериментальный синтетический селенорганический препарат (974zh) 2,6-дипиридиния-9-селенабицикло(3.3.1)нонандибромид (ФГБУН Иркутский институт химии им. А. Е. Фаворского СО РАН) обладает иммуотропными свойствами. При сочетанном применении с вакцинным штаммом *Y. pestis* EV НИИЭГ позволяет сохранить его иммуногенность, при снижении антигенной нагрузки на порядок (с  $10^4$  до  $10^3$  КОЕ) и уменьшает аллергическую реакцию в процессе вакцинации.

Учитывая положительное влияние соединения 974zh на макроорганизм, исследования экспериментального синтетического селенорганического соединения в сочетании с вакцинными штаммами в качестве адъюванта, который будет индуцировать повышение экспрессии генов TLR, являются перспективными.

**Цель.** Оценка экспрессии генов TLR2 и TLR4 клетками иммунофагоцитарной системы экспериментальных животных, иммунизированных вакцинным штаммом *Y. pestis* EV на фоне иммуномодуляции селенорганическим соединением 974zh.

**Материалы и методы.** Исследование проводили на 125 сертифицированных беспородных белых мышах. Биологический материал (кровь, селезенка) обеззараживали, селезенку гомогенизировали. Выделение РНК и обратную транскрипцию осуществляли с помощью коммерческих наборов реагентов. Уровень экспрессии генов TLR2 и TLR4 определяли методом ПЦР в реальном времени (ПЦР-РВ) с использованием специфических праймеров (ООО «Синтол», г. Москва). Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием пакета программ Microsoft Excel. Достоверность полученных результатов оценивали с использованием U-критерия Манна – Уитни. Относительную концентрацию (ОК) копий генов TLR рассчитывали в программе RealTime\_PCR v7.7 (ООО «ДНК-технологии», г. Москва). Результаты считали достоверными при значении  $p < 0,05$ .

**Результаты и обсуждения.** Выявленные особенности экспрессии генов TLR2 и TLR4 в клетках врожденного иммунитета биомоделей в ответ на введение штамма *Y. pestis* EV НИИЭГ по уровню и кинетике зависят от количества введенного антигена (КОЕ) вакцинного штамма и наличия или отсутствия вводимого препарата 974zh. Данное экспериментальное селенорганическое соединение индуцирует повышение экспрессии генов TLR2 при совместном введении с *Y. pestis* EV в дозе на порядок ниже от

общепринятой ( $10^3$  КОЕ) на 1-е, 3-и и 7-е сут. наблюдения в клетках крови, на 3-и и 14-е сут. в клетках селезенки.

В ответ на введение экспериментальным животным препарата 974zh с вакцинным штаммом *Y. pestis* EV зарегистрировано повышение экспрессии гена TLR4 клетками крови на 1-е и 7-е сут., в клетках селезенки – на 1-е, 3-и и 14-е сут. эксперимента. Исследования показали, что при введении синтетического селенорганического соединения в сочетании с вакцинным штаммом *Y. pestis* EV при снижении иммунизирующей дозы до  $10^3$  КОЕ, происходит усиление экспрессии генов TLR2 и TLR4 в клетках крови и селезенки биомоделей практически во все сроки наблюдения.

Введение *Y. pestis* EV как в стандартной дозе ( $10^4$  КОЕ), так и на порядок ниже ( $10^3$  КОЕ), но без экспериментального селенорганического препарата не вызывало значительных и достоверных изменений экспрессии генов исследуемых типов TLR.

Все вышеизложенное убеждает в том, что повышение экспрессии генов TLR2 и TLR4 может усиливать иммунный ответ на введение вакцины и способствовать эффективной борьбе с чумой. Поэтому, экспериментальное селенсодержащее соединение 2,6-дипиридиний-9-селенабицикло(3.3.1)нонан дибромид (974zh) можно рассматривать, как перспективный адъювант.

## К 100-ЛЕТИЮ ОТДЕЛА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ И ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ИНСТИТУТА «МИКРОБ»

Е. В. Сазанова, Т. А. Малюкова, Т. П. Шмелькова, Ю. А. Попов, З. Л. Девдариани

*ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов, Россия*

**Аннотация.** В декабре 2024 г. отмечает 100-летие отдел образовательных программ и подготовки специалистов ФКУН «Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора – первое в стране подразделение, созданное с целью подготовки кадров для работ с возбудителями особо опасных инфекций. Цель – краткий обзор сведений об истоках, цели и задачах создания подразделения, этапах развития, принципах, видах и перспективах деятельности. Проанализированы архивные материалы, отчеты по НИР и годовым результатам работы, литературные источники. Пройден путь от подразделения, обучающего специалистов для борьбы с чумой и актуальными инфекциями в стране, до методического центра, координирующего информационное, методическое и материально-техническое обеспечение подготовки специалистов России, СНГ и дальнего зарубежья в противочумных учреждениях Роспотребнадзора.

## TO THE 100TH ANNIVERSARY OF THE DEPARTMENT OF EDUCATIONAL PROGRAMS AND TRAINING OF SPECIALISTS OF THE INSTITUTE "MICROBE"

E. V. Sazanova, T. A. Malyukova, T. P. Shmelkova, Yu. A. Popov, Z. L. Devdariani

*Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation*

**Abstract.** In December 2024, the Department of Educational Programs and Training of Specialists of the Federal State Scientific Institution Russian Anti-Plague Institute "Microbe" of Rospotrebnadzor celebrates its 100th anniversary. It is the first division in the country created for the purpose of training personnel to work with the agents of particularly dangerous infections. Presented is a brief overview of the origin, goals and objectives of the creation of the department, stages of its development, principles, types and prospects of activity. Archival materials, research reports and annual results of work, literary sources were analyzed. The department covered the path from a unit training specialists to combat plague and current infections in the country to a methodological center coordinating information, methodological and logistical support for the training of specialists from Russia, the CIS and far abroad countries in the anti-plague institutions of Rospotrebnadzor.

В декабре 2024 г. отмечает 100-летие отдел образовательных программ и подготовки специалистов ФКУН «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора – первое в стране подразделение, созданное с целью подготовки кадров для работ с возбудителями особо опасных инфекций (ООИ).

Институт «Микроб» является преемником «Особой лаборатории Императорского института экспериментальной медицины по заготовлению противобубонно-чумных препаратов в форте «Александр I», располагавшейся близ Кронштадта, где с 1899 г. осуществлялась подготовка специалистов по вопросам бактериологии и диагностики бубонной чумы (Николаев, 1967). Сложная эпидемическая ситуация на Юго-Востоке России способствовала организации противочумных лабораторий – Астраханской (1901 г.), Джембейтинской (1912 г., Уральская область), в работу которых входила подготовка медицинского персонала (Деминский, 1908; Николаев, 1967). В 1918 г. одной из реформ в организации медицинского дела в России стало создание первого противочумного института – Краевого института микробиологии и эпидемиологии Юго-Востока России Наркомздрава РСФСР (ныне ФКУН «Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора), на базе которого проводили краткосрочные курсы по чуме, натуральной оспе, малярии, обучению бактериологическим методам диагностики (Николаев, 1967).

Напряженная эпидемиологическая ситуация в стране по чуме (70,0 % – легочная форма), возвратному, брюшному, сыпному тифам, холере, «испанке» требовала квалифицированные кадры для борьбы и профилактики инфекций. Решением Наркомздрава СССР (приказ от 27 декабря 1924 г. № 67) создано специальное подразделение института «Микроб» – курсы подготовки врачей-чумологов (Николаев, 1967, 1968). На всех этапах развития подразделения цель оставалась неизменной – практическая направленность обучения специалистов (бактериологов, эпидемиологов, зоологов, лаборантов, дезинфекторов) выполнению профессиональных обязанностей и соблюдению биологической безопасности для защиты своего здоровья, населения и окружающей среды. Вместе с тем совершенствовались кадровый состав, тематика, продолжительность подготовки кадров, материально-техническое, методическое и информационное обеспечение учебного процесса.

Первая учебная программа содержала краткую информацию о микробиологии и эпидемиологии чумы, холеры, сибирской язвы, дифтерии, некоторых бактериальных кишечных инфекций человека, противоэпидемических и профилактических мероприятиях, приобретении навыков безопасного выполнения основных методов лабораторной диагностики (Николаев, 1967). В 1928–1930 гг. в программу включены бруцеллез, туляремия, натуральная оспа, малярия, туберкулез, дифтерия, постановка реакций Шика и Дика при вакцинации населения; подготовка персонала по оспопрививанию (Челова и др., 2000, 2001). С 1932 г. дополнительно организованы курсы усовершенствования врачей по ООИ; подготовка по профилактике холеры врачей, в том числе учреждений Министерств обороны, путей сообщения, водного транспорта, гражданской авиации и других. Продолжительность курсов первичной специализации изменялась от трех до девяти месяцев. После окончания Великой Отечественной войны Приказом Минздрава СССР был установлен 6-месячный срок специализации врачей по ООИ; с 1967 г. приобретение навыков безопасных манипуляций с возбудителями ООИ зафиксировано в «Инструкции по режиму работы с материалом, зараженным или подозрительным на зараженность возбудителями чумы...» как обязательное условие допуска к работе в противочумных учреждениях. В настоящее время данное условие регламентировано положениями СанПиН 3.3686-21.

С 1934 по 1999 г. специализированные подразделения для профессионального обучения работам с возбудителями ООИ были созданы в четырех противочумных институтах и Астраханской противочумной станции. С 1970-х гг. отдел подготовки и усовершенствования специалистов института «Микроб» стал методическим центром по разработке и пересмотру учебных программ, реализуемых в противочумных учреждениях страны.



Несмотря на сложную социально-экономическую ситуацию в стране после 1991 г. подготовка специалистов не прерывалась, а с 2006 г. повысилась ее интенсивность: актуализированы и разработаны 27 программ ДПО, включая подготовку к работе в условиях ЧС; применение ПЦР и секвенирования в лабораторной диагностике и др.

Научные сотрудники отдела активно решали задачу методического обеспечения учебного процесса: разработано семь учебно-методических пособий, пять учебно-методических комплексов, два комплекта сертификационных тестовых заданий по специальностям «бактериология» и «эпидемиология», явившихся основой двух баз данных, зарегистрированных в Роспатенте. Особое внимание было обращено на цифровую трансформацию образования: разработаны 11 электронных учебно-методических пособий (ЭУМП), включающих более 60 учебных видеофильмов, 2D- и 3D анимационных роликов, пять комплектов электронных контрольно-измерительных материалов и программное обеспечение для их применения; а также более 100 видеолекций. ЭУМП активно используются при обучении, в том числе специалистов стран СНГ и дальнего зарубежья.

С 2016 г. отдел принимает активное участие в международной деятельности по подготовке кадров в рамках распоряжений Правительства РФ, а также функционирования Центра, сотрудничающего с ВОЗ по вопросам реагирования на ЧС санитарно-эпидемиологического характера.

Совершенствование качества и эффективности обучения обеспечивают: 1) внедрение современных методов обучения, снижение биориска практических занятий путем поэтапного приобретения навыков безопасной работы и применения тематических учебных наборов штаммов бактерий; 2) отбор и подготовка преподавателей с учетом профессиональной компетентности, в первую очередь в вопросах биобезопасности; осознания личной социальной ответственности за качество выработки умений и навыков безопасной работы у курируемых слушателей курсов; опыта практической деятельности по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия в Российской Федерации и/или зарубежных странах.

Продуктивность и эффективность многоплановой работы отдела в разные годы обеспечивались благодаря служению именно таких специалистов – руководителей и членов коллектива, а широкий диапазон учебных тем – высокопрофессиональных научных сотрудников других подразделений института «Микроб».

За время существования отдела подготовлено около 19 тыс. специалистов медицинских и научно-исследовательских организаций более чем 40 регионов Российской Федерации, а также 708 – из восьми стран СНГ, 1186 – из стран дальнего зарубежья.

Работа отдела отмечена почетными грамотами директора института, благодарностями руководителей противочумных станций, отделов ООИ и ЦНИИ Минобороны РФ, лабораторной сети Европейского регионального бюро ВОЗ, профильных министерств и организаций стран СНГ.

Таким образом, за 100-летний период пройден путь от подразделения, обучающего специалистов для борьбы с чумой и актуальными инфекциями в стране, до методического центра, координирующего разработку и актуализацию программ ДПО, реализуемых противочумными учреждениями Роспотребнадзора, совершенствующего информационное, методическое и материально-техническое обеспечение подготовки специалистов в России, оказывающего консультативно-методическую помощь в части подготовки кадров стран СНГ и дальнего зарубежья. Анализ современного этапа деятельности отдела позволил сформировать планы и перспективы совершенствования.

# ВНЕДРЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ВЬЕТНАМА

А. Г. Селенина<sup>1</sup>, А. М. Поршаков<sup>1</sup>, Ж. А. Касьян<sup>1</sup>, Ле Лан Ань Тхи<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов, Россия

<sup>2</sup>Российско-Вьетнамский тропический научно-исследовательский и технологический центр,  
Ханой, Социалистическая Республика Вьетнам

**Аннотация.** При эпизоотологическом обследовании на территории Социалистической Республики Вьетнам происходит постоянное накопление данных о видовом составе, численности, характере распределения мелких млекопитающих и результатах их лабораторного исследования. Для проведения пространственного анализа и последующего прогнозирования эпизоотической активности очагов зоонозов целесообразным решением является создание электронной базы данных. Пополняемая электронная база данных «Мелкие млекопитающие – носители природно-очаговых болезней на территории Социалистической Республики Вьетнам» включает в себя данные за период с 2018 по 2024 г. В базе данных содержится информация по 507 обследованным пунктам в 31 районе Вьетнама. Объем данных составляет 3000 объектов и содержит фаунистическую информацию по 77 видам мелких млекопитающих.

## INTRODUCTYION OF GIS TECHNOLOGIES INTO EPIZOOTIOLOGICAL SURVEY OF VIETNAM TERRITORY

A. G. Selenina<sup>1</sup>, A. M. Porshakov<sup>1</sup>, Zh. A. Kas'yan<sup>1</sup>, Le Lan Anh Thi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation

<sup>2</sup>Vietnam-Russia Tropical Research and Technology Center, Hanoi, Vietnam

**Abstract.** During the epizootiological survey on the territory of the Socialist Republic of Vietnam, the data on the species composition, abundance, and nature of distribution of small mammals and results of their laboratory testing are continually accumulated. To carry out spatial analysis and subsequent forecasting of epizootic activity of zoonotic foci, an appropriate solution is to create an electronic database. The updated electronic database "Small mammals – carriers of natural-focal diseases on the territory of the Socialist Republic of Vietnam" comprises the data for the period between 2018 and 2024. It contains information on 507 surveyed sites in 31 districts of Vietnam. The data volume is 3000 objects, covering faunal features of 77 species of small mammals.

**Введение.** Территория Социалистической Республики Вьетнам располагается в границах Индо-Малайской зоогеографической области Палеогеи, охватывающей Юго-Восточную Азию и острова между Азией и Австралией. Фауна региона характеризуется большим видовым разнообразием. В фауне млекопитающих Вьетнама насчитывается 314 видов животных из 14 отрядов. Наиболее часто встречающиеся представители отрядов (Rodentia, Insectovora, Carnivora) могут выступать в качестве носителей чумы и других зоонозов. Распространение возбудителей инфекционных болезней в популяциях фоновых видов грызунов представляет эпидемическую опасность, что обуславливает необходимость внимательной оценки их потенциальной эпизоотологической значимости. Для решения поставленных задач необходимо создание электронной базы данных (ЭБД) «Мелкие млекопитающие – носители природно-очаговых болезней на территории Социалистической Республики Вьетнам» для унифицирования сбора и анализа полученных результатов.

**Цель.** Разработка электронной базы данных для дальнейшего ее применения при эпизоотологическом мониторинге территории Социалистической Республики Вьетнам.

**Материалы и методы.** При создании ЭБД использованы сведения о видовом составе, численности, характере распределения и состоянии популяций мелких млекопитающих и результатах их лабораторного исследования (Поршаков, Корнеев, Чумачкова, 2021). ЭБД является пополняемой и содержит информацию, полученную в ходе эпизоотологического обследования территории Вьетнама. Первичный ввод данных осуществляется в программе Excel, входящей в состав офисного приложения Microsoft Office и содержит следующие данные: идентификационный номер, год обследования, дата сбора материала, наименование региона, наименование провинции, наименование района, наименование коммуны, место обследования, географические координаты пункта обследования, видовая принадлежность, количество добытых животных, половая принадлежность, возраст, количество эмбрионов, количество проб, метод и результаты лабораторного исследования.

**Результаты и обсуждение.** На настоящий момент в базе данных имеется информация за период с 2018 по 2024 г. по 507 обследованным пунктам в 31 районе Вьетнама. Объем данных составляет более 3000 объектов по 77 видам мелких млекопитающих, собранных в 17 провинциях, а также содержит информацию по результатам лабораторных исследований с целью выявления возбудителей чумы, туляремии, лептоспироза, ГЛПС, бешенства, ККГЛ и других возбудителей природно-очаговых болезней. Информация в базе данных имеет точную географическую привязку, что позволяет экспортировать ее в различные платформы географических информационных систем (ArcGIS, MapINFO, QGIS, WinGis, ArcInfo, AutoCad Map, ObjecLand, ГеоГраф, Аксиома, Панорама и др.). При создании ЭБД носителей зоонозных инфекций на территории Социалистической Республики Вьетнам применена послойная организация пространственных данных, где каждый слой содержит объекты определенного вида, объединенные общими характеристиками. При такой организации базы данных каждый ее компонент является самостоятельной единицей, что позволяет использовать тематические слои, таблицы и другие компоненты по отдельности или все вместе.

Таким образом, ЭБД является качественно новой основой для последовательного и системного сбора, накопления и обработки информации, получаемой при эпизоотологическом обследовании территории Социалистической Республики Вьетнам. Разработанная ЭБД может быть использована для изучения видового состава, пространственного распределения мелких млекопитающих и структуры заселения различных типов биотопов на территории Социалистической Республики Вьетнам.

# БИОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ШТАММОВ *YERSINIA PSEUDOTUBERCULOSIS* ИЗ ПРИРОДНЫХ ОЧАГОВ ЧУМЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

А. С. Сидорин, К. С. Шевченко, Л. М. Куклева, Г. А. Ерошенко

ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора,  
Саратов, Россия

**Аннотация.** Штаммы псевдотуберкулезного микроба, выделенные на территории стран Центральной Азии, до сих пор остаются малоизученными по фенотипическим и молекулярно-генетическим свойствам. Проведено исследование фенотипических и генетических отличий штаммов *Yersinia pseudotuberculosis*, выделенных в природных очагах чумы Центральной Азии. По данным филогенетического анализа определено филогенетическое родство штаммов *Y. pseudotuberculosis* из очагов чумы Центральной Азии со штаммами O:3 серовара из России и других регионов мира. Выявлено отсутствие у них способности к ферментации мелибиозы и нарушение структуры мелибиозного оперона.

## BIOCHEMICAL AND GENETIC FEATURES OF *YERSINIA PSEUDOTUBERCULOSIS* STRAINS FROM NATURAL PLAGUE FOCI OF CENTRAL ASIA

A. S. Sidorin, K. S. Shevchenko, L. M. Kukleva, G. A. Eroshenko

Russian Research Anti-Plague Institute «Microbe», Saratov, Russian Federation

**Abstract.** The strains of pseudotuberculosis microbe isolated in the territory of Central Asian countries are still remain poorly studied in terms of phenotypic and molecular genetic properties. The aim of this study was to investigate phenotypic and genetic differences of *Yersinia pseudotuberculosis* strains isolated in natural plague foci of Central Asia. According to the phylogenetic analysis, phylogenetic relatedness of *Y. pseudotuberculosis* strains from plague foci of Central Asia with O:3 serovar strains from Russia and other regions of the world was determined. The absence of the ability to ferment melibiose and disruption of the melibiose operon structure were revealed.

**Введение.** *Yersinia pseudotuberculosis* – грамотрицательная палочка из семейства *Yersiniaceae*, распространенная повсеместно и способная инфицировать людей и широкий спектр диких и домашних животных. Чаще всего заражение происходит через пищевые продукты, например, мясо, воду, молочные продукты, овощи. Заболевание сопровождается лихорадкой, общей интоксикацией, поражением лимфоузлов, воспалением кишечника, реже может наблюдаться артрит, узловатая эритема, скарлатиноподобная сыпь (Galindo et al., 2011). В настоящее время известен 21 серологический вариант псевдотуберкулезного микроба, из которых серовары O1-O5 являются патогенными для человека (Tsubokura et al., 1995). Среди генетических детерминант, отвечающих за патогенность *Y. pseudotuberculosis*, выделяют родоспецифическую плазмиду pCad, кодирующую комплекс белков системы секреции III типа, и хромосомный остров высокой патогенности НР1 с генами, участвующими в биосинтезе, регуляции и транспорте сидерофора йерсиниабактина.

Бактерия *Y. pseudotuberculosis* близкородственна другой патогенной йерсинии – возбудителю чумы *Yersinia pestis*, что значительно осложняет их дифференциальную лабораторную диагностику. Например, при исследовании ранее штаммов *Y. pestis* из Сарыджазского высокогорного очага чумы из смешанной культуры клеток были выделены и охарактеризованы штаммы *Y. pseudotuberculosis* морфологически трудно отличимые от штаммов *Y. pestis* (Джапарова и др., 2021). Псевдотуберкулезный микроб отличается от *Y. pestis* такими свойствами как утилизация мочевины, прототрофность, подвижность при комнатной температуре (~20 °C), ферментация рамнозы, арабинозы, мелибиозы и, по ряду других признаков.

Ранее методом полногеномного SNP-анализа было установлено, что штаммы *Y. pseudotuberculosis*, выделенные на территории Сарыджазского очага чумы, кластеризуются вместе со штаммом *Y. pseudotuberculosis* O:3 серовара из Туркменистана и на дендрограмме входят в подветвь штаммов O:3 серовара, полученных в России и других регионах мира (Джапарова и др., 2021). Штаммы псевдотуберкулезного микроба, выделенные на территории других стран СНГ и, в частности, в Центрально-Азиатском регионе, до сих пор остаются малоизученными по комплексу фенотипических и молекулярно-генетических свойств.

**Цель.** Изучение фенотипических и генетических особенностей штаммов *Y. pseudotuberculosis*, выделенных в природных очагах чумы Центральной Азии.

**Материалы и методы.** В работе использовали 12 штаммов *Y. pseudotuberculosis*, выделенных в 1959–1986 гг. на территории Казахстана, Туркменистана, Кыргызстана и Монголии, а также 34 полногеномные последовательности штаммов *Y. pseudotuberculosis* разных сероваров из международных генетических баз данных. Штаммы выращивали при температуре 28 °С в течение 24 ч на LB бульоне и агаре. Ферментацию сахаров изучали на средах Гисса, включавших 1 % соответствующих субстратов.

SNPs выявляли путем выравнивания контигов штаммов на геном штамма *Y. pseudotuberculosis* IP32953, при помощи программы Snippy 4.6. Дендрограмму строили с использованием программы PHYL-3.1 (модель GTR). Поиск и выравнивание генов осуществляли в программе MEGA 7 и с использованием авторского скрипта, написанного на языке программирования Python v.3.10.

**Результаты и обсуждение.** По результатам полногеномного SNP-анализа с использованием программы PHYL-3.1 модели GTR построено укорененное не ультраметрическое филогенетическое дерево. Сформированные на дендрограмме ветви состоят преимущественно из штаммов одного серовара. Из 12 исследованных нами штаммов *Y. pseudotuberculosis* из природных очагов чумы Центральной Азии 6 вошли в ветвь, образованную штаммами O:3 серовара, 1 штамм отошел к ветви со штаммами O:2 серовара, 2 штамма к ветви O:1b и 3 штамма – O:1a.

При этом 3 штамма из 6, вошедшие в ветвь O:3 серовара, образовали в ней отдельную подветвь совместно с ранее описанными штаммами из Сарыджазского очага в Кыргызстане и Казахстане и штаммом O:3 серовара из Туркменистана.

Все взятые в исследование штаммы *Y. pseudotuberculosis* изучены по способности ферментировать различные субстраты: рамнозу, сахарозу, маннит, лактозу, мелибиозу, арабинозу. У 6 штаммов в составе ветви O:3 серовара выявлено отсутствие способности к ферментации мелибиозы, что отличает их от типичных штаммов *Y. pseudotuberculosis*.

Для выяснения причины этой особенности было проведено изучение строения мелибиозного оперона и установлено, что у этих 6 штаммов большая его часть отсутствует, что, вероятно, и является причиной не способности утилизировать мелибиозу. При исследовании мелибиозного оперона у других штаммов *Y. pseudotuberculosis* из ветви O:3 серовара также выявлено отсутствие большей части генов этого оперона.

Таким образом, проведено изучение свойств штаммов *Y. pseudotuberculosis* из очагов чумы Центральной Азии, выделенных в природных очагах чумы на территории Казахстана, Туркменистана, Кыргызстана и Монголии. Определено филогенетическое родство большинства штаммов со штаммами O:3 серовара различного происхождения. Впервые у большей части штаммов *Y. pseudotuberculosis*, выделенных в природных очагах чумы Центральной Азии, выявлено отсутствие способности к ферментации мелибиозы, что обусловлено нарушением структуры генов мелибиозного оперона. Полученные данные могут быть использованы для исследования популяционной структуры и дифференциации штаммов *Y. pseudotuberculosis*, циркулирующих в очагах чумы Центральной Азии.

# НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАБОТЫ С ЛАБОРАТОРНЫМИ ЖИВОТНЫМИ ПРИ НАКОПЛЕНИИ КУЛЬТУРЫ ВОЗБУДИТЕЛЯ ЛИХОРАДКИ КУ

О. А. Сокольская, Д. А. Левченко, М. В. Ренгач, Д. П. Мирошникова

*ФКУЗ Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора,  
Ростов-на-Дону, Россия*

**Аннотация.** Для лабораторной диагностики лихорадки Ку у человека и при осуществлении эпидемиологического надзора применяются иммунологические и молекулярно-биологические методы. Проведение работ по культивированию коксиелл методом биологической пробы возможно из образцов, в которых было подтверждено наличие генетических маркеров или антигенов *Coxiella burnetii*. Для постановки биопробы преимущественно используют кровь больного коксиеллезом. Накопление биомассы микроорганизма проводят в организме чувствительных лабораторных животных, к которым относятся морские свинки и белые мыши. Специалисты, выполняющие работу с биопробами, должны иметь квалифицированную подготовку, опыт работы, знание регламентированных стандартных операционных процедур при работе с биологическими моделями, что в свою очередь способствует уменьшению страдания лабораторных животных, а самое главное – предотвращению возникновения аварийных ситуаций.

## SOME ASPECTS OF WORKING WITH LABORATORY ANIMALS DURING THE ACCUMULATION OF A CULTURE OF THE CAUSATIVE AGENT OF Q FEVER

O. A. Sokolskaya, D. A. Levchenko, M. V. Rengach, D. P. Miroshnikova

*Rostov-on-Don Research Anti-Plague Institute, Rostov-on-Don, Russian Federation*

**Abstract.** Immunological and molecular biological methods are used for laboratory diagnosis of Q fever in humans and in the implementation of epidemiological surveillance. Work on the cultivation of coxiella by biological sampling is possible from samples in which the presence of genetic markers or antigens of *Coxiella burnetii* has been confirmed. The aim is to develop an algorithm for working with laboratory animals infected with the causative agent of coxiellosis, aimed at meeting the requirements of biological safety and bioethical standards. To perform a biopsy, the blood of a patient with coxiellosis is mainly used. The accumulation of microbial biomass is carried out in the body of sensitive laboratory animals, which include guinea pigs and white mice. Specialists working with bioassays should have qualified training, work experience, knowledge and implementation of regulated standard operating procedures when working with biological models, which in turn helps to reduce the suffering of laboratory animals, and most importantly – to prevent the occurrence of emergency situations.

Лихорадка Ку (коксиеллез), вызываемая *Coxiella burnetii* – зоонозная инфекция, характеризующаяся разнообразными путями передачи. Возбудитель коксиеллеза способен самостоятельно существовать в эпизоотических очагах в популяциях сельскохозяйственных животных, а также в смешанных природно-хозяйственных (антропургических) очагах. Заражение людей происходит аспирационным, контактным либо алиментарным путями передачи от сельскохозяйственных животных (Шпынов, 2021).

По данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека на территории России за период 2013–2023 гг. выявлена тенденция к росту заболеваемости лихорадкой Ку (Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2023 г.»).

Коксиеллы обладают высокой вирулентностью для человека: заражающая доза может составлять менее 10 клеток (Крамарь, 2020). В связи с тем, что возбудитель коксиеллеза относится ко II группе патогенности (СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней»), молеку-

лярно-генетические, биологические исследования, связанные с накоплением возбудителя, должны проводиться в лабораториях, имеющих санитарно-эпидемиологическое заключение на работу с материалом, зараженным или подозрительным на зараженность микроорганизмами I–II групп патогенности.

В этой связи **целью** данного исследования явилась разработка алгоритма работы с лабораторными животными, зараженными возбудителем коксииеллеза, направленного на соблюдение требований биологической безопасности и биоэтических норм.

Лаборатория экспериментально-биологических моделей и биологической безопасности ФКУЗ Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора оборудована: боксами микробиологической безопасности II класса тип A2 Vis-A-Vis, в которых осуществляется заражение, вскрытие биопробных животных и другие манипуляции; системой индивидуальных вентилируемых клеток (типа БИО-ВЕНТ) – для содержания биопроб, инфицированных возбудителем коксииеллеза. Материалом для заражения чаще всего служат образцы сыворотки крови больных коксииеллезом, в которых было подтверждено наличие генетических маркеров или антигенов *S. burnetii*.

Кормление экспериментальных животных, зараженных коксииеллами, проводится сбалансированным гранулированным кормом. Использование гранулированного питания снижает вероятность распространения инфекции аэрозольным распылением. В качестве подстилочного материала используют древесные опилки. Смена подстилочного материала осуществляется один раз в неделю или чаще по мере его загрязнения отходами жизнедеятельности животного.

Использование биологических моделей в лабораторных исследованиях является одной из важнейших проблем биоэтики. При реализации этических принципов обращения с лабораторными животными и важным компонентом является функционирование на базе учреждения независимого экспертно-консультативного органа – комиссии по биоэтике. В своей деятельности Комиссия руководствуется Евразийской Конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях, ГОСТ 33216-2014 «Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными» и СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней». Все работы, планируемые с использованием биопробных животных, осуществляют после представления и заключения данной комиссии.

У морских свинок в результате заражения материалом, содержащим *S. burnetii* примерно через неделю, развивается лихорадка (до 40–41 °С), которая свидетельствует о накоплении возбудителя в большом количестве (Рудаков, 2023). В связи с лихорадочным синдромом морским свинкам проводится ежедневная термометрия в прямой кишке электронным термометром. Перед использованием термометр протирают ватой, смоченной в 70%-ном спирте, вытирают насухо и смачивают вазелиновым маслом. Одновременно с термометрией проводят осмотр животного, обращая внимание на наличие гиперемии, отека мошонки и увеличения яичек, которые перестают вправляться в брюшную полость. При работе с белыми мышами термометрию не проводят, так как данная биомодель переносит инфекцию в скрытой форме.

Для определения наличия коксииелл в сыворотке крови у морской свинки на пике лихорадки проводят взятие крови путем кардиальной пункции под анестезией. Животное помещают в камеру, заполненную смесью эфира с воздухом. После того как животное впало в коллапс его извлекают и укладывают на операционный столик, привязывают и выстригают шерсть, в установленной точке проводят пункцию грудной клетки. После получения достаточного количества крови животное подвергают эвтаназии с применением хлороформа. Установив факт смерти лабораторное животное корнцангом переключают на рабочее место для вскрытия.

Вскрытие павших либо эвтаназированных животных (морских свинок), зараженных коксииеллами, можно разделить на три этапа. На первом этапе проводят отбор яичек. После разреза кожных покровов животного и отделения их от брюшины проводят оценку патолого-морфологической картины подкожной клетчатки, сосудов и лимфатической системы. Яички оказываются в основании кожного треугольника морской свинки, которые высвобождают при оттягивании кожного лоскута пинцетом, отбор осуществляют при помощи острых ножниц.

Второй этап заключается в отборе паренхиматозных органов (легкие, печень, селезенка). Биопробным животным проводят вскрытие брюшной полости с последующим осмотром внутренних органов, далее вскрывают грудную полость и аналогично осматривают органы. При обнаружении патологоанатомических изменений во внутренних органах брюшной и грудной полостей проводят их регистрацию и описание. Отбор органов животного для приготовления суспензий осуществляют в следующей последовательности: сначала отбирают легкие, так как по данным литературы в них содержится наибольшее количество коксииелл (Рудаков, 2023), затем селезенку и печень.

На третьем этапе проводят отбор головного мозга животного. Для этого предварительно в брюшную полость заправляются кишечные петли, кусочки паренхиматозных органов, грудную и брюшную полости накрывают мышечно-костным лоскутом, биопробу переворачивают и укладывают на тампон, смоченный дезинфицирующим раствором, фиксируют в брюшном положении, при этом проведение фламбирования головы не требуется, делают разрез по направлению от одного уха к другому и отсепааровывают кожу от черепной коробки, разрез костей черепа проводят аналогично линии разреза кожи и отделяют крышку черепа, головной мозг извлекают с помощью скальпеля.

При вскрытии белых мышей первый и третий этапы не проводят. Трупы вскрытых лабораторных животных осторожно перекалывают в пакет, который помещают в контейнер для автоклавирования и подвергают обеззараживанию в паровом стерилизаторе. Инструменты и принадлежности, используемые при проведении манипуляций с зараженными животными, подлежат дезинфекции путем орошения, протирания либо погружения в дезинфицирующий раствор. В блоке, где осуществлялась работа с животными, инфицированными *S. burnetii*, проводят текущую дезинфекцию.

Таким образом, работа с различными видами животных (морские свинки, белые мыши), зараженными коксииеллами, имеет свои требования, которые направлены как на обеспечение биологической безопасности, так и на соблюдение биоэтических норм. Специалисты лаборатории, проводящие работу с лабораторными животными должны иметь квалифицированную подготовку, опыт работы, знание регламентированных стандартных операционных процедур при работе с биологическими моделями, что в свою очередь способствует уменьшению страдания лабораторных животных, а самое главное – предотвращению возникновения аварийных ситуаций.



# ПАТОЛОГОАНАТОМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ БЕЛЫХ МЫШЕЙ ПРИ ИНФЕКЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ, ВЫЗВАННОМ АГАРОВОЙ И БИОПЛЕНОЧНОЙ КУЛЬТУРАМИ *FRANCISELLA TULARENSIS*

Т. П. Старовойтова, А. Б. Пятидесятникова, Т. А. Иванова, В. И. Дубровина,  
К. В. Наумова, А. В. Мазепа, Е. С. Куликалова

ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

**Аннотация.** Возбудитель туляремии, как и большинство микроорганизмов, в определенных условиях способен к пленкообразованию. В связи с тем, что механизм пленкообразования можно рассценивать как один из факторов патогенности микроорганизмов, изучение роли бактериальных биопленок в инфекционном процессе является актуальным направлением исследований. Сравнительный анализ патологоанатомических изменений в органах и тканях экспериментальных животных, инфицированных биопленочной и агаровой культурами *Francisella tularensis* 15В НИИЭГ и *F. tularensis* И-384 показал, что на пятые сутки исследования выявлено увеличение массового коэффициента, указывающего на гипертрофию органов, а также более выраженные патологоанатомические изменения при введении биопленочных культур.

## PATHOANATOMIC CHANGES IN ORGANS AND TISSUES OF WHITE MICE DURING AN INFECTIOUS PROCESS CAUSED BY AGAR AND BIOFILM CULTURES OF *FRANCISELLA TULARENSIS*

T. P. Starovoitova, A. B. Pyatidesyatnikova, T. A. Ivanova, V. I. Dubrovina,  
K. V. Naumova, A. V. Mazepa, E. S. Kulikalova

*Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** The tularemia pathogen, like most microorganisms, is capable of film formation under certain conditions. Due to the fact that the mechanism of film formation can be considered as one of the factors of pathogenicity of microorganisms, the study of the role of bacterial biofilms in the infectious process is a relevant area of research. Comparative analysis of pathoanatomical changes in experimental animals infected with biofilm and agar cultures of *Francisella tularensis* 15B NIEG and *F. tularensis* I-384 showed that on the 5th day of the study an increase in the mass ratio indicating organ hypertrophy was revealed, as well as more pronounced pathoanatomical changes when biofilm cultures were introduced.

**Введение.** Способность возбудителя туляремии к пленкообразованию является важным условием для выживания микроорганизма. В составе биопленок *Francisella tularensis* меньше подвержена фагоцитозу и воздействию на него антибактериальных веществ. Устойчивость *F. tularensis* обусловлена барьерной функцией и формированием клеток-персистеров, в связи с чем образование биопленок можно рассценивать как фактор патогенности.

**Цель.** Сравнительная оценка патологоанатомических изменений в органах и тканях белых мышей, инфицированных агаровой и биопленочной культурами *F. tularensis* 15В НИИЭГ и *F. tularensis* И-384.

**Материалы и методы.** Исследование проводили на 40 сертифицированных беспородных белых мышах. Объекты исследования: штаммы *F. tularensis* subsp. *holarctica* Ery(R) (15В НИИЭГ) и *F. tularensis* subsp. *novicida* (И-384). Использовали 48-часовые культуры, выращенные на плотной питательной среде FT-агар с глюкозой. Биопленочные культуры получали культивированием этих штаммов в течение 168 ч в мясопептон-

ном бульоне (МПБ) с добавлением глюкозы. Экспериментальный инфекционный процесс создавали путем введения суспензии опытной группе животных (по 10 особей) в дозе 500 КОЕ. На пятые сутки исследования животных умерщвляли и вскрывали с описанием макроскопических изменений в органах и тканях. Оценка состояния паренхиматозных органов проводилась с применением интегрального показателя – массового коэффициента (МК).

Кровь, регионарные лимфатические узлы, селезенку, печень и легкое высевали на FT-агар с глюкозой и инкубировали при 37 °С в течение двух-четырех суток. Учет количества выросших колоний проводили на вторые-четвертые сутки.

Статистическую обработку проводили с применением программ Statistica 6.0 и Microsoft Office Excel (2003), используя t-критерий Стьюдента ( $p < 0,05$ ).

**Результаты и обсуждение.** Установлено, что на пятые сутки исследования у животных, зараженных биопленочными культурами *F. tularensis*, патологоанатомические изменения в органах и тканях более выражены, чем при введении агаровых культур. Что подтверждается повышением МК лимфатических узлов, селезенки и печени у экспериментальных животных инфицированных биопленочными культурами *F. tularensis* по сравнению со значением МК животных при введении агаровых культур. Увеличение МК органов у белых мышей, зараженных биопленочными культурами, может указывать на гипертрофию, которая происходит под воздействием гепатотоксических веществ, которым и является вводимая биопленочная культура. Генерализация инфекции (подтвержденная фактом бактериологического 100 % обсеменения селезенки у животных зараженных биопленочной культурой по сравнению с 50 % у животных с агаровой культурой), свидетельствует о повышении инвазивной способности возбудителя в составе биопленки и приобретает более выраженные патогенные свойства.

Таким образом, сравнительное изучение инфекционного процесса, вызванного агаровыми и биопленочными культурами *F. tularensis* 15В НИИЭГ и *F. tularensis* И-384 выявило патологоанатомические изменения в органах и тканях белых мышей, что свидетельствует о повышении вирулентных свойств туляремийного микроба в условиях биопленкообразования.

# CANSNP-АНАЛИЗ ШТАММОВ *FRANCISELLA TULARENSIS*, ВЫДЕЛЕННЫХ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

А. К. Сынгеева, С. М. Лященко, А. В. Мазепа, Е. С. Куликалова,  
К. В. Наумова, М. А. Борзенко

ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

**Аннотация.** Для углубленного изучения в природных очагах различных популяций возбудителя туляремии проведен биоинформационный анализ полногеномных последовательностей 35 штаммов *Francisella tularensis*, выделенных во время разлитой эпизоотии в Хабаровском крае в 2015 г., а также других 43 штаммов, выделенных на территории Дальнего Востока в 1958–2023 гг. Выявлена идентичность фенотипических свойств, генотипов и профилей штаммов вне зависимости от источника выделения. Определены филогенетические взаимоотношения исследованных штаммов и их место в глобальной популяции *F. tularensis*. Установлен canSNP-тип для 78 изолятов.

## CANSNP ANALYSIS OF FRANCISELLA TULARENSIS STRAINS ISOLATED IN THE FAR EAST

A. K. Syngeeva, S. M. Lyaschenko, A. V. Mazepa, E. S. Kulikalova,  
K. V. Naumova, M. A. Borzenko

Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** For in-depth study of different populations of the tularemia pathogen in natural foci, bioinformatic analysis of full genome sequences of 35 strains of *Francisella tularensis* isolated during the epizootic in Khabarovsk Krai in 2015, as well as other 43 strains isolated in the Russian Far East in 1958–2023 was carried out. The identity of the phenotypic properties, genotypes and profiles of the strains was revealed, regardless of the source of isolation. The phylogenetic relationships of the studied strains and their place in the global population of *F. tularensis* were determined. The canSNP type was established for 78 isolates.

**Введение.** Заболеваемость туляремией в последнее десятилетие имеет тенденцию к росту, прослеживается четкая направленность к расширению ареала эпизоотической активности, наблюдается активизация природных очагов туляремии по всей России. Широкое распространение природных очагов на территории Российской Федерации, их стойкость требуют современных подходов к изучению *Francisella tularensis*, таких как полногеномное секвенирование.

В 2015 г. в очагах лесного типа на Дальнем Востоке на фоне разлитой эпизоотии и возникших эпидосложнений у людей изолировано 35 культур туляремийного микроба из клинического и биологического материалов, из объектов внешней среды.

**Цель.** Определить генетическое разнообразие, филогенетические связи и особенности генетической организации 35 штаммов *F. tularensis*, выделенных во время эпизоотии в Хабаровском крае в 2015 г., а также других 43 штаммов, выделенных на территории Дальнего Востока в 1958–2023 гг.

**Материалы и методы.** Штаммы туляремийного микроба ( $n = 78$ ) исследованы бактериологическими и биоинформатическими методами. Штаммы выделены с использованием набора для экстракции ДНК Qiagen DNA Blood and Tissue. Полногеномное секвенирование осуществляли на платформах Illumina MiSeq V3 и Oxford Nanopore Mk1B. Прочтения очищены от адаптеров с помощью Porechop v.0.2.4 и Trimmomatic v.0.39, сборка ридов проведена с использованием Flye v.2.9.1-b1780 и Spades v.3.13.1. Аннотация генома осуществлена с помощью алгоритмов Bakta v.1.7.0, идентификация канонических однонуклеотидных полиморфизмов – canSNPer v.2.0.6. Коровое выравнивание про-

ведено в Snippy v.4.6.0. Для анализа полученных последовательностей использовали базу данных GeneBank. Референсным геномом выступил *F. tularensis* Schu S4\_249 (GenBank: CP073129).

**Результаты и обсуждение.** Все 78 штаммов, выделенных на Дальнем Востоке в 1958–2023 гг. имели типичные для штаммов *F. tularensis* биологические свойства, в том числе характерную бактериоскопическую морфологию при окрашивании по Граму и специфическими флуоресцирующими туляремийными иммуноглобулинами, формировали присущий туляремийному микробу рост на Ft-агаре. Штаммы не расщепляли глицерин и не проявляли цитруллинуреидазную активность. Все штаммы высоковирулентны (DCL 1 м. к. для белых мышей). Из исследуемой выборки 75 штаммов идентифицированы как *F. tularensis* subsp. *holarctica* biovar *EryS* (эритромицин-чувствительный). Значительно меньшее количество отнесены к *F. tularensis* subsp. *holarctica* biovar *EryR* (эритромицин-резистентный): И-213 (Приморский край, 1966), И-278 (Хабаровский край, 1970), И-254 (Сахалинская область, 1968).

Геном исследуемых изолятов представлен кольцевой хромосомой длиной 1 794 669–1 893 568 п. н. Плазмид у изученных штаммов возбудителя не обнаружено. Среднее содержание GC составляет 32,2 %, среднее количество белок-кодирующих генов (CDS) – 2251. Изоляты имеют среднюю нуклеотидную идентичность 99,1 % в сравнении с референсным штаммом.

Проведено типирование геномов возбудителей по схеме canSNP в соответствии с Vogler A. J. et al. Изучение полногеномных нуклеотидных последовательностей 78 штаммов *F. tularensis* позволило получить представление о генетических взаимоотношениях и их месте в глобальной популяции *F. tularensis*.

На территориях Дальневосточного федерального округа выявлено три главных SNP-типа: *F. tularensis* subsp. *holarctica*: В.4 (В.112, В.127, В.129), В.6 (В.7, В.133, В.138) и В.12 (В.66, В.196, В.197). Основной субкладой в регионе является В.7 ( $n = 42$ ), штаммы с этим типом выявлялись на протяжении всего периода эпизоотического мониторинга. Наиболее генетически гетерогенная популяция возбудителя циркулирует в Хабаровском крае, при этом основными кладами этой территории являются В.4 (субклады В.112, В.127) и В.6 (субклады В.7, В.133). Штаммы туляремийного микроба из Сахалинской области продемонстрировали низкое SNP-разнообразие на протяжении большей части исследуемого временного периода, что объяснимо географической изолированностью субъекта. Штаммы субклады В.127 сформировали пространственно-временной кластер в 1972–2015 гг., который подтверждает другие исследования, что бактерия способна вызывать вспышки в течение длительных периодов с очень медленным ростом скорости мутаций.

Геном возбудителя относительно консервативен. По филогенетическому родству и структурной организации некоторые геномы штаммов Дальнего Востока мало отличаются от других *F. tularensis*, выделенных с территорий Европы и США. Вероятно, это связано с явлением географического расселения на большие расстояния.

# МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ И ЗИМОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХИТИНАЗ ШТАММОВ *FRANCISELLA TULARENSIS* РАЗНЫХ ПОДВИДОВ

А. К. Сынгеева, В. Б. Николаев, А. В. Корнева, С. Н. Козлов, Е. С. Куликалова,  
А. В. Мазепа, Е. Ю. Марков

*ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Туляремийный микроб обладает клеточными механизмами и ферментными системами, обеспечивающими ему выживание в окружающей среде. Одним из таких элементов является хитиноподобный комплекс, обеспечивающий доступ к энергетическому и пластическому материалу и не только. Проведен молекулярно-генетический и зимографический анализ активности хитиназ суспензий и лизатов клеток штаммов туляремийного микроба разных подвидов, выращенных на плотной питательной среде с использованием теста радиальной энзимодиффузии в агарозе с коллоидным хитином в качестве субстрата. Наличие и структуру генов хитиназ определяли на штаммах характерных четырех подвидов. В структуре генов обнаружены однонуклеотидные мутации. Суспензии клеток и их лизаты обладают хитиноподобной активностью и установлена ее зависимость от условий проведения эксперимента.

## MOLECULAR-GENETIC AND ZYMOGRAPHIC ANALYSIS OF CHITINASES OF *FRANCISELLA TULARENSIS* STRAINS OF DIFFERENT SUBSPECIES

A. K. Syngeeva, V. B. Nikolaev, A. V. Korneva, S. N. Kozlov, E. S. Kulikalova,  
A. V. Mazepa, E. Yu. Markov

*Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** The tularemia microbe has cellular mechanisms and enzyme systems that ensure its survival in the environment. One of these elements is the chitinolytic complex, which provides access to energy and carbon, and nitrogen and not only. A molecular genetic and zymographic analysis of the chitinase activity of suspensions and cell lysates of tularemia microbe strains of different subspecies grown on a solid nutrient medium was carried out using a radial enzyme diffusion test in agarose with colloidal chitin as a substrate. The presence and structure of chitinase genes were determined using strains of characteristic four subspecies. Single nucleotide mutations were found in the gene structure. Cell suspensions and their lysates have chitinolytic activity, and its dependence on the experimental conditions has been established.

**Введение.** Представители вида *Francisella tularensis* не имеют заметных культуральных и морфологических отличий, однако, несмотря на высокую нуклеотидную идентичность все подвиды *F. tularensis* обладают существенным различием по вирулентности, экологическим особенностям среды обитания и географическому распространению (Larson et al., 2020). Хорошо известно о взаимодействии патогена с широким кругом как позвоночных, так и беспозвоночных животных. Мелкие млекопитающие, клещи, слепни, комары и блохи выступают в роли основного звена в передаче возбудителя человеку (Lundstrom et al., 2011; Mahajan et al., 2011). Одним из важных факторов жизнеспособности туляремийного микроба в окружающей среде являются хитиназы (КФЗ.2.1.14), обеспечивающие доступ к энергетическому и пластическому материалу, а также его передачу возбудителю через модуляцию бактериальной адгезии и инвазию. В связи с этим бактериальные хитиназы (главным образом, секреторные) могут быть перспективными мишенями для поиска новых антибактериальных препаратов (Devlin, Behnsen, 2023).

**Цель.** Молекулярно-генетический и зимографический анализ хитиназ туляремийного микроба разных подвидов.

**Материалы и методы.** Исследование генов хитиназ проводили методом полногеномного секвенирования на десяти штаммах четырех подвидов: *holarctica* (И-250, И-391, И-201, И-126), *tularensis* (163, 386), *novicida* (383, 384) и *mediasiatica* (385, И-394). Амплификацию генов *chiA*, *chiB*, *chiC*, *chiD* проводили по соответствующей программе (Chandler et al., 2011). Генетический материал выделен с использованием набора для экстракции ДНК Qiagen DNA Blood and Tissue. Полногеномное секвенирование осуществляли на платформе Illumina MiSeq V3 и Oxford Nanopore Mk1B. Прочтения очищены от адаптеров с помощью Porechop v.0.2.4 и Trimmomatic v.0.39, сборка ридов проведена с использованием Flye v.2.9.1-b1780 и Spades v.3.13.1. Аннотация генома осуществлена Bakta v.1.7.0. Все последовательности *chi*-генов зарегистрированы в GenBank. Для анализа использовали базы данных GeneBank и UniProt.

Для зимографии использовали десять штаммов: подвид *tularensis* (386), подвид *mediasiatica* (385, И-394, И-396), подвид *novicida* (383, 384), подвид *holarctica* (И-250, И-391, И-126, И-201). Культуру выращивали при 37 °С в течение 48 ч на FT-агаре (ФБУН ГНЦ ПМБ пос. Оболенск) с добавлением витаминов. Культуру смывали и готовили суспензии клеток (СК) в концентрации 40·10<sup>9</sup>, 20·10<sup>9</sup>, 10·10<sup>9</sup>, 5·10<sup>9</sup>, 1·10<sup>9</sup> м. к./мл. Работы проводили в соответствии с СанПиН 3.3686-21. Лизаты клеток (ЛК) получали обработкой СК (40·10<sup>9</sup> м. к./мл) водным раствором 9 М мочевины в соотношении 1:1 и замораживанием/оттаиванием (7–10 циклов).

Активность хитиназ препаратов СК и ЛК оценивали радиальной энзимодиффузией в агарозных гелях (Carter, Sykes, 1961) с 0,1 % коллоидным хитином в качестве субстрата при рН (4,0±0,1), (6,2±0,1), (7,5±0,1), (8,4±0,1), во влажной камере при 37±0,1 °С. Ширину зон (от края лунок) с разной степенью гидролиза измеряли на шестые сутки под микроскопом с микрошкалой. Тесты ставили в трехкратной повторности, данные обрабатывали методом математической статистики общепринятым способом с вычислением среднего значения и его ошибки.

**Результаты обсуждения.** Молекулярно-генетический анализ штаммов туляремийного микроба показал наличие генов хитиназ *chiA* (2280–2586 п. н.), *chiB* (2189–2191 п. н.), *chiC* (2281–2285 п. н.) и *chiD* (2841 п. н.). Мутация в гене *chiA* обнаружена у штамма подвида *tularensis* 386, у всех остальных наблюдалась вариативность длины гена (2280–2586 п. н.), но с сохранением функции. В гене *chiB* выявлена делеция у штамма подвида *tularensis* 163, и инсерция (дополнительный аденин в положении 495) у штамма подвида *tularensis* 386, с образованием множественных стоп-кодонов на протяжении всего гена. В гене *chiC* присутствует стоп-кодон в центре гена у штаммов среднеазиатского подвида. У всех штаммов голарктического подвида – стоп-кодоны появляются лишь в конце гена. У штаммов подвида *tularensis* 163, *novicida* 384 – мутации типа делеций/инсерций приводят к появлению множества стоп-кодонов. В гене *chiD* у всех исследованных штаммов единичные нуклеотидные замены не приводят к образованию стоп-кодонов.

Зимография показала вариативность хитиназной активности, которая зависела от времени инкубации, рН среды и концентрации клеток. Для выявления активности минимальная концентрация СК составила (5·10<sup>9</sup> м. к. /мл). В максимальной концентрации СК (40·10<sup>9</sup> м. к. /мл) формировали при рН 4,0 прозрачные зоны гидролиза от (1,23±0,25) до (5,3±0,36) мм и не полного гидролиза от (3,53±0,25) до (7,10±0,36) мм. Исключение составил препарат СК штамма подвида *tularensis* 386 не проявивший какой-либо активности. Лизирование клеток мочевиной приводило к усилению полного и неполного гидролиза субстрата с максимумом активности при рН 4,0: от (1,77± 0,23) до (6,63±0,15) мм и от (4,17±0,29) до (10,59±0,56) мм, соответственно. ЛК подвида *tularensis* 386, в отличие от СК, проявил активность (0,73±0,25) мм и (2,07±0,21) мм, соответственно, отмечено ингибирующее влияние мочевины на хитиназы.

У изученных штаммов установлены различия в фенотипическом проявлении хитиноподлитической активности, как внутри подвидов, так и между подвидами, проявляющиеся в результатах при разных рН среды и степени гидролиза субстрата от частичной деполимеризации с полупрозрачными зонами в агарозе, до прозрачных зон, формируемых водорастворимыми продуктами гидролиза. Оптимальные условия для проявления хитиноподлитической активности у разных штаммов, в основном, совпадают и располагаются в более кислой среде. В то же время для некоторых штаммов условия эффективного гидролиза коллоидного хитина находились в более широком интервале рН. Генетическая детерминированность фенотипических различий наглядно продемонстрирована исследованием препаратов штамма подвида *tularensis* 386, имеющим мутацию в гене *chiA* и инсерцию в гене *chiB*, хитиназная активность у которого выявлена только в лизате клеток. В целом экспрессируемые туляремийным микробом разных подвинов хитиназы проявляют стабильность и сохраняют функциональность в широком интервале рН. Превалирующие значения хитиназной активности препаратов лизатов клеток свидетельствуют о высоких уровнях продукции внутриклеточных хитиназ.

## ИЗУЧЕНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ СТАБИЛЬНОСТИ КОМПОНЕНТОВ МОНОКЛОНАЛЬНОЙ ДОТ-ИММУНОФЕРМЕНТНОЙ ТЕСТ-СИСТЕМЫ «ДИАТул-М» ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОЙ ДИАГНОСТИКИ ТУЛЯРЕМИИ

И. В. Терехова, З. Л. Девдариани

*ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов, Россия*

**Аннотация.** Подбор способов приготовления препаратов антител и условий их хранения, которые обеспечили бы длительные сроки годности как сырьевых материалов, так и готовых диагностикумов представляет несомненный научно-практический интерес. Активность иммунореагентов проверяли титрованием в прямом и непрямом ИФА. По результатам работы установлено, что высушивание моноклонального пероксидазного конъюгата с добавлением сахарозы обеспечивает сохранение его специфической активности до 10 лет при строгом соблюдении заданных условий хранения. Хранение моноклональных антител без существенной потери активности возможно в замороженном и высушенном виде с сахарозой в течение 5 лет.

## STUDY OF LONG-TERM STABILITY OF COMPONENTS OF MONOCLONAL DOT-IMMUNO-FERMENT TEST SYSTEM "DIATul-M" FOR LABORATORY DIAGNOSTICS OF TULAREMIA

I. V. Terekhova, Z. L. Devdariani

*Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation*

**Abstract.** Selection of methods for preparation of antibody preparations and storage conditions that would ensure long shelf life of both raw materials and finished diagnostics is of undoubted scientific and practical interest. The activity of immunoreagents was checked by titration in direct and indirect ELISA. According to the results of the work it was found that drying of monoclonal peroxidase conjugate with addition of sucrose provides preservation of its specific activity up to 10 years under strict observance of the specified storage conditions. Storage of monoclonal antibodies without significant loss of activity is possible in frozen and dried form with sucrose for 5 years.

**Введение.** Одной из технологических проблем при производстве тест-систем для выявления антигенов возбудителя туляремии является недостаточная стабильность специфических иммуноглобулинов и пероксидазных конъюгатов. В связи с этим несомненный научно-практический интерес представляет подбор способов приготовления препаратов антител и условий их хранения, которые обеспечили бы длительные сроки годности как сырьевых материалов, так и готовых диагностикумов.

**Цель.** Изучение долговременной стабильности препаратов моноклональных антител (МКА) клона 1D<sub>6</sub> и соответствующего моноклонального пероксидазного конъюгата (МПК) – основных иммунореагентов, используемых при изготовлении тест-системы «ДИАТул-М».

**Материалы и методы.** МПК хранили в двух формах: жидкой (с добавлением 2,0 % бычьего сывороточного альбумина (БСА) и 50,0 % глицерина) – при температуре минус 20 °С и высушенной – при температуре 5±3 °С. Высушивание осуществляли в охлаждаемой центрифуге-концентраторе с добавлением 3,0 % сахарозы или БСА, в концентрации 0,5–1,0 %. Выделенные из асцитических жидкостей мыши МКА хранили в замороженном виде при температуре минус 20 °С и в высушенном состоянии при температуре 5±3 °С. МКА высушивали аналогично МПК, добавляя 3 % сахарозы. Активность иммунореагентов проверяли титрованием в прямом и непрямом ИФА, используя в качестве антигена обеззараженную взвесь *Francisella tularensis* 15 НИИЭГ. Для тестирования в контрольных временных точках (0 (после изготовления), 6 месяцев (срок годности тест-системы), 9 месяцев, 1 год, 5 лет, 7 и 10 лет) случайным образом отбирали по три образца препаратов МКА и МПК; каждый образец анализировали в трех повторях.

**Результаты и обсуждение.** Было установлено, что препараты МПК, высушенные с 3,0 % сахарозы, в течение 5 лет сохраняют свои свойства неизменными. Специфический титр при этом составлял 1:800. Снижение данного показателя в среднем на 12,5 % отмечалось только по прошествии 7 лет хранения. Через 10 лет (срок наблюдения) активность МПК оставалась на прежнем уровне. Использование БСА не обеспечивало эффективной стабилизации МПК: при добавлении 0,5 % этого вещества уже через год наблюдалось двух-кратное снижение специфического титра, концентрация 1,0 % не гарантировала даже полугодового срока хранения. Стабильность жидкой формы была сопоставима с таковой для высушенного препарата с добавлением сахарозы, хотя снижение активности наблюдалось уже через 5 лет с дальнейшим уменьшением титра к концу срока наблюдения. Особый интерес представляло исследование стабильности МКА, которые применяются для сенсibilизации нитроцеллюлозного мембранного фильтра, входящего в состав тест-системы, и для приготовления МПК. Было установлено, что МКА достаточно стабильны при хранении как в замороженном, так и высушенном состоянии в течение 5 лет. За этот период отмечается снижение активности лишь на ~ 15,0 %. Более длительное хранение МКА приводило в обоих случаях к прогрессивному снижению специфического титра (до 50,0 % к концу срока наблюдения).

Таким образом, высушивание МПК с добавлением сахарозы обеспечивает сохранение его специфической активности до 10 лет при строгом соблюдении заданных условий хранения. Хранение МКА без существенной потери активности возможно в замороженном и высушенном виде с сахарозой в течение 5 лет.



# ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЭТАПОВ ТВЕРДОФАЗНОГО ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ФОНОВЫХ РЕАКЦИЙ

Д. Л. Терешко

ФКУЗ Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Волгоград, Россия

**Аннотация.** Выявление антител к *Burkholderia pseudomallei* является важным этапом лабораторной диагностики мелиоидоза. В ходе разработки тест-системы для твердофазного иммуноферментного анализа (ТИФА) было выполнено сравнение фосфатно-солевого и многокомпонентного трис буфера для разведения тестируемых образцов. Установлено, что применение последнего предотвращает образование неспецифических связываний, что выражается достоверным снижением интенсивности фоновых реакций ТИФА.

## OPTIMIZATION OF INDIVIDUAL STAGES OF ELISA TO REDUCE BACKGROUND REACTIONS

D. L. Tereshko

Volgograd Research Anti-Plague Institute, Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** Detection of antibodies to *Burkholderia pseudomallei* is an important stage of laboratory diagnostics of melioidosis. During the development of the test system for enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), a comparison of phosphate-saline and multicomponent Tris buffer for diluting test samples was performed. It was found that the use of the latter prevents the formation of non-specific bindings, which is expressed by a reliable decrease in the intensity of background reactions of ELISA.

**Введение.** Мелиоидоз – особо опасное инфекционное заболевание, вызываемое грамотрицательной бактерией *Burkholderia pseudomallei*, которая сапрофитирует во влажных почвах и поверхностных водах тропических и субтропических регионов. Заражение людей происходит при вдыхании или проникновении возбудителя через кожные покровы из загрязненных источников окружающей среды. Клинические проявления при мелиоидозе неотличимы от других заболеваний и варьируют от локальных абсцессов до острой пневмонии, перетекающей в молниеносную септицемию.

Выделение микроорганизма из клинического материала является «золотым стандартом» диагностики мелиоидоза, однако на ранних стадиях инфекции или в случаях бессимптомного течения бактериологические исследования, как и молекулярно-генетические, не всегда информативны. В то же время иммунологические методы, направленные на выявление антител, могут оказать неоценимую помощь для постановки точного диагноза.

При конструировании ТИФА-набора каждый этап реакции требует оптимизации, минимизирующей влияние различных факторов на конечный результат исследования. Один из них – «эффект матрицы» – обусловлен неспецифическим взаимодействием элементов сложных биологических образцов (плазма, сыворотка крови), которые не являются целевыми «мишенями», с компонентами реакции, что снижает качество тест-системы.

Таким образом, при разработке ТИФА тест-системы для выявления мелиоидозных антител необходимо проводить подбор и оптимизацию каждого из этапов реакции для получения достоверных данных.

**Цель.** Оптимизация условий взаимодействия антиген-антитело для снижения фоновых реакций при разработке ТИФА тест-системы для выявления сывороточных иммуноглобулинов к *B. pseudomallei*.

**Материалы и методы.** В работе использованы сыворотки людей, не имевших подтвержденного контакта с возбудителем мелиоидоза ( $n = 44$ ).

Иммуноферментный анализ проводили в непрямом варианте в планшетах средней сорбции (Corning, США). Сенсибилизацию осуществляли в 50 мМ карбонат-бикарбонатном буфере pH 9,4 белковыми комплексами водно-солевого экстракта из клеток *B. pseudomallei* 60 839. Блокирование свободных сайтов лунок планшетов выполняли 5,0%-ным раствором сухого обезжиренного молока. Образцы разводили 10 мМ фосфатно-солевым буфером pH 7,4 с добавлением 0,05 % Tween 20 (ФСБ+Тв), а также 50 мМ трис буфером pH 8,0, содержащим 5,0 % этиленгликоля, 1,0 % бычьего сывороточного альбумина (БСА), 0,05 % Tween-20 и 0,87 % хлорида натрия. Иммунопероксидазный конъюгат против иммуноглобулинов человека (ИМТЭК, Россия) использовали в соответствии с инструкцией производителя. В качестве субстрата выступал о-фенилендиамин (Sigma, США). Останавливали реакцию 2 М раствором серной кислоты.

Показатели оптической плотности (ОП) регистрировали спектрофотометрически, полученные данные обрабатывали в программе Microsoft Excel.

**Результаты и обсуждение.** Ранее нами были изучены аналитические характеристики сконструированной экспериментальной иммуноферментной тест-системы для выявления мелиоидозных антител на моделях сывороток интактных и экспериментально зараженных *B. pseudomallei* белых беспородных мышей.

Для оценки возможности применения набора реагентов при тестировании сывороток крови людей были использованы образцы, полученные от лиц, проживающих вне эндемичной зоны и потенциально не имеющих иммуноглобулинов к возбудителю мелиоидоза. В ходе выполнения ТИФА с использованием ФСБ+Тв для разведения сывороток 1:100 показатели ОП в среднем составляли  $0,353 \pm 0,384$  (Me (медиана) = 0,248; IQR (межквартильный размах) = 0,164–0,354). Полученные данные отражают высокие фоновые реакции и могут исказить представление о результатах исследования. Так, пороговое значение определения положительных проб, рассчитываемое как сумма среднего и трех стандартных отклонений показателей ОП интактных образцов, составило 1,505, что, с нашей точки зрения, может затруднять интерпретацию результатов как в установлении ложноположительных, так и ложноотрицательных проб. Вероятно, полученные данные могли быть обусловлены «эффектом матрицы».

Для создания условий, обеспечивающих специфическое взаимодействие антиген-антитело, был использован многокомпонентный трис буфер (МКБ) для разведения сывороток. Трис буфер широко используется в лабораторной практике благодаря высокой совместимости с биологическими образцами, эффективному поддержанию pH в физиологических значениях и сохранению структуры белков, в частности, антител. Добавление хлорида натрия создает ионную силу в буфере, неионогенный детергент Tween-20 предупреждает образование неспецифических связей, БСА оказывает дополнительное блокирующее действие и вместе с этиленгликолем обеспечивает стабильность протеинов.

После замены ФСБ+Тв на МКБ для разведения сывороток людей и проведения иммуноферментной реакции в идентичных условиях показатели ОП в среднем составили  $0,127 \pm 0,056$  (Me = 0,11; IQR = 0,085–0,144). Использование МКБ позволило снизить фоновые реакции на  $49,42 \pm 23,94$  % (Me = 48,47 %). Рассчитанное пороговое значение составило 0,3, что на 80,4 % меньше, чем при использовании традиционного ФСБ+Тв. Согласно критерию Манна-Уитни подтверждены статистически достоверные отличия между полученными данными ( $p < 0,0001$ ), что делает использование МКБ обоснованным.

Таким образом, применение многокомпонентного буфера для разведения сывороток позволило исключить неспецифические связывания в ходе проведения ТИФА, что обеспечивает снижение фоновых реакций и получение достоверных результатов исследования.

# НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПРОСТРАНЕНИИ *IXODES PAVLOVSKYI* НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

А. Б. Тимошкин<sup>1</sup>, В. Ю. Колесникова<sup>2</sup>, Ю. А. Вержуцкая<sup>2</sup>, А. Я. Никитин<sup>2</sup>,  
О. В. Сорокина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФБУЗ Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае Роспотребнадзора, Красноярск, Россия

<sup>2</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

**Аннотация.** Рассмотрены новые данные о местах регистрации и массовой встречаемости *Ixodes pavlovskyi* (Acari, Ixodidae) в Восточной Сибири. С 2018 г. выявлен только один участок площадью не менее двух квадратных километров с высоким обилием этого вида на юге Красноярского края. В других обследованных районах этого субъекта вид либо отсутствует, либо регистрируются единичные особи (не более 3,0 % в сборах). Впервые в XXI в. (2024 г.) обнаружен самец *I. pavlovskyi* на юге Иркутской области. Изученные сборы иксодовых клещей с территории Забайкальского края, Республики Бурятия и Республики Тыва свидетельствуют об отсутствии в них *I. pavlovskyi*.

## NEW DATA ON THE DISTRIBUTION OF *IXODES PAVLOVSKYI* ON THE TERRITORY OF EASTERN SIBERIA

A. B. Timoshkin<sup>1</sup>, V. Y. Kolesnikova<sup>2</sup>, Yu. A. Verzhutskaya<sup>2</sup>, A. Ya. Nikitin<sup>2</sup>,  
O. V. Sorokina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Center for Hygiene and Epidemiology in the Krasnoyarsk Territory Rosпотребнадзор,  
Krasnoyarsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** New data on the places of registration and mass occurrence of *Ixodes pavlovskyi* (Acari, Ixodidae) in Eastern Siberia are examined. Since 2018, only one area of at least two square kilometers with a high abundance of this species has been identified in the south of Krasnoyarsk Krai. In other studied areas of this subject, the species is either absent or single individuals are recorded (no more than 3 % of the samples). For the first time in the 21st century (2024), a male of *I. pavlovskyi* has been discovered in the south of Irkutsk region. The studied samples of ixodid ticks from the territory of Zabaykalsky Krai, the Republic of Buryatia and the Republic of Tyva indicate the absence of *I. pavlovskyi* in them.

**Введение.** На территории Российской Федерации *Ixodes pavlovskyi* (Acari, Ixodidae) представлен двумя подвидами: *I. pavlovskyi pavlovskyi* Pomerantsev, 1946 на Дальнем Востоке и *I. pavlovskyi occidentalis* Filippova and Panova, 1998 на территории Сибири (Филиппова, Панова, 1998; Якименко и др., 2013; Филиппова, 2017). Как и *Ixodes persulcatus* Schulze, 1930 (таежный клещ), *I. pavlovskyi* является основным резервуаром и переносчиком вируса клещевого энцефалита и боррелий (Коренберг и др., 2013; СанПиН 3.3686-21). Вместе с тем при сопоставимых показателях численности, он реже, чем таежный клещ присасывается к людям (Болотин и др., 1977; Романенко, Кондратьева, 2011; Зверева и др., 2015).

В 2018 г. в пригородах Красноярска (пос. Овинный: 56,004° N, 92,638° E) нами впервые на территории Восточной Сибири (регион включает Красноярский и Забайкальский края, Иркутскую область, Республики Бурятию, Тыву и Якутию) выявлен участок массовой встречаемости *I. pavlovskyi*. До этого на территории Красноярского края отмечали лишь единичные находки этого вида (Хазова, 2007). В других субъектах Восточной Сибири, судя по литературе и собственным наблюдениям *I. pavlovskyi* отсутствовал (Опыт создания ... , 1974; Филиппов, 1997; Данчинова и др., 2006; Вержуцкая и др., 2020),

исключая единственное упоминание о находке голодной самки в Тофаларии (Нижнеудинский район Иркутской области) в мае 1967 г. (Емельянова, Захлебная, 1969).

Существенное эпидемиологическое значение *I. pavlovskiyi*, а также данные о расширении его видового ареала в Сибири (Романенко, Чекалкина, 2004; Ливанова и др., 2011; Якименко и др., 2013; Ефимова, Дроздова, 2017; Никитин и др., 2019) и проникновение на новые территории Приморского края (Гордейко, 2019; Зверева и др., 2022) требуют более углубленного исследования инвазивного потенциала этого опасного переносчика инфекций.

**Цель.** Анализ материалов, включающих сборы иксодовых клещей с различных территорий Восточной Сибири за последние годы, для выявления зон регистрации *I. pavlovskiyi* и оконтуривания района его массовой встречаемости в Красноярском крае.

**Материалы и методы.** Сбор иксодовых клещей проводили на флаг или волокушу с растительности в сезонный пик активности взрослых особей рода *Ixodes*: апрель–июнь месяцы. Проанализированы виды клещей в отдельных их сборах, полученных с территории Красноярского и Забайкальского краев, Иркутской области, Республики Тыва, Республика Бурятия. Определение видов клещей проводили по морфологическим признакам под биноклем (Померанцев, 1950; Филиппова, 1997).

**Результаты и обсуждение.** За шесть лет, прошедших после обнаружения участка массовой встречаемости *I. pavlovskiyi* возле пос. Овинного Красноярского края (2018–2024 гг.), вид на этой территории регистрировали ежегодно. Район обследования возле пос. Овинный (удален от г. Красноярска на восемь км) представлен несколькими тропами (окружены густым высоким травостоем), проходящими через вторичный смешанный березово-осиновый по низинам местами заболоченный лес. При сборах клещей на одних и тех же маршрутах одновременно выявляли особей *I. pavlovskiyi* и *I. persulcatus*. Только один раз (2019 г.) была обнаружена самка *Dermacentor reticulatus* Fabricius, 1794. Доля *I. pavlovskiyi* в сборах колебалась и имела за 2018–2024 гг. следующие значения (в %): 23,6 (сумма особей 110); 23,5 (119); 39,5 (147); 42,9 (156); 56,6 (159); 34,2 (219); 54,1 (181). Полученные данные однозначно доказывают, что на этом участке успешно сосуществуют представители популяций двух видов клещей. Кроме того, в сборах наблюдается тенденция к росту доли *I. pavlovskiyi*.

В течение 2018–2024 гг. предпринимались попытки найти другие участки массовой встречаемости *I. pavlovskiyi* в окрестностях Красноярска. Были обследованы территории с разными биотопами, при максимальном удалении от г. Красноярска на 36 км (дер. Сухая). Сборы иксодид проводили на территории заповедника Столбы (55,9561° N, 92,7194° E), в окрестностях пос. Снежница (56,1036° N, и 92,3675° E), дер. Лопатино (55,9581° N, 93,2561° E), дер. Сухая (56,2166° N, 92,4392° E), лагеря детского отдыха «Патриот» (56,3037° N, 92,9666° E), палаточного лагеря «Путешественник» на заливе Бирюса Красноярского водохранилища (55,8478° N, 92,2511° E), а также в трех точках без привязки к населенным пунктам (55,8183° N, 91,8532° E; 55,6417° N, 91,9047° E; 56,3874° N, 92,9567° E). В общей сложности на этих участках собрано около 1000 клещей. При этом *I. pavlovskiyi* обнаружен дважды: одна самка вблизи дер. Лопатино в 2019 г. (доля вида в сборе с этого участка составила 2,4 %) и одна самка вблизи пос. Снежница в 2022 г. (0,9 %). Полученные данные подтверждают редкую встречаемость *I. pavlovskiyi* в окрестностях Красноярска за исключением участка возле пос. Овинного.

В 2024 г. была поставлена задача по сбору клещей вблизи пос. Овинный, чтобы получить представление о величине района массовой встречаемости *I. pavlovskiyi*. Обследовано два участка: на краю садового некоммерческого товарищества (СНТ) «Кордон» (56,0194° N, 92,6534° E), а также на чуть более удаленном маршруте возле ЛЭП (56,0189° N, 92,7140° E). Несмотря на неблагоприятную погоду (высокая влажность, достаточно прохладно, мокрая трава) с растительности возле СНТ «Кордон» 19 июня собрано 46 клещей (доля *I. pavlovskiyi* – 43,5 %), а возле ЛЭП – 29 (79,3 %). Полученные данные

подтверждают наличие зоны симпатрии двух видов клещей рода *Ixodes* вблизи пос. Овинный. По приблизительной оценке, исходя из удаленности отдельных точек сборов клещей друг от друга, выявленная площадь зоны высокой встречаемости *I. pavlovskyi* составляет не менее двух квадратных километров.

Анализ видового состава сборов иксодовых клещей из субъектов Восточной Сибири, исключая Красноярский край, до последнего времени свидетельствовал, что на их территории *I. pavlovskyi* не встречается. Однако в майских сборах клещей за 2024 г. на 23-м км Байкальского тракта (Иркутская область), соединяющего г. Иркутск и пос. Листвянка, обнаружен самец этого вида. Найденная особь была голодной, что делает мало вероятным занос непосредственно ее с птицами, так как имаго *I. pavlovskyi* охотно питаются кровью пернатых (Филиппова, 1997, 2017; Якименко и др., 2013). Более вероятно, что найденная особь является перезимовавшей. Вследствие этого возникают два вопроса, требующих изучения: 1. Можно ли допустить, что на юге Иркутской области, как ранее и в пригородах Красноярска, стали формироваться климатические условия благоприятные для экспансии *I. pavlovskyi* и в будущем на территории субъекта нас ожидают новые находки особей этого вида? 2. Как выше указывалось в России обитают два подвида *I. pavlovskyi* поэтому необходимо выяснить, какой из них обнаружен в пригородах Иркутска. При малом количестве доступного для изучения материала (а в нашем случае есть всего один самец), реконструировать путь заноса можно только с применением сравнительного молекулярно-генетического анализа на основе исследования сборов *I. pavlovskyi* из Западной Сибири, Красноярского и Приморского краев.

## ОБРАЗОВАНИЕ БИОПЛЕНКИ *YERSINIA PESTIS* В БЛОХАХ *XENOPSYLLA CHEOPIS* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИММУННОГО СТАТУСА ПРОКОРМИТЕЛЯ

Е. Г. Токмакова, Л. П. Базанова, Г. Б. Мухтургин, И. Г. Хвойнова,  
С. С. Архипенко, А. В. Воронина, А. В. Григорьевых

ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

**Аннотация.** Исследовано влияние вакцинации прокормителя на образование биопленки *Yersinia pestis* у *Xenopsylla cheopis*, инфицированных штаммом И-3560. Первую группу зараженных эктопаразитов кормили на интактных белых мышах, вторую – с чередованием иммунизированных и интактных животных. Образование биопленки *Y. pestis* в среднем за подкормку наблюдали у 41,1 % блох из первой, и у 50,1 % – из второй группы. Влияние иммунного статуса прокормителя не установлено, но наблюдается тенденция к увеличению особей с биопленкой при подкормках на иммунизированных животных, поэтому исследования в данном направлении следует продолжить.

## *YERSINIA PESTIS* BIOFILM FORMATION IN *XENOPSYLLA CHEOPIS* FLEAS DEPENDING ON THE IMMUNE STATUS OF THE FEEDER

E. G. Tokmakova, L. P. Bazanova, G. B. Mukhturgin, I. G. Khvoinova, S. S. Arkhipenko,  
A. V. Voronina, A. V. Grigor'evykh

Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** The effect of vaccination of the host on the formation of *Yersinia pestis* biofilm in *Xenopsylla cheopis* infected with strain I-3560 was studied. The first group of infected ectoparasites was fed on intact white

mice, the second – with alternation of immunized and intact animals. The formation of *Y. pestis* biofilm on average per feeding was observed in 41.1 % of fleas from the first group, and in 50.1 % from the second group. The influence of the immune status of the feeder has not been established, but there is a tendency towards an increase in individuals with biofilm when feeding immunized animals, so research in this direction should be continued.

**Введение.** Экспериментально показано, что наличие антител к возбудителю чумы у белых мышей не препятствует развитию чумной инфекции у питающихся на них блох (Graham et al., 2014). Биопленки являются способом выживания бактерий в агрессивных условиях среды, в том числе при воздействии иммунной системы хозяина (Donlan et al., 2002; Кутырев и др., 2007).

**Цель.** Исследование влияния вакцинации прокормителя на образование биопленки у блох *Xenopsylla cheopis*.

**Материалы и методы.** Беспородных белых мышей массой 18–20 г иммунизировали *Y. pestis* EV в дозе  $10^4$  м. к. за 21 день до взятия их в эксперимент для проведения подкормки. Предварительно голодавших в течение семи дней *X. cheopis* разделили на две группы. Одну группу из 214 блох *X. cheopis* (178 самок и 36 самцов) инфицировали на биомембране вирулентным штаммом *Y. pestis* И-3560. Вторую группу из 79 блох (62 самки и 17 самцов) накормили на белой мыши и в дальнейшем использовали как контроль выживаемости и пищевого поведения. Первую группу разделили случайным образом на две примерно равные части. Эти группы кормили отдельно: одну на интактных белых мышках, другую – с чередованием иммунизированных (для нечетных подкормок) и интактных животных (для четных). Между подкормками в течение двух-трех суток блох содержали в прокаленном песке при комнатной температуре и влажности 70–80 %. Всего проведено семь подкормок.

Исходную зараженность определяли бактериологическим методом и в ПЦР. Также определяли зараженность блох, сохранившихся живыми до конца эксперимента. Каждую блоху измельчали в 300 мкл физиологического раствора на гомогенизаторе Tissue Lyser LT. Для определения исходной зараженности по 100 мкл исходных суспензий прогревали при 56 °C в течение 30 мин, отсутствие жизнеспособных клеток контролировали высевом на агар Хоттингера в течение двух суток. Обеззараженные аликвоты использовали для постановки амплификации. Бактериальную нагрузку определяли исследованием десяти блох, пробы титровали в физиологическом растворе 10-кратно в пяти разведениях, из каждого разведения по 100 мкл распределяли на поверхности двух пластинок агара Хоттингера. Затем подсчитывали количество колоний и определяли содержание КОЕ на блоху. Остаточную зараженность блох определяли только бактериологическим методом.

После каждой подкормки всех живых блох просматривали под микроскопом, отмечали наличие свежей крови в желудке, «глубок», «блоков» и частичных «блоков». Алиментарную активность блох определяли по доле живых питавшихся блох, образование биопленки – по наличию тех или иных ее форм у пивших блох, у непивших это затруднительно. Также сравнивали смертность блох в группах. Оценка достоверности результатов проведена с использованием однофакторного дисперсионного анализа и t-критерия.

**Результаты и обсуждение.** По результатам ПЦР исходная зараженность блох составила 100,0 %. Бактериологическое исследование показало наличие *Y. pestis* в 90,0 % проб при средней бактериальной нагрузке  $2 \cdot 10^5$  КОЕ на зараженную блоху.

Поскольку самцов в группах было немного, а к концу опыта живыми остались единичные особи, анализ результатов опыта проведен по самкам блох. В среднем за подкормку в контрольной группе напивалось 94,8 %, среди инфицированных *X. cheopis*, подкармливаемых на интактных мышках, – 92,7 %, при чередовании иммунизированных и интактных прокормителей – 96,1 %. Влияния условий эксперимента (зараженность и иммунный статус прокормителя) на алиментарную активность блох не установлено ( $F = 0,78$ ). Средняя доля погибших за подкормку блох составила соответственно 3,8; 13,3 и 18,7 %. Несмотря на 3–5-кратное превышение смертности среди инфицированных блох

по сравнению с контрольными, зараженность *X. cheopis* не была подтверждена как существенный фактор снижения их жизнеспособности ( $F = 2,69$ ). Влияние состояния прокормителя (интактный или иммунизированный) на смертность блох не достоверно ( $F = 0,25$ ).

Образование биопленки *Y. pestis* в среднем за подкормку наблюдали у 41,1 % самок, подкармливаемых только на интактных мышах, и у 50,1 % самок, питавшихся на иммунизированных прокормителях ( $F = 0,57$ ). Отмеченное повышение происходило в результате увеличения доли «глыбок» (соответственно 29,4 и 34,9 %,  $F = 0,35$ ) и частичных «блоков» (3,2 и 6,6 %,  $F = 2,16$ ), но не полных «блоков» (8,53 и 8,62 %,  $F = 0,00039$ ). Во всех случаях различия недостоверны.

К концу опыта в живых остались 20 блох в группе, кормившейся на интактных мышах, и девять, питавшихся по комбинированной схеме. Остаточная зараженность блох, подкармливаемых на интактных мышах, составила 75 % при средней бактериальной нагрузке  $5,36 \cdot 10^6$  КОЕ на зараженную блоху. Среди блох, питавшихся попеременно на интактных и иммунизированных мышах, аналогичные показатели составили 66,7 % и  $5,57 \cdot 10^6$  КОЕ на блоху. Влияния иммунного статуса прокормителя на количество КОЕ в блохах не обнаружено ( $F = 0,002$ ), так же как и различий между группами в доле зараженных блох ( $t = 0,45$ ).

Таким образом, у инфицированных возбудителем чумы блох *X. cheopis*, питавшихся с чередованием интактных и иммунизированных мышей, биопленка чумного микроба формировалась так же, как и при кровососании на интактных белых мышах, но наблюдается тенденция к увеличению особей с биопленкой при подкормках на иммунизированных животных. Очевидно, количества проведенных подкормок (семь) недостаточно для получения полноценных результатов и исследования в данном направлении следует продолжить.

## ОЦЕНКА РИСКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ КЛЕЩЕВЫМ ВИРУСНЫМ ЭНЦЕФАЛИТОМ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

М. И. Толмачёва<sup>1</sup>, А. Я. Никитин<sup>1</sup>, И. Г. Чумаченко<sup>2</sup>, Е. И. Андаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора, Иркутск, Россия

<sup>2</sup> Управление Роспотребнадзора по Иркутской области, Иркутск, Россия

**Аннотация.** Иркутская область по уровню заболеваемости клещевым вирусным энцефалитом (КВЭ) относится к субъектам Российской Федерации со средними показателями активности эпидемиологического процесса. Дифференциация муниципальных образований (МО) области по группам эпидемиологического риска выполнена путем расчета 95 % доверительного интервала по показателю инцидентности КВЭ для двух десятилетних периодов (2004–2013 гг. и 2014–2023 гг.). В частности, среди эндемичных районов для периода 2014–2023 гг. выделено четыре группы: с низким (16 районов), средним (8), высоким (8) и очень высоким (2) показателем эпидемиологического риска. Отдельно рассмотрены данные по г. Иркутску. Для совершенствования мероприятий по профилактике КВЭ необходимо учитывать к какой группе эпидемиологического риска относится МО субъекта.

## THE RISK ASSESSMENT OF TICK-BORNE VIRAL ENCEPHALITIS INCIDENCE IN MUNICIPAL DIVISIONS OF THE IRKUTSK REGION

M. I. Tolmacheva<sup>1</sup>, A. Ya. Nikitin<sup>1</sup>, I. G. Chumachenko<sup>2</sup>, E. I. Andaev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Rosпотребнадзор Administration in the Irkutsk Region, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** In terms of the incidence of tick-borne viral encephalitis (TBE), the Irkutsk region is one of the subjects of the Russian Federation with average indicators of the activity of the epidemic process. The differentiation of the region's districts into epidemiological risk groups was carried out by calculating the 95 % confidence interval for the TBE incidence rate for two ten-year periods (2004–2013 and 2014–2023). In particular, among endemic areas for the period 2014–2023 four groups were identified: with low (16 districts), medium (8), high (8) and very high (2) epidemiological risk indicators. Data for the city of Irkutsk are considered separately. To improve measures to prevent TBE, it is necessary to take into account which epidemiological risk group the administrative region of the subject belongs to.

**Введение.** Иркутская область входит в группу субъектов Российской Федерации со средним уровнем заболеваемости клещевым вирусным энцефалитом (КВЭ). Риск-ориентированный подход к профилактике зоонозов предполагает необходимость выделения групп муниципальных образований (МО) разного уровня эпидемиологического риска в каждом субъекте страны.

**Цель.** Провести анализ динамики эпидемиологической обстановки по КВЭ в Иркутской области за 2004–2023 гг. и выделить группы МО субъекта с разным уровнем эпидемиологического риска.

**Материалы и методы.** Ретроспективный анализ эпидемиологической обстановки по КВЭ основан на материалах статистической отчетности Роспотребнадзора (форма № 2) «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях», материалах Управления Роспотребнадзора по Иркутской области, Референс-центра по мониторингу за клещевым вирусным энцефалитом на базе Иркутского научно-исследовательского противочумного института. Данные о заболеваемости КВЭ приведены в расчете на 100 тыс. населения ( $^0/0000$ ). Пространственная дифференциация МО по группам эпидемиологического риска выполнена для двух десятилетних периодов (2004–2013 гг. и 2014–2023 гг.) путем расчета для каждого из них 95 % доверительного интервала показателя заболеваемости.

**Результаты и обсуждения.** Показано, что заболеваемость КВЭ в Иркутской области за период 2004–2023 гг. характеризуется статистически значимым ( $p \leq 0,05$ ) снижением со среднегодовым темпом 2,8 % при среднемноголетнем показателе (СМП) 4,1  $^0/0000$ . Максимум показателя зарегистрирован в 2004 г. (5,9  $^0/0000$ ), минимум – в 2021 г. (1,2  $^0/0000$ ). До 2017 г. обращаемость населения в медицинские организации по поводу присасывания клещей росла. В период 2020–2021 гг. происходило одновременное снижение числа зарегистрированных случаев присасывания клещей и заболеваемости КВЭ. Спад обоих процессов совпал с началом пандемии COVID-19 и введением ограничительных мероприятий по изоляции населения. С 2022 г. заболеваемость вернулась на средний уровень.

При дифференциации МО области по уровню эпидемиологического риска КВЭ выделены группы: неэндемичные, районы с низкой, средней и высокой заболеваемостью. При этом административный центр субъекта (г. Иркутск) рассматривался как самостоятельная группа из-за существенных отличий по ряду характеристик, влияющих на заболеваемость КВЭ, и возможностей по организации и проведению профилактических мероприятий (высокая плотность населения, развитая медицинская инфраструктура, высокий уровень санитарно-гигиенического воспитания жителей, социально-бытовые и экономические условия и т. д.).

Более подробно рассмотрим результат группировки МО субъекта по уровню эпидемиологического риска для 2014–2023 гг.

Из 41 МО Иркутской области в 2014–2023 гг. шесть было неэндемичными: они образовали группу, обозначенную Г0. Низкая заболеваемость КВЭ (группа Г1 – инцидентность менее 3,6  $^0/0000$ ) наблюдалась в 16 МО, средняя (Г2 – от 3,6  $^0/0000$  до 6,4  $^0/0000$ ) – в восьми, высокая (Г3 – более 6,4  $^0/0000$ ) – в восьми. Два МО по уровню заболеваемости (Эхирит-Булагатский и Осинский с инцидентностью КВЭ 12,9  $^0/0000$  и 18,7  $^0/0000$ , соответственно) статистически значимо отличались от остальных в Г3, поэтому выделены в са-



мостоятельный кластер (Г4) с очень высокой заболеваемостью. Обозначение Г5 сохранено за административным центром субъекта – г. Иркутск.

При сравнении двух десятилетних периодов по структуре групп эпидемиологического риска по КВЭ для МО Иркутской области показано, что для семи территорий (19,4 %) ранг группы эпидемиологического риска вырос: например, если район входил в Г0 в 2004–2013 гг., то в 2014–2023 гг. стал относиться к Г1, Г1 – к Г2 и т. д., включая обратные переходы. Для 19 МО (52,8 %) ранг показателя группы эпидемиологического риска за два десятилетних периода не изменился, а в восьми (22,2 %) – снизился. Подчеркнем, что в МО, где ранг эпидемиологического риска вырос, в четырех изменения затрагивали один пункт, т. е. переход происходил в соседнюю группу с более высоким рангом. Однако в трех МО (Казачинско-Ленский, Эхирит-Булагатский, Осинский) переход составил два пункта. Несомненно, как непосредственно существенные изменения уровня заболеваемости КВЭ в отдельных МО, так и значительные перестроения структуры групп эпидемиологического риска в субъекте требуют проведения эпидемиологического расследования причин этого явления и, вероятно, корректировки применяемых мер и/или объемов профилактики инфекции.

При сравнении локализации зон высокого риска проявления КВЭ в Иркутской области за два последовательных десятилетия (2004–2013 гг. и 2014–2023 гг.) наблюдается изменение их хорологической структуры. В первый десятилетний период наиболее эпидемиологически опасные МО находились на юго-востоке области. В последнее десятилетие идет распространение зон высокого эпидемиологического риска на юго-запад субъекта. Вместе с тем на юго-востоке субъекта также сохраняются МО с высокой напряженностью эпидемического процесса, более того, именно здесь появились зоны очень высокого эпидемиологического риска.

Таким образом, как и на большинстве эндемичных по КВЭ территорий России, на протяжении последних двадцати лет в Иркутской области происходит снижение заболеваемости КВЭ, хотя в период пандемии COVID-19 этот процесс замедлился. Распределение МО Иркутской области в группы различного эпидемиологического риска по КВЭ позволило: а) выявить изменение структуры территорий, входящих в те или иные группы риска; б) проследить пространственное расположение МО с разным уровнем риска в границах субъекта; в) в дальнейшем планировать профилактические мероприятия по КВЭ в МО с учетом эпидемиологического риска на той или иной территории.

# IS-ТИПИРОВАНИЕ ШТАММОВ *YERSINIA PESTIS* И *YERSINIA PSEUDOTUBERCULOSIS*

А. Л. Трухачев, М. Г. Мелоян, О. Н. Подладчикова

ФКУЗ Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора,  
Ростов-на-Дону, Россия

**Аннотация.** Представлены результаты ПЦР-анализа штаммов возбудителей чумы и псевдотуберкулеза с помощью IS-маркеров. В геномах штаммов *Yersinia pestis* в 5–7 раз больше IS-элементов, чем в геномах штаммов *Y. pseudotuberculosis*. Вместе с тем при использовании 22 пар праймеров, выявляющих IS-маркеры *Y. pestis*, были получены 23 генетические группы, а при использовании 14 пар праймеров на основе IS-маркеров *Y. pseudotuberculosis* выявлялось значительно больше генетических групп. Это свидетельствует о том, что у штаммов возбудителя псевдотуберкулеза за время его эволюции накоплено значительно больше мутаций, в том числе и тех, которые связаны с перемещением IS-элементов.

## IS-TYPING OF *YERSINIA PESTIS* AND *YERSINIA PSEUDOTUBERCULOSIS* STRAINS

A. L. Trukhachev, M. G. Meloyan, O. N. Podladchikova

Rostov-on-Don Research Anti-Plague Institute, Rostov-on-Don, Russian Federation

**Abstract.** The aim of the study was to identify the genetic diversity of *Yersinia pestis* and *Y. pseudotuberculosis* strains in PCR using IS-markers. The study presents the results of PCR analysis of strains of plague and pseudotuberculosis pathogens using IS-markers. There are 5–7 times more IS elements in the genomes of *Y. pestis* strains than in the genomes of *Y. pseudotuberculosis* strains. At the same time, when using 22 pairs of primers detecting *Y. pestis* IS-markers, 23 genetic groups were obtained, and when using 14 pairs of primers based on *Y. pseudotuberculosis* IS-markers, revealed significantly more genetic groups. This indicates that the strains of the causative agent of pseudotuberculosis have accumulated significantly more mutations during its evolution, including those associated with the movement of IS-elements.

**Введение.** Мониторинг природных очагов чумы и псевдотуберкулеза требует совершенствования существующих и внедрения новых биоинформационных и диагностических технологий. В настоящее время для изучения генетического разнообразия штаммов возбудителя чумы широко используются такие методы генотипирования, как: выявление единичных нуклеотидных замен (SNP) (Achtman et al., 2004; Kutuyev et al., 2018), мультилокусный анализ вариабельных тандемных повторов (MLVA) (Ярыгина и др., 2022; Горюнова и др., 2023), идентификация инсерционных и делеционных (INDEL) мутаций (Никифоров и др., 2015; Kutuyev et al., 2018), локализация кластрированных регуляторных коротких палиндромных повторов (CRISPR) (Chen et al., 2021; Горюнова и др., 2023). Для генотипирования штаммов *Yersinia pestis* также был предложен метод мультилокусного секвенирования-типирования (MLST), основанный на сравнительном анализе семи генов «домашнего хозяйства» патогенных иерсиний (Laukkanen-Ninios et al., 2011). Генотипирование штаммов возбудителя псевдотуберкулеза в настоящее время осуществляется с помощью нескольких методов (типирование на основе генов вирулентности, INDEL-типирование, SNP- и MLST-анализ). Генотипирование штаммов *Y. pseudotuberculosis* на основе генов вирулентности внедрено в РФ в практику лабораторной диагностики возбудителя псевдотуберкулеза для выявления потенциально опасных штаммов (МУК 4.2.3019-12). Широкое применение для генотипирования *Y. pseudotuberculosis* нашел и метод MLST (Savin et al., 2022; Huang et al., 2023). Метод INDEL-типирования получил гораздо меньше внимания исследователей. Ранее нами предложен способ генотипирования *Y. pseudotuberculosis* в ПЦР с помощью семи INDEL-маркеров, которые позволили разделить 349 штаммов на 28 генетических групп (Трухачев и др., 2022).

Для генотипирования штаммов иерсиний с помощью SNP- и MLST-анализа требуется определение полной или частичной нуклеотидной последовательности геномов, в то время как для выявления INDEL- и IS-маркеров можно использовать ПЦР. Внедрение в практику работы лабораторий простых и общедоступных способов генотипирования вновь выделенных штаммов на этапе их углубленной характеристики, а также штаммов из коллекций микроорганизмов будет способствовать повышению эффективности внутривидовой дифференциации патогенных иерсиний.

**Цель.** Выявление генетического разнообразия штаммов *Y. pestis* и *Y. pseudotuberculosis* в ПЦР с помощью IS-маркеров.

**Материалы и методы.** В работе использовали 19 штаммов *Y. pestis* и 60 штаммов *Y. pseudotuberculosis* из коллекции ФКУЗ Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора, а также нуклеотидные последовательности штаммов, представленных в базе данных NCBI. Всего проанализировано 90 последовательностей штаммов *Y. pestis* различных биоваров и подвидов и 302 штаммов *Y. pseudotuberculosis* различных серотипов, а также 12 российских штаммов *Y. pestis* и 36 российских штаммов *Y. pseudotuberculosis*, секвенированных в настоящем исследовании. Определение нуклеотидных последовательностей штаммов проводили при использовании технологической платформы MiSeq. Биоинформационный анализ и конструирование праймеров осуществляли с помощью программ BLAST, VNTI9, SnapGeneViewer. Выявление генетических кластеров при IS-типировании иерсиний проводили с помощью программы SRplot (<https://www.bioinformatics.com.cn>).

**Результаты и обсуждение.** Анализ нуклеотидных последовательностей штаммов *Y. pestis* позволил выявить наличие четырех IS-элементов (IS100, IS285, IS1451, IS1661), имеющих разную локализацию в хромосоме различных групп штаммов. В результате было отобрано 22 локуса, различающихся по наличию или отсутствию анализируемых IS-элементов в конкретных генах, которые являлись IS-маркерами. На основе выявленных IS-маркеров сконструированы 22 пары праймеров для их обнаружения, и проведено тестирование праймеров на 109 штаммах чумного микроба с помощью ПЦР *in silico* и *in vitro*. Анализ распределения четырех IS-элементов в геномах штаммов возбудителя чумы позволил дифференцировать штаммы разных подвидов и биоваров, а также выделить отдельные генетические группы внутри биоваров. Такие группы выявлены как среди штаммов основного, так и неосновных подвидов. Для дифференциации штаммов *bv. Antiqua*, которые разделены на семь генетических групп, от штаммов других биоваров предложены четыре пары праймеров. Штаммы *bv. Mediaevalis* также могут быть дифференцированы от штаммов других биоваров с использованием четырех IS-маркеров и праймеров к ним, тогда как штаммы *bv. Orientalis* выявляются с помощью одной пары праймеров. Выделена группа IS-маркеров, которая позволяет проводить дифференциацию неосновных подвидов *Y. pestis*. Всего с помощью предложенных праймеров определено 14 генетических групп штаммов основного подвида и 9 генетических групп штаммов неосновных подвидов. Таким образом, 22 пары предложенных праймеров для ПЦР-анализа позволили разделить штаммы *Y. pestis* на 23 генетические группы.

Те же самые IS-элементы (IS100, IS285, IS1451, IS1661) имеются и в геномах штаммов *Y. pseudotuberculosis*, однако количество их копий в 5–7 раз меньше, чем в изолятах *Y. pestis* (Chain et al., 2004). В результате анализа распределения IS-элементов в геномах псевдотуберкулезного микроба обнаружено 14 IS-маркеров, для выявления которых сконструированы и синтезированы праймеры. Тестирование 14 пар праймеров при использовании 338 геномов секвенированных штаммов *Y. pseudotuberculosis* позволило разделить все штаммы на 100 генетических групп (IS-генотипов). При этом в каждую геногруппу в основном входили штаммы одного серотипа и/или штаммы, выделенные в одной географической зоне. Всего 10 генотипов (IS1-IS10) было выявлено у российских штаммов, большинство которых имели генотип IS3, серотип O:1b и были выделены преимущественно в азиатской части РФ. Группы генотипов IS3, IS5, IS9 и IS10 включали только штаммы из РФ.

**Заключение.** Сравнение количества IS-генотипов 109 штаммов *Y. pestis*, использованных в настоящем исследовании, и такого же количества штаммов *Y. pseudotuberculosis*, произвольно выбранных из базы данных NCBI, выявило гораздо большую вариабельность геномов псевдотуберкулезного микроба. Так, 22 пары праймеров, использованные для генотипирования возбудителя чумы с помощью IS-маркеров, позволяли идентифицировать 23 генетические группы, в то время как 14 пар праймеров различали 46 генетических групп возбудителя псевдотуберкулеза. Такие существенные различия этих двух видов рода *Yersinia*, по всей видимости, связаны с их разной эволюционной историей. По данным M. Achtman et al. (1999), вид *Y. pestis* возник 1500–20 тыс. л. н., в то время как вид *Y. pseudotuberculosis* существует 0,4–1,9 млн лет. Это свидетельствует о том, что у штаммов возбудителя псевдотуберкулеза за время его эволюции накоплено значительно больше мутаций, в том числе и тех, которые связаны с перемещением IS-элементов, хотя самих IS-элементов у *Y. pseudotuberculosis* гораздо меньше.

Проведенное исследование позволяет диверсифицировать набор генетических маркеров, которые могут быть использованы для повышения эффективности внутривидовой дифференциации двух видов патогенных иерсиний.

## ЛИХОРАДКА ЗАПАДНОГО НИЛА НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

С. К. Удовиченко, Е. В. Путинцева, А. В. Топорков

*ФКУЗ Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Волгоград, Россия*

**Аннотация.** Обобщение данных о проявлениях лихорадки Западного Нила (ЛЗН) на Дальнем Востоке представляется актуальным для установления границ ареала этой инфекции в России. Используются сведения о результатах эпидемиологического надзора за ЛЗН и научных работ. Метод исследования – эпидемиологический. Показано, что при отсутствии официально зарегистрированной заболеваемости населения циркуляция вируса Западного Нила (ВЗН) достоверно подтверждена в Приморском, Хабаровском и Забайкальском краях, Сахалинской области и Еврейской автономной области. В Магаданской области, Камчатском крае и Чукотском автономном округе климатические условия неблагоприятны для трансмиссивной передачи возбудителя ЛЗН человеку. В остальных субъектах установлено наличие иммунной прослойки к ВЗН среди местных жителей, однако для оценки истинной частоты контакта населения с вирусом необходимо подтверждение специфичности выявленных антител.

## WEST NILE FEVER IN FAR EAST REGIONS

S. K. Udovichenko, E. V. Putintseva, A. V. Toporkov

*Volgograd Research Anti-Plague Institute, Volgograd, Russian Federation*

**Abstract.** Generalization of data on the manifestations of West Nile fever (WNF) in the Far East seems relevant for establishing the boundaries of the range of this infection in Russia. Information on the results of epidemiological surveillance of WNV and scientific work was used. The research method is epidemiological. It is shown that in the absence of officially registered morbidity in the population, the circulation of West Nile virus (WNV) has been reliably confirmed in the Primorsky, Khabarovsk and Transbaikal Territories, the Sakhalin region and Jewish autonomous region. In the Magadan Region, Kamchatka Territory and Chukotka Autonomous Okrug, climatic conditions are unfavorable for vector-borne transmission of the WNV pathogen to humans. In the remaining regions, the presence of an immune layer to WNV among local residents has been established, however, to assess the true frequency of contact of the population with the virus, confirmation of the specificity of the identified antibodies is necessary.

**Введение.** Продолжительность изучения лихорадки Западного Нила (ЛЗН) в России насчитывает 60 лет, из которых на протяжении последних 25 лет заболеваемость этой инфекцией регистрируется ежегодно. Вместе с тем данные о распространении ЛЗН на территории России носят фрагментарный характер. Наиболее полные сведения получены о структуре и активности очагов ЛЗН на юге России, в то время как удаленные от центральной части страны регионы остаются малоизученными.

**Цель.** Обобщение данных о циркуляции вируса Западного Нила (ВЗН) на Дальнем Востоке.

**Материалами** послужили отчетные формы, представленные Управлениями Роспотребнадзора по субъектам Российской Федерации в Референс-центр по мониторингу за возбудителем ЛЗН, и данные научных публикаций. Основной метод – эпидемиологический.

**Результаты и обсуждение.** В 1963–2023 гг. местные случаи на Дальнем Востоке официально не зарегистрированы. Единственный описанный в доступной литературе случай ЛЗН выявлен специалистами военного госпиталя г. Хабаровска в 2020 г. у служащего войск национальной гвардии. Учитывая данные эпидемиологического анамнеза пациента, свидетельствующие о посещении природных биотопов на территории Хабаровского края в предшествующий заболеванию период, можно сделать вывод о возможном местном случае заражения ВЗН (Сапега и др., 2022). Отсутствие официально зарегистрированных случаев представляется вполне закономерным при оценке данных об объемах обследований на этих территориях больных, имеющих сходные с ЛЗН симптомы. За период 2011–2023 гг. в среднем ежегодно здесь обследовано 102 пациента, а в отдельные годы совокупное количество обследованных больных из всех территорий не превышало 10 человек.

Анализ научных публикаций и официальных данных позволяет констатировать достоверную циркуляцию ВЗН в Приморском, Хабаровском и Забайкальском краях, Сахалинской области и Еврейской автономной области (АО).

В Приморском крае по результатам комплексного мониторинга за возбудителем ЛЗН, проведенного в 2003–2006 гг. институтом вирусологии им. Д. И. Ивановского, подтверждена активная передача ВЗН. Обнаружение специфических к ВЗН антител (АТ) у домашних животных (11,4 % крупного рогатого скота, 6,1 % лошадей, 5,4 % свиней), установленный контакт с возбудителем ЛЗН у оседлых и перелетных видов птиц, включая сеголеток, свидетельствует в пользу эндемичности территории края. Среди населения уровень иммунной прослойки составил в среднем 0,9 %, при максимальных значениях 2,1 %, что ниже показателей, характерных для европейской части России (Щелканов и др., 2007). В последующем ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» установлена инфицированность ВЗН мелких млекопитающих (полевая мышь *Apodemus agrarius*), клещей *Ixodes persulcatus* (Обзор и прогноз, 2024). Практическими учреждениями Роспотребнадзора при серологическом (однократно в 2014 г.) и эпизоотологическом мониторинге положительные результаты не получены.

В Забайкальском крае маркеры возбудителя выявлены в 2009–2011, 2013, 2016, 2022 гг.: антиген (АГ) ВЗН – среди мелких млекопитающих (3,3–9,1 % положительных находок), комаров без определения вида, РНК ВЗН – комаров *Aedes intrudens*, клещей *I. persulcatus*. Величина иммунной прослойки среди населения варьировала от 3,1 % до 25,8 %. В отдельные годы сыворотки исследовались на наличие АТ к вирусу клещевого энцефалита с отрицательными результатами, что позволяет считать их специфичными к ВЗН.

В Хабаровском крае РНК ВЗН выявлена в материале от перелетных птиц (2009–2013 гг. – 3,9 %, 2014 г. – 2,0 %, 2023 г. – 1,8 %), в том числе отстрелянных на осеннем пролете, и комаров без определения вида (2019 г. – 1,9 %) и *Ae. cinereus* (2022 г.) (Бахметьева и др., 2018; Обзор и прогноз, 2024). Нейтрализующие АТ к возбудителю ЛЗН обнаружены у лошадей (2019 г. – 1,2 %) и птиц (2011–2017 гг. – 1,3 %). Величина иммунной прослойки среди населения, по данным публикаций, в среднем составила в 2013 г. 6,6 %

(суммарные данные с Еврейской АО), в 2014 г. – 9,1 %, специфичность АТ не определена. Современные данные об уровне серопревалентности отсутствуют.

Наличие иммунной прослойки к ВЗН среди населения установлено в Амурской (2013 г. – 3,7 %), Магаданской (2018 г. – 5,0 %, 2020 г. – 1,0 %, 2021 г. – 3,9 %), Сахалинской областях (2008–2010 гг. – 3,4 % с частотой обнаружения положительных находок от 2,2 до 11,4 %), республиках Бурятия (2001–2005 гг. – 4,0 %, с вариацией по частоте выявления от 1 до 8 %, 2013 г. – 1,3 %), Саха (Якутия) (в 2005–2007 гг. – 2,1 %), Еврейской АО (2017 г. – 1,7 %), Камчатском крае (2017 г. – 2,5 %, 2018 г. – 6,0 %, 2019 и 2021 г. – по 1,5 %). При интерпретации полученных данных отметим, что исследований по дифференциации иммунного ответа к вирусу клещевого энцефалита, циркуляции которого установлена практически на всех этих территориях, не проводилось. В Магаданской области и Камчатском крае, учитывая наличие неблагоприятных климатических условий для трансмиссивной передачи возбудителя ЛЗН человеку (за исключением локальных участков, где среднелетняя температура превышает 14 °С), выявление АТ к ВЗН среди населения может быть связано с перекрестной реакцией к другим флавивирусам, либо контактом с возбудителем при выезде в эндемичные по ЛЗН регионы. В остальных субъектах условия для циркуляции ВЗН благоприятны (в республиках Саха (Якутия) и Бурятия – южные районы) и для оценки истинной частоты и интенсивности контакта населения с ВЗН необходимо подтверждение специфичности выявленных АТ.

В Сахалинской области, помимо данных по наличию иммунной прослойки, АГ ВЗН выявлены среди мелких млекопитающих (14,8 % положительных проб от красной, красно-серой полевки и азиатской лесной мыши) и комаров без определения вида (15,0 %), РНК ВЗН – комарах *Ae. cantans* (Андаев и др., 2012; Обзор и прогноз, 2024). В Еврейской АО подтверждена циркуляция ВЗН в энзоотическом цикле (РНК ВЗН в *Ae. cinereus*). На остальных территориях маркеры ВЗН в зоо-энтомологическом материале не выявлены, что связано с недостаточными объемами исследований носителей и переносчиков.

Лабораторные исследования зоо-энтомологического материала и изучение иммунной прослойки населения к ВЗН в Чукотском АО не проводятся, однако и климатические условия здесь неблагоприятны для формирования очагов циркуляции ВЗН.

Таким образом, для выяснения реальной эпидемиологической ситуации по ЛЗН на Дальнем Востоке и оценки возможности местной передачи ВЗН необходимо повысить качество мониторинговых исследований с увеличением объемов и периодичности их проведения. Особое внимание следует уделить достоверной дифференциальной диагностике ВЗН от других флавивирусов при использовании серологических методов.

# ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО ЛИХОРАДКЕ ЗАПАДНОГО НИЛА В РОССИИ

С. К. Удовиченко, Е. В. Путинцева, А. В. Топорков

*ФКУЗ Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Волгоград, Россия*

**Аннотация.** Своевременное выявление среди животных эпизоотий лихорадки Западного Нила (ЛЗН) важно для прогнозирования эпидемиологической ситуации. В отношении ЛЗН не систематизированы данные о проявлениях эпизоотического процесса, не проведено эпизоотическое зонирование территории России, нормативно не закреплены в ветеринарных правилах надзорные и контрольные мероприятия. Наблюдение за эпизоотической ситуацией по ЛЗН в России осуществляется согласно Комплексному плану по санитарной охране территории, реализуемого с недостаточным межведомственным взаимодействием и охватом субъектов. Для оптимизации мониторинга эпизоотологической ситуации по ЛЗН органам, уполномоченным осуществлять надзор за животными, целесообразно разработать комплекс мониторинговых, диагностических и контрольных мероприятий и нормативно-методическое обеспечение их осуществления, организовать обмен информацией с учреждениями Роспотребнадзора о эпизоотологической (эпидемиологической) обстановке.

## PROBLEMS AND WAYS TO OPTIMIZE MONITORING OF THE EPIZOOTOLOGICAL SITUATION OF WEST NILE FEVER IN RUSSIA

S. K. Udovichenko, E. V. Putintseva, A. V. Toporkov

*Volgograd Research Anti-Plague Institute, Volgograd, Russian Federation*

**Abstract.** Timely detection of West Nile fever (WNF) epizootics among animals is important for forecasting the epidemiological situation. In relation to WNF, data on the manifestations of the epizootic process are not systematized, epizootic zoning of the territory of Russia has not been carried out, and surveillance and control measures are not legally fixed in veterinary rules. Monitoring of the epizootic situation for WNF in Russia is carried out according to the Comprehensive Plan for Sanitary Protection of the Territory, which is implemented with insufficient interdepartmental interaction and coverage of subjects. In order to optimize the monitoring of the epizootological situation for WNF, it is advisable for the bodies authorized to supervise animals to develop a set of monitoring, diagnostic and control measures and regulatory and methodological support for their implementation, organize the exchange of information with the institutions of Rospotrebnadzor on the epizootological (epidemiological) situation.

**Введение.** Лихорадка Западного Нила (далее ЛЗН) – зоонозная инфекционная болезнь с преимущественно трансмиссивным механизмом передачи (Mencattelli et al., 2022). К ЛЗН восприимчив широкий круг позвоночных животных: более 300 видов птиц (естественные хозяева) и свыше 100 видов других животных – крупных и мелких млекопитающих, пресмыкающихся, земноводных (Nabarugira et al., 2020). Поскольку эпизоотический процесс ЛЗН предшествует эпидемическому (как правило, опережает его на 2–3 недели), наблюдение за состоянием здоровья популяций животных и своевременное выявление среди них эпизоотий (или обнаружение маркеров ЛЗН в материале от животных) имеет важное значение для прогнозирования развития эпидемиологической ситуации и своевременного проведения профилактических мероприятий. Актуальность данной проблемы обусловлена и тем, что ЛЗН включена в список болезней, требующих в случае регистрации заболеваний обязательного уведомления Всемирной организации по охране здоровья животных всех 178 стран-членов организации, к числу которых относится и Российская Федерация (РФ) (Кодекс здоровья наземных животных, 2019).

**Цель.** Охарактеризовать основные направления мониторинга за эпизоотологической ситуацией по ЛЗН в России и разработать предложения по повышению его эффективности.

**Материалы и методы.** В работе проведен анализ научных публикаций, нормативно-методических документов, результатов эпидемиологического надзора за ЛЗН в субъектах РФ, представленных Управлениями Роспотребнадзора в Референс-центр по мониторингу за возбудителем ЛЗН.

**Результаты и обсуждение.** У животных в зависимости от видовой восприимчивости проявления ЛЗН могут варьировать от субклинических форм до тяжелых поражений центральной нервной системы с последующей гибелью (Nabarugira et al., 2020). Наиболее высокую значимость для оценки активности эпизоотического процесса в очаге имеют виды животных, высоковосприимчивые к ЛЗН. Среди птиц к их числу отнесены представители семейства врановые (Corvidae): серая ворона, обыкновенная сорока, обыкновенная сойка, грач и др., фламинговые (Phoenicopteridae), воробьиные (Passeridae), а также хищные птицы (совиные (Strigidae), соколиные (Falconidae), ястребиные (Accipitridae) (Bowen, Nemeth, 2007). Из числа млекопитающих наиболее восприимчивыми к ЛЗН являются лошади, в том числе домашние.

Действующие нормативные и методические документы РФ регламентируют в рамках функционирования системы эпидемиологического надзора проведение зоолого-паразитологического обследования территории с целью слежения за циркуляцией возбудителя, переносчиков и носителей инфекции и их инфицированностью, наблюдение за состоянием популяции и заболеваемостью маркерных видов животных (птиц, лошадей и др.) (СанПиН 3.3686-21; МУ 3.1.3.2600-10). Такой мониторинг не может качественно проводиться при отсутствии эффективного взаимодействия учреждений Роспотребнадзора с органами, уполномоченными осуществлять надзор за животными (Минприроды России, Минсельхоз России и Россельхознадзор).

В настоящее время ЛЗН входит в перечень инфекций, подлежащих наблюдению, лабораторной диагностике и учету органами и учреждениями, контролирующими болезни животных (Приказ Минсельхоза России от 14.12.2015 № 635). Однако, в отличие от других инфекций, общих для человека и животных, не систематизированы данные о проявлениях эпизоотического процесса ЛЗН, не проведено эпизоотическое зонирование территории РФ, не разработаны и нормативно не закреплены в ветеринарных правилах мероприятия по надзору и контролю за этой инфекцией.

Наблюдение за эпизоотической ситуацией по ЛЗН в субъектах РФ осуществляется на основании мероприятий, предусмотренных Комплексным планом по санитарной охране территории, реализуемых с недостаточно высокой эффективностью межведомственного взаимодействия. Так, за период 2013–2023 гг. в России мониторинг инфицированности вирусом Западного Нила (ВЗН) основных носителей (птиц) в среднем осуществляли ежегодно только 22 субъекта, что связано с трудностями получения учреждениями Роспотребнадзора материала для проведения исследований на собственных лабораторных базах. Крупных млекопитающих (крупный рогатый скот, лошади) на наличие иммунной прослойки учреждения ветеринарной службы обследуют в среднем ежегодно только в шести субъектах. Наблюдение за инфицированностью ВЗН мелких млекопитающих проводят учреждения Роспотребнадзора в рамках планового мониторинга в 33 субъектах. Небольшой объем выполняемых исследований и низкий территориальных охват не позволяет оценить интенсивность эпизоотического процесса в очагах ЛЗН.

В связи с чем представляется крайне необходимой, помимо разработки соответствующей нормативно-методической базы, организация на национальном и территориальном уровнях единой системы наблюдения за здоровьем популяций диких и домашних животных с участием всех заинтересованных служб и ведомств, предусматривающей взаимный обмен информацией. Для учреждений Роспотребнадзора ключевое значение



будет иметь информация о массовых заболеваниях птиц, лошадей и других сельскохозяйственных и диких животных и этиологических факторах, к ним приведших, результатах обследования на наличие маркеров ЛЗН больных животных и здоровых особей – на наличие популяционного иммунитета к ВЗН, географические координаты мест выявления положительных находок. Учреждения Роспотребнадзора могут по принципу обратной связи предоставлять сведения о выявлении зараженных ВЗН животных в рамках проведения планового эпизоотологического обследования очаговых территорий (находки маркеров ВЗН у птиц, мелких млекопитающих, кровососущих членистоногих), и при необходимости – мест предполагаемого заражения ВЗН людей. Взаимное информирование должно осуществляться не реже одного раза в месяц вне сезона передачи ВЗН, еженедельно – в период апреля по октябрь, оперативно – при осложнении эпизоотологической (эпидемиологической) ситуации.

Не менее важным аспектом взаимодействия является наблюдение за мигрирующими и перелетными видами птиц, поскольку они выполняют не только роль природного резервуара инфекции, но и, учитывая их способность к миграции, обеспечивают распространение ВЗН на новые (ранее неземные) территории, а также занос в Россию новых (измененных) генетических вариантов возбудителя. В настоящее время отсутствуют современные данные о видовом составе и численности орнитофауны на большинстве территорий России, не проведены системный анализ географии зимовок и маршрутов пролета птиц и участия отдельных видов в циркуляции ВЗН. Получение такой информации от соответствующих служб позволит учреждениям Роспотребнадзора изучить пути распространения ВЗН в Россию, прогнозировать интенсивность заноса инфекции на территории и их эпидемический потенциал.

Таким образом, с целью повышения эффективности мониторинга эпизоотологической ситуации по ЛЗН органам, уполномоченным осуществлять надзор за животными, целесообразно разработать комплекс мониторинговых, диагностических и контрольных мероприятий за этой инфекцией и нормативно-методическое обеспечение их осуществления, совместно с учреждениями Роспотребнадзора – организовать взаимный обмен информацией о текущей эпизоотологической и эпидемиологической ситуации. Своевременная регистрация случаев заболевания среди животных будет иметь значение не только для прогнозирования возможного эпидемиологического неблагополучия, но и уточнения границ ареала ВЗН в России, изучения экологии вируса и степени активности очагов болезни.

# ИНСЕКТОАКАРИЦИДНЫЕ СРЕДСТВА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ОЧАГАХ КЛЕЩЕВОГО ВИРУСНОГО ЭНЦЕФАЛИТА, И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОКЛЕЩЕВЫХ ОБРАБОТОК

Е. В. Ушакова, О. М. Германт

*Институт дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф. Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Россия*

**Аннотация.** Проведен анализ средств, применяемых для проведения акарицидных обработок на территориях, эндемичных по клещевому вирусному энцефалиту. Отмечены случаи неправомерного применения средств, не предназначенных для борьбы с иксодовыми клещами. Выявлены территории, где происходило наибольшее количество случаев присасывания клещей к людям. Также даны рекомендации по улучшению качества и эффективности противоклещевых обработок.

## INSECTOACARICIDES APPLIED IN FOCI OF TICK-BORNE ENCEPHALITIS AND WAYS TO IMPROVE THE EFFECTIVENESS OF ANTI-TICK TREATMENTS

E. V. Ushakova, O. M. Germant

*Institute of Disinfectology of the Federal Research Center of Hygiene named after F. F. Erisman of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Moscow region, Mytishchi, Russian Federation*

**Abstract.** The objective of this study was to analyze the insectoacaricides used for treatments of territories in regions endemic for tick-borne encephalitis. It was observed that there were cases of inappropriate usage of products not approved for controlling of ixodes ticks. Recommendations for the improvement of quality and efficacy of anti-tick treatments were provided.

**Введение.** В Российской Федерации нозоареал клещевого вирусного энцефалита (КВЭ) охватывает всю лесную зону страны и совпадает с ареалом клещей рода *Ixodes* (Acari: Ixodidae) – основных переносчиков возбудителей. Наибольшее эпидемическое значение имеют таежный (*I. persulcatus* Schulze) и лесной (*I. ricinus* L.) клещи.

По данным Перечня административных территорий субъектов Российской Федерации эндемичных по КВЭ в 2023 г. эндемичными признаны 49 субъектов: в Центральном федеральном округе – 5, в Северо-Западном – 9, в Южном и Северо-Кавказском – 2, в Приволжском – 10, в Уральском – 5, в Сибирском – 10 и в Дальневосточном – 8. В разрезе отдельных административных территорий природные очаги КВЭ выявлены в 1078 из 1493 районов страны (72,2 %).

По данным Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2023 году», уровень заболеваемости КВЭ снизился по сравнению с предыдущим годом и составил 1,21 на 100 тыс. населения (в 2022 г. – 1,34 на 100 тыс. населения). Среднее количество обращений населения за медицинской помощью в Российской Федерации по поводу присасывания клещей в 2023 г. составило 343,33 на 100 тыс. населения, что сопоставимо со среднемноголетними данными прошлых лет (351,31 на 100 тыс. населения).

Борьба с популяциями клещей-переносчиков в природных очагах КВЭ является важной составляющей комплекса профилактических мероприятий в рамках коллективной защиты населения и проводится с помощью инсектоакарицидных (акарицидных) средств, прошедших процедуру государственной регистрации и рекомендованных для применения с этой целью. В Реестре свидетельств о государственной регистрации (<http://fp.crc.ru/evrazes/?type=max>) по состоянию на 01.01.2023 для уничтожения иксодо-

вых клещей в природных биотопах на территории Российской Федерации было зарегистрировано 47 инсектоакарицидных средств, основанных на импортных действующих веществах из двух химических групп – пиретроидов (72,9 %) и фосфорорганических соединений (ФОС; 16,7 %), а также их смесей (10,4 %). Из них 16 рекомендованы также к применению населением для самостоятельной обработки участков, находящихся в личном пользовании. Подавляющее большинство всех зарегистрированных средств (54,2 %) составляют соединения на основе циперметрина из группы цианосодержащих пиретроидов.

**Цель.** Анализ эффективности средств для проведения акарицидных обработок, выполненных за счет бюджетных ассигнований, на эндемичных по КВЭ территориях.

**Материалы и методы.** Анализ применяемых средств для проведения противоклещевых мероприятий проводили на основе анкетных данных, собранных от территориальных управлений Роспотребнадзора на эндемичных территориях. Для этого были разработаны специальные анкеты, в которых обрабатываемые объекты сгруппированы по назначению и социальной значимости. Обработка полученных результатов проводилась с использованием программы Excel.

Сведения об акарицидных обработках, проведенных в 2023 г., были получены от Управлений Роспотребнадзора 47 эндемичных по КВЭ субъектов Российской Федерации и г. Москва.

**Результаты и обсуждение.** По полученным данным в 2023 г. обработки проведены на 62,3 тыс. объектов общей площадью 108,7 тыс. га. Это на 18,0 тыс. га (10,1 тыс. объектов) больше, чем было проведено обработок в 2022 г.

В большинстве регионов Российской Федерации применяли инсектоакарицидные средства (30 наименований), включенные в Реестр свидетельств о государственной регистрации и разрешенные для обработки природных биотопов при борьбе с иксодовыми клещами. На 58,1 % площади территорий (63,2 тыс. га), или 36,2 тыс. объектов обработки проводили препаратами на основе циперметрина, на 27,6 % территории, или 30 тыс. га (26,8 %, или 16,7 тыс. объектов) – соединениями на основе альфациперметрина. Средства на основе фентиона применялись на 1,8 % площади эндемичной по КВЭ территории (1,9 тыс. га) или на одной тысячи объектов (1,6 % от всех).

Для 5,3 тыс. объектов (7,2 тыс. га) указано, что применяли два и более веществ без разделения средств по типам объектов. Кроме того, отмечены случаи неправомерного применения препаратов, а именно, средства для борьбы с синантропными членистоногими и эктопаразитами использовали для уничтожения вредителей хлебных запасов при фумигации в замкнутом ограниченном пространстве. Кроме того, средства для защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, не прошедшие испытания в отношении иксодовых клещей, в связи с чем в инструкциях по их применению не прописаны нормы расхода и меры предосторожности при обработке природных биотопов от клещей, применяли для акарицидных обработок.

По данным, полученным от региональных управлений Роспотребнадзора, количество субъектов, в которых отмечено неправомерное применение средств, за последние несколько лет выросло. Так, в 2016 г. таких субъектов было пять, в 2017 г. – шесть, в 2020 г. – девять, 2018 г. – четыре, в 2021–2023 гг. – по десять субъектов РФ. Исключение составил только 2019 г. – случаи применения не рекомендованных средств отмечены только в трех субъектах РФ.

Недостаточная эффективность (наличие клещей на обработанных территориях) отмечена на 5072 объектах (8,1 %), или 11,4 тыс. га (10,5 %) при контроле обработок гостилиц, придомовых территорий, аллей, бульваров, скверов, студенческих городков, зеленых насаждений вокруг водоемов, парков, лесопарков, кладбищ, мест массового отдыха и на пустырях в черте города. На этих территориях количество случаев присасывания клещей к людям за отчетный период составило 1148 (35,5 % от всех присасываний на обработанных территориях).

Вместе с тем общее количество случаев присасывания клещей к людям на обработанных 108,7 тыс. га территорий составило 3229 (на 968 случаев больше, чем в 2022 г.). Наибольшее количество случаев присасывания клещей к людям на обработанных участках зафиксировано на территориях со свободным пребыванием людей: зоны отдыха населения (аллеи, бульвары, скверы) и придомовые территории – 1147 случаев (35,5 %), а также в природных и им подобных биотопах с высокой посещаемостью людьми: на кладбищах – 648 случаев (20,1 %), в лесопарках – 465 случаев (14,4 %), парках – 317 случаев (9,8 %), местах массового отдыха населения – 224 случая (6,9 %). На указанных участках применяли для противоклещевых обработок те же акарицидные средства, что и на других территориях, где таких случаев не было.

Таким образом, для повышения эффективности противоклещевых обработок необходимо выбирать только разрешенные для борьбы с иксодовыми клещами средства, осуществлять подготовительные мероприятия по расчистке и благоустройству обрабатываемой территории, при обработке учитывать погодные условия, а также строго соблюдать способ применения соединений, не допускать занижения норм расхода рабочих растворов и их неравномерное нанесение, обязательно проводить контроль эффективности. Зонами наибольшего риска, в которых отмечено большинство случаев присасывания клещей, являются объекты со свободным пребыванием людей. Поэтому при планировании работ необходимо уделять особое внимание акарицидным обработкам парков, лесопарков, мест массового отдыха и т. п., так как они являются зонами наибольшего риска контакта людей с клещами. Помимо акарицидных обработок, необходимо проводить работы по гигиеническому воспитанию населения и обучению граждан в области вопросов профилактики: предоставление населению подробной компетентной информации об инфекциях, передающихся иксодовыми клещами, и основных симптомах болезней, вызываемых этими возбудителями; мерах специфической (вакцинация) и неспецифической профилактики (индивидуальная и коллективная защита).

## ОПЫТ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧИНОК БЛОХ ИЗ ИНСЕКТАРИЯ ИРКУТСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОТИВОЧУМНОГО ИНСТИТУТА

А. Д. Федосов<sup>1</sup>, А. В. Ляпунов<sup>1</sup>, Л. П. Базанова<sup>1</sup>, Е. А. Вершинин<sup>1</sup>, О. Э. Берлов<sup>1</sup>,  
Н. Ф. Галацевич<sup>2</sup>, С. Ю. Артемьева<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ФКУЗ Тувинская противочумная станция, Кызыл, Россия

<sup>3</sup>Объединенная дирекция государственного природного заповедника «Байкало-Ленский»  
и Прибайкальского национального парка, Иркутск, Россия

**Аннотация.** Нередко в гнездах грызунов обнаруживают только личинок блох, для видовой идентификации которых целесообразно применять методы молекулярной генетики. В работу были взяты головы личинок блох двух лабораторных популяций, содержащихся в инсектарии Иркутского научно-исследовательского противочумного института. Популяции блох были основаны особями, собранными в естественных биотопах. Установлено, что один образец принадлежит к роду *Frontopsylla*. При сравнении с последовательностями из GenBank, фрагмент 16S имеет максимальное сходство (95,82 %) с образцами *F. spadix* и *F. diqingensis*. Второй образец принадлежит к роду *Amalaraeus*. Фрагмент гена цитохром-С-оксидазы имеет максимальное сходство (97,34 %) с образцом *A. dissimilis* (Канада, Манитоба).

# EXPERIENCE OF TAXONOMIC IDENTIFICATION OF FLEAS LARVAES FROM THE INSECTARY OF THE IRKUTSK RESEARCH ANTIPLAGUE INSTITUTE

A. D. Fedosov<sup>1</sup>, A. V. Liapunov<sup>1</sup>, L. P. Bazanova<sup>1</sup>, E. A. Vershinin<sup>1</sup>, O. E. Berlov<sup>1</sup>,  
N. F. Galatsevich<sup>2</sup>, S. Yu. Artemyeva<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Tuva Anti-Plague Station, Kyzyl, Russian Federation

<sup>3</sup> Federal State Budgetary Establishment «Zapovednoe Pribaikalie», Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** Often, only larvae are found in rodent nests, for the species identification of which it is advisable to use molecular genetics methods. The work involved the heads of flea larvae from two laboratory populations kept in the insectarium of the Irkutsk Anti-Plague Research Institute. Flea populations were founded by individuals collected in natural biotopes. One specimen was found to belong to the genus *Frontopsylla*. When compared with sequences from GenBank, the 16S fragment has the highest similarity (95.82 %) to the *F. spadix* and *F. diqingensis* samples. The second specimen belongs to the genus *Amalaraeus*. The cytochrome C oxidase gene fragment has the maximum similarity (97.34 %) to the *A. dissimilis* sample (Canada, Manitoba).

**Введение.** При разборе гнезд грызунов нередко можно обнаружить личинок блох, имаго же при этом отсутствуют. Таксономическая идентификация личинок в ряде случаев могла бы помочь, в том числе, в установлении истинного хозяина гнезда. В целом видовое определение личинок блох осложнено тем, что набор морфо-диагностических признаков невелик. Существует необходимость разработки новых надежных подходов для видовой идентификации паразитов на личиночной стадии (Шабалдас, 2012). Например, для подобных целей можно применять методы из области молекулярной генетики. При этом следует учитывать, что при выделении тотальной ДНК из суспензий членистоногих, в образцах могут содержаться нуклеиновые кислоты и других макроорганизмов, которые паразитируют на исследуемом объекте (круглые черви (Токмакова и др., 2022), тироглифидные клещи и др.). Это может приводить к искажению результатов, получению смешанных нуклеиновых последовательностей при секвенировании и, как следствие к лишним тратам ресурсов и времени исследователей. Это связано с тем, что при использовании праймеров к митохондриальному геному или к иным относительно консервативным участкам генома их «отжиг» может происходить не только на ДНК целевого объекта, но и на гомологичные участки иных организмов, содержащихся в образце. Ранее при молекулярно-генетическом исследовании нами блох грызунов Прибайкалья имел место случай, когда суспензия имаго блохи *Hystriehopsylla microti* Scalon, 1950, содержала ДНК *Acrobeloides varius* Kim, Kim et Park, 2017 (недавно описанный вид паразитарных червей типа Nematoda) и соответственно не удалось получить качественные нуклеотидные последовательности данной особи.

Также исказить результаты могут нуклеиновые кислоты, содержащиеся в объектах питания (кровь и др.) из пищеварительного тракта паразита. Поэтому важно минимизировать негативные последствия подобных случаев на разных этапах как пробоподготовки, так и непосредственно молекулярно-генетического анализа.

**Цель.** Отработать подход таксономической идентификации блох на преимагинальной стадии с использованием молекулярно-генетических методов.

**Материалы и методы.** В работу были взяты личинки блох двух видов, ранее определенные по морфологическим признакам как *Frontopsylla hetera* Wagner, 1933 и *Amalaraeus penicilliger* Grube, 1851 и в настоящее время содержащихся в инсектарии Иркутского научно-исследовательского противочумного института. Лабораторные популяции блох были заложены из особей, собранных в естественных биотопах. Популяция *F. hetera* основана 20 особями, собранными в Тувинском природном очаге чумы из гнезд длиннохвостого суслика – *Urocitellus undulatus* (Pallas, 1778) в сентябре 2015 г. А популяция *A. penicilliger* 16 особями, собранными в сентябре 2022 г. на 94 км КБЖД в пади Пыловка Слюдянского района Иркутской области.

Для приготовления суспензии использовали только голову, чтобы исключить попадание в нее содержимого пищеварительного тракта личинки, в котором могли обитать нематоды и оставаться непереваренные фрагменты кожи, шерсти, экскрементов лабораторных золотистых хомячков (*Mesocricetus auratus* Waterhouse, 1839), на которых прокармливается имагинальная стадия. Голова была отделена стерильным скальпелем и несколько раз промыта в 70 % растворе этилового спирта. Из суспензии ДНК выделяли с помощью комплекта реагентов «РИБО-преп» (торговая марка АмплиСенс®), согласно инструкции производителя. ПЦР-продукты получены с помощью набора реагентов ПЦР-РВ («Синтол», Москва) и двух пар праймеров: к фрагменту гена цитохром-С-оксидазы митохондрий (COX1) – LCO1490 (GGTCAACAATCATAAAGATATTGG) и HCO2198 (TAAACTTCAGGGTGACCAAAAATCA) (Folmer et al., 1994), к фрагменту большой субъединицы рибосомальной РНК митохондрий (16s) LR-J-13007 TTACGCTGTTATCCCTAA и LR-N-13398 CGCCTGTTTATCAAAAACAT (Simon et al., 1994). Температурный профиль реакции: начальная денатурация – 15 с при 98 °С; 35 циклов – 94 °С – 30 с, 52 °С – 20 с, 72 °С – 1 мин; финальная элонгация – 72 °С – 4 мин. Объем реакционной смеси – 25 мкл. Полученные ПЦР-продукты визуализировали в 1 % агарозном геле и затем подвергали ферментативной очистке набором ExoSAP-IT Express (Thermo FS). Секвенирование проводили с набором реактивов ABI Prism BigDye Terminator v.3.1 Cycle Sequencing Kit на приборе Genetic Analyzer 3500 xL (Applied Biosystems). Анализ и выравнивание нуклеотидных последовательностей проводили в программе BioEdit. Таксономическую принадлежность полученных последовательностей определяли с помощью онлайн-сервиса BLAST, сравнивая их с образцами из GenBank.

**Результаты и обсуждение.** Нарботанные фрагменты были секвенированы, депонированы в GenBank и сравнены с последовательностями, имеющимися в этой базе данных. Для первого образца удалось получить последовательность к фрагменту 16s рибосомальной РНК (PP989443), а для второго к двум: к 16s и к COX1 (PP989437, PP989440).

Установлено, что одна личинка действительно принадлежит к роду *Frontopsylla* Wagner et Ioff, 1926. Блохи данного рода являются потенциальными переносчиками чумы, распространены преимущественно в Азии, немногие виды обитают в Европе, большинство видов не разборчиво в выборе хозяина (Иофф, Скалон, 1954). Для блох рода *Frontopsylla* показана естественная зараженность чумой в Тувинском и Горно-Алтайском природных очагах, в природных очагах Монголии и в Ганьсу-Шэньсийском природном очаге Китая (Медведев и др., 2021). При сравнении с последовательностями из GenBank, полученный нами фрагмент 16S имеет максимальное сходство (95,82 %) с указанными для двух видов: *F. spadix* Jordan et Rothschild, 1921 (NC\_073018) и *F. diqingensis* Li et Hsieh, 1974 (NC\_085276). Известно, что вид *F. spadix* встречается в Индии и Китае (провинции Юньнань и Сычуань) и морфологически близок к *F. elata* и *F. luculenta* (Jordan et Rothschild, 1923). *F. diqingensis* встречается на территории Восточного Непала, в Китае (провинции Юньнань и Гуйчжоу), распространена на разных высотах и ландшафтных зонах. Для вида *F. hetera*, лабораторная популяция которого содержится в инсектарии НИПЧИ, отсутствуют нуклеотидные последовательности в GenBank для полученного нами фрагмента митохондриальной ДНК. Известно, что данный вид был описан по самке из Монголии, и распространен в пределах хребтов Хангай, Тайшири, в Монгольском Алтае, в Убсунурском и Центральном аймаках. В России встречается в Предбайкалье (Монды), в Забайкальском крае (Мангут, Кайластуй), Тыве, в Абаканской степи и на юго-востоке Алтая.

Второй образец действительно принадлежит к роду *Amalaraeus* Ioff, 1936. Блохи этого рода – паразиты грызунов (в основном полевок), лесной, луговой и горной фауны Европы, Азии и Северной Америки. При сравнении с последовательностями из GenBank полученный нами фрагмент гена цитохром-С-оксидазы имеет максимальное сходство (97,34 %) с образцом (KR140946) из Канады (провинция Манитоба, в 23 км на восток от

города Черчилл 58.73 N 93.78 W) и указанном как *Amalaraeus dissimilis*, в систематике используемой российскими учеными *dissimilis* рассматривается как подвид *A. penicilliger* Grube, 1851 (Июфф, Скалон, 1954). Сходство с ранее полученной нами последовательностью имаго *A. penicilliger* (OR889354) составило 95,07 %. Данная блоха была собрана в январе 2021 с восточноевропейской полевки в Иркутской области (52.287842 N 104.701067 E). Выяснено, что максимальное сходство фрагмента 16S этого образца с последовательностями из GenBank было около 90 %, что не позволяет идентифицировать организм при использовании этого фрагмента даже до рода в связи с невысокой степенью представленности последовательностей, полученных для блох грызунов Восточной Сибири.

В заключение стоит отметить, что большинство таксонов блох по-прежнему описаны лишь морфологически и в последние годы публикуются работы, где авторы заявляют о необходимости применения современных молекулярных методов исследования, которые позволят разобраться во многих неразрешенных до сегодняшнего момента вопросах, касающихся систематики блох. Так, с помощью филогенетического анализа на основе молекулярных данных возможно более детальное понимание происхождения и распространения блох, характерных для Сибири, на территории которой расположены три природных очага чумы.

## ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЭНТЕРОВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Е. Фибих<sup>1</sup>, А. Д. Ботвинкин<sup>2</sup>, И. Д. Зарва<sup>2,3</sup>, М. И. Хакимова<sup>1</sup>, Д. В. Кочнева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФБУЗ Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области, Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Иркутск, Россия

<sup>3</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

**Аннотация.** Представлен эпидемиологический анализ заболеваемости энтеровирусной инфекцией (ЭВИ) в Иркутской области за последние 10 лет. Исследование показало значительные колебания заболеваемости с периодами роста в 2017, 2019 и 2023 гг., а также влияние противоэпидемических мер в 2020–2021 гг. В эпидемический процесс вовлекаются преимущественно дети, особенно в возрасте от 1 до 2 лет. Основные очаги заболеваемости отмечены в городах и районах, расположенных вблизи водохранилищ. Доминирующим этиологическим агентом является вирус Коксаки А6. Мониторинг сточных вод подтвердил сезонность заболевания, что требует усиления профилактики в летне-осенний период.

## EPIDEMIOLOGICAL ANALYSIS OF ENTEROVIRUS INFECTION INCIDENCE IN THE IRKUTSK REGION

A. E. Fibikh<sup>1</sup>, A. D. Botvinkin<sup>2</sup>, I. D. Zarva<sup>2,3</sup>, M. I. Khakimova<sup>1</sup>, D. V. Kochneva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Center of Hygiene and Epidemiology in the Irkutsk Region, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russian Federation

<sup>3</sup>Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** The article presents an epidemiological analysis of enterovirus infection (EVI) incidence in the Irkutsk region over the past 10 years. The study revealed significant fluctuations in incidence with periods of increase in 2017, 2019, and 2023, as well as the impact of anti-epidemic measures in 2020–2021. The epidemic process predominantly involves children, especially those aged 1 to 2 years. The main foci of incidence are noted in cities and areas located near reservoirs. The dominant etiological agent is Coxsackie virus A6. Monitoring of wastewater confirmed the seasonality of the disease, indicating the need to strengthen preventive measures in the summer-autumn period.

**Введение.** (ЭВИ) представляет собой серьезную проблему здравоохранения, особенно в Иркутской области, где отмечаются значительные колебания заболеваемости. Важно изучить эпидемиологические особенности и тенденции заболеваемости ЭВИ в целях совершенствования эпидемиологического надзора и контроля. Настоящее исследование направлено на анализ многолетней динамики заболеваемости и выявление ключевых факторов, влияющих на распространение инфекции.

**Цель.** Характеристика эпидемиологических особенностей энтеровирусной инфекции в Иркутской области за последние 10 лет.

**Материалы и методы.** В ходе исследования использованы данные о заболеваемости ЭВИ в Иркутской области за период 2014–2023 гг. из статистической формы № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях», а также государственные доклады «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения» и результаты мониторинговых исследований проб сточных вод и типирования вирусов. Применены ретроспективный эпидемиологический анализ и описательно-оценочные методы.

**Результаты и обсуждение.** Анализ многолетней динамики заболеваемости ЭВИ характеризуется периодами спада и подъема. Так, в 2017, 2019 и 2023 гг. отмечалась тенденция к росту. В 2020–2021 гг. на течение эпидемического процесса ЭВИ оказали влияние противоэпидемические мероприятия, в том числе снижение миграционных процессов и разобщение организованных коллективов. В 2020 г. в Российской Федерации (РФ) произошло многократное снижение заболеваемости ЭВИ. В 2021 г. отмечен рост заболеваемости ЭВИ, а в 2022 г. наблюдалось восстановление активности эпидемического процесса. В 2023 г. в Иркутской области отмечен подъем заболеваемости ЭВИ, зарегистрировано 576 случаев с показателем заболеваемости 24,44 на 100 тыс. населения, что выше аналогичного периода 2022 г. на 46,6 % (382 случая, показатель 16,67). При сравнении графика многолетней динамики заболеваемости по Иркутской области и РФ можно отметить, что циклы подъема и спада заболеваемости практически идентичны.

Многолетняя динамика заболеваемости энтеровирусным менингитом (ЭВМ) характеризуется общей тенденцией к снижению заболеваемости с 2018 по 2021 г. В 2022 г. отмечен незначительный рост заболеваемости ЭВМ. В 2023 г. на территории Иркутской области наблюдается восстановление активности эпидемического процесса, зарегистрировано 14 случаев ЭВМ с показателем заболеваемости 0,59 на 100 тыс. населения, что выше аналогичного периода 2022 г. в 2 раза (7 случаев, показатель 0,29).

Анализ помесечной динамики заболеваемости ЭВИ в 2023 г. указывает на выраженную летне-осеннюю сезонность, что характерно для данной инфекции. Начало очередного сезонного подъема заболеваемости зафиксировано в июне, максимум заболеваемости пришелся на август, снижение отмечено с ноября. Максимальный рост заболеваемости ЭВИ зарегистрирован в августе (185 случаев, относительный показатель 7,85 на 100 тыс. населения) и сентябре (114 случаев, относительный показатель 4,84 на 100 тыс. населения), что очевидно обусловлено формированием детских организованных коллективов и началом нового учебного года.

Анализ возрастной структуры заболеваемости показал, что в эпидемический процесс энтеровирусной инфекции вовлекались в основном дети, доля которых составила 97,0 %, взрослых – 3,0 %. В структуре заболевших до 2018 г. преобладали дети от 3 до 6 лет. С 2019 г. в большей степени вовлекались дети от 1 до 2 лет. В доле соотношении детей по социальному статусу превалируют две группы: неорганизованные и организованные дети, посещающие детские дошкольные учреждения (ДДУ), затем школьники и дети социальных учреждений с круглосуточным пребыванием.

В территориальном ранжировании ЭВИ в Иркутской области за 2019–2023 гг. по относительным показателям превалируют Бодайбинский район, г. Усолье-Сибирское и Усольский район. Основная масса заболевших зафиксирована на четырех территориях: в г. Иркутск, Иркутском районе, г. Ангарск и г. Усолье-Сибирское, что составило 70,0 %.



В меньшей степени в эпидемический процесс вовлечены Киренский, Черемховский и Эхирит-Булагатский районы.

За 2022–2023 гг. ФБУЗ Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области отобрано на исследования 917 проб сточных вод на территориях г. Иркутск, г. Шелехов и г. Черемхово. По результатам исследования выделено 335 положительных проб. Наибольшее число положительных находок соответствовало сезонному подъему заболеваемости с июля, максимум в октябре. При дальнейшем типировании положительных проб установлены 35 штаммов полиовирусов: 1 тип – 11 шт., 3 тип – 22 шт., 1+3 тип – 2 шт.

За 2023 г. в Иркутской области исследовано 2998 проб биоматериала от людей с подозрением на ЭВИ. По результатам исследования выделено 576 положительных проб (19,2 %), при дальнейшем типировании которых установлены конкретные этиологические агенты: вирус Коксаки А6 – 54 шт., ЕСНО 30 – 20 шт., вирус Коксаки В5 – 19 шт., вирус Коксаки А9 – 15 шт., вирус Коксаки А5 – 15 шт., вирус Коксаки А16 – 10 шт.

Многолетняя динамика заболеваемости населения ЭВИ в Иркутской области совпадает с динамикой заболеваемости в РФ и после 2020 г. характеризуется тенденцией к росту. Детское население превалирует в структуре заболевших ЭВИ в Иркутской области. До 2018 г. основной группой риска были дети от 3 до 6 лет; с 2020 г. резко возросла доля детей от 1 до 2 лет при одновременном снижении числа заболевших среди детей более старших возрастных групп. В группу с высокими показателями заболеваемости ЭВИ входят города и территории, расположенные вблизи крупных водохранилищ, но наиболее высокие показатели отмечены в Бодайбинском районе. Частота положительных на энтеровирусы проб сточных вод начинает нарастать с июля и достигает максимума в октябре, что совпадает с сезонностью заболеваемости энтеровирусной инфекцией. Доминирующее положение среди этиологических агентов ЭВИ занимает вирус Коксаки А6. Значительную долю в этиологической структуре ЭВИ составили вирусы Коксаки А9, Коксаки А5, Коксаки В5. У больных ЭВИ в 2023 г. был идентифицирован ЕСНО 30.

Многолетняя динамика заболеваемости ЭВИ в Иркутской области отражает общероссийские тенденции с тенденцией к росту после 2020 г. Дети от 1 года до 2 лет являются основной группой риска. Высокие показатели заболеваемости отмечены в городах и территориях, расположенных вблизи водохранилищ. Мониторинг сточных вод подтвердил сезонное увеличение заболеваемости, что требует усиления профилактических мер в летне-осенний период.

# КРЫМСКАЯ ГЕМОРРАГИЧЕСКАЯ ЛИХОРАДКА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

К. Л. Хазыкова, А. А. Кулик, Г. В. Лиджи-Гаряева

*ФКУЗ Элистинская противочумная станция Роспотребнадзора, Элиста, Россия*

**Аннотация.** В 2000–2023 гг. на территории Республика Калмыкия наблюдалась активизация Крымской геморрагической лихорадки. Было выявлено 394 лабораторно подтвержденных случаев заболеваний. Проведение массовых сборов иксодовых клещей позволило установить современный видовой состав, территориальное распределение, численность, а также степень участия этих членистоногих (из 15 видов зараженность установлена у 5) в трансмиссии возбудителя данной инфекции. Одной из причин сложившейся ситуации в начале XXI в. явилось снижение проведения акарицидных мероприятий на фоне роста численности пастбищных иксодовых клещей. Все это определяет необходимость осуществления дальнейшего мониторинга по КГЛ на территории Калмыкии.

## CRIMEAN HEMORRHAGIC FEVER ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA

K. L. Khazykova, A. A. Kulik, G. V. Lidzhi-Garyeva

*Elista Plague Control Station of the Rosпотребнадзор, Elista, Russian Federation*

**Abstract.** In 2000–2023, the activation of CHF focus was observed on the territory of the Republic of Kalmykia. 394 laboratory-confirmed cases of the disease were reported. Mass collecting of Ixodidae ticks allowed us to establish the modern species composition, spatial distribution, abundance, as well as degree of involvement of these arthropods (out of 15 species, infection was identified in 5) in the transmission of the causative agent of CHF. One of the causes for the developed situation early in the XXI century was a decrease in acaricide treatments against the background of an increase in the number of pasture Ixodidae ticks. It determines the need for further monitoring of CHF in the territory of Kalmykia.

Крымская геморрагическая лихорадка (КГЛ) характеризуется широким географическим распространением и в настоящее время является одной из актуальных инфекций в Южном федеральном округе, где случаи заболевания людей КГЛ отмечались с конца 40-х гг. прошлого века. После длительного перерыва с 1999 г. природный очаг КГЛ вновь активизировался. В Республике Калмыкия эпидемические проявления КГЛ регистрируются с 2000 г.

Установленным фактом является связь клещей *Ixodidae* с вирусом ККГЛ (Конго-Крымской геморрагической лихорадки). Массовые сборы иксодовых клещей в 2000–2023 гг. на территории Калмыкии были организованы с целью выявления пространственного распределения и численности этих членистоногих на территории республики, а также установления степени их участия в трансмиссии возбудителя ККГЛ.

За период работы в Республике Калмыкия было встречено 15 видов иксодовых клещей, среди них широко распространенным и наиболее массовым на всей территории является *Hyalomma marginatum*. На отдельных участках: Северные Ергени, Сарпинская и Волго-Сарпинская низменности, Лощина Даван – эти клещи составляли в сборах до 98,0 %. На остальной территории (Центральные и Южные Ергени, Черные земли, Степной район) их индексы доминирования колебались от 68,9 % до 90,0 %. Остальные виды клещей распространены не столь широко и тяготеют к определенным ландшафтам, их численность намного ниже.

Активный период у основной массы иксодовых клещей длится с марта по август, а пик паразитирования в разных районах приходится на апрель – июнь. Учет численности клещей при паразитировании на скоте показал, что наиболее высокий индекс обилия (ИО) отмечается в мае на Ергенинской возвышенности – в среднем 14,5 и Степном

ландшафтно-экологическом районе – 16,8. Наиболее низкие показатели отмечаются на Лощине Даван – 3,4, Сарпинская низменность – 6,3, Черных землях – 6,1.

При учете клещей на маршрутах в открытых стациях (на флаг, волокушу) в 2011–2023 гг., их обилие составило в среднем по ландшафтными районами 1,0–4,9 клещей на 1 км с колебаниями по годам от 0,7 до 11,8.

За 2000–2023 гг. на зараженность вирусом ККГЛ ФКУЗ Элистинская противочумная станция Роспотребнадзора исследовано 69 299 экз. иксодовых клещей, сгруппированных в 6755 пула. Из них зараженным оказался 249 (3,7 %) пулов. Положительный результат получен от 8 видов клещей: *Hl. marginatum*, *Hl. scupense*, *Hl. anatolicum*, *Dermacentor marginatus*, *D. niveus*, *Rhipicephalus rossicus*, *R. sanguineus* и *R. pumilio*. Всего с антигеном вируса ККГЛ клещей *Hl. marginatum* обнаружена 201 проба, что составило 80,7 % от общего количества зараженных пулов. Инфицированность клещей вирусом ККГЛ во всех ландшафтно-эпизоотологических районах Республики Калмыкия достигает пика в мае.

Как известно, мелкие млекопитающие и птицы также играют определенную роль в циркуляции вируса ККГЛ, в связи с чем исследовалась естественная зараженность животных в различных ландшафтно-географических зонах. В период 2012–2023 гг. на наличие антигена вируса ККГЛ было исследовано 6660 экз. мелких млекопитающих, отловленных в ходе эпизоотологического обследования на чуму и другие природно-очаговые инфекции, объединенных в 1942 пула, процент инфицированных проб составил 6,3. Зараженными вирусом ККГЛ оказались полуденные *Meriones meridianus* и гребенчковые *M. tamariscinus* песчанки, домовые мыши *Mus musculus*, общественные полевки *Microtus socialis*, малый суслик *Spermophilus pygmaeus*, лесные мыши рода *Apodemus*, землеройки семейства Soricidae.

В период 2013–2023 гг. на наличие антигена вируса ККГЛ исследовано 256 экз. птиц, отловленных в ходе эпизоотологического обследования на другие природно-очаговые инфекции, объединенных в 251 пул. Процент инфицированных проб составил 2,4. Зараженными вирусом ККГЛ оказались каменка плясунья *Oenanthe isabellina*, чирок трескун *Spatula querquedula*, нырок красноголовый *Aythya ferina*.

В период с 2000 по 2023 г. зарегистрировано 394 случая заболевания КГЛ, средний уровень заболеваемости за эти 24 года составил 5,5 на 100 тыс. населения, из них у 12 (3,0 %) заболевание закончилось летальным исходом. Больные регистрируются во всех административных районах Калмыкии кроме Юстинского района (Волго-Сарпинская низменность). Наибольшее количество больных людей отмечено на территории Целинного района – 21,0 % от общего числа заболевших, г. Элиста – 13,7 %, Ики-Бурульский район – 11,7 %, Яшалтинский район – 12,4 %. Данные административные районы относятся к Ергенинской возвышенности и Степному ландшафтно-экологическим районам, которые характеризуются наиболее высокой численностью иксодовых клещей и количеством инфицированных проб.

Изучение сезонной заболеваемости людей показало прямую зависимость данного показателя от численности и активности иксодовых клещей. Известно, что пик активности иксодовых клещей приходится на период с апреля по июнь. Инфицированные клещи нами фиксируются с марта и достигают пика в мае с дальнейшим спадом. Заболеваемость людей также начинает регистрироваться с апреля, повышается к маю и достигает максимальных значений в июне. Подавляющее большинство больных КГЛ составляют сельские жители, занятые животноводством, полевыми работами, в том числе и на личных подворьях. Заражение городских жителей происходит при выездах на природу, рыбалку и т. д. Характер эпидемических проявлений на территории Республики Калмыкия однозначно указывает, что уровень заболеваемости КГЛ в отдельных районах определяется не только ландшафтно-эпизоотологическими, но и социальными факторами. При этом эпидемическая обстановка в конкретных участках природного очага КГЛ определяется, во многом, показателями плотности сельского населения, формами хозяйственной деятельности, условиями работы в животноводческих хозяйствах и т. п.

# СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ОЧАГОВ ЧУМЫ В РЕСПУБЛИКЕ КАЛМЫКИЯ

К. Л. Хазыкова, А. А. Кулик, Г. В. Лиджи-Гаряева

*ФКУЗ Элистинская противочумная станция Роспотребнадзора, Элиста, Россия*

**Аннотация.** Территория Северо-Западного Прикаспия в прошлом являлась высоко эпидемичным по чуме регионом России. К концу XX – началу XXI в. на данной территории, в Прикаспийском Северо-Западном степном очаге, наступил длительный межэпизоотический период, совпавший с фазой глубокой депрессии численности основного носителя чумы – малого суслика. В Прикаспийском песчаном очаге чумы наблюдается периодическая эпизоотическая активность на фоне волн роста численности песчанок. Особенно отмечается период 2013–2015 гг., характеризующийся развитием экстенсивных эпизоотий чумы в поселениях полуденной и гребенщиковой песчанок. За период с 2000 по 2023 г. в результате исследования полевого материала двух очагов чумы методом ПЦР получено 87 положительных результатов на наличие ДНК чумного микроба.

## THE CURRENT STATE OF NATURAL PLAGUE FOCI IN THE REPUBLIC OF KALMYKIA

K. L. Khazykova, A. A. Kulik, G. V. Lidzhi-Garyaeva

*Elista Plague Control Station of the Rospotrebnadzor, Elista, Russian Federation*

**Abstract.** The territory of the North-Western Caspian Sea region was a highly epidemic natural-focal area of Russia in the past. By the end of the XX-early XXI century, a long inter-epizootic period began in the Caspian Northwestern steppe focus, coinciding with a phase of deep depression in the number of the main carrier of plague – the small ground squirrel. At the same time, in the Caspian sandy plague focus, recurrent epizootic activity is observed against the background of fluctuations in the number of gerbils. The period of 2013–2015 is of particular notice. It was characterized by the development of extensive plague epizootics in the settlements of midday and tamarisk gerbils. Between 2000 and 2023, 87 positive findings for the presence of plague microbe DNA were made in these two plague foci as a result of field material testing using PCR assay.

На территории Республики Калмыкия располагаются два природных очага чумы: Прикаспийский Северо-Западный степной и Прикаспийский песчаный. Они различаются по биоценотической и пространственной структуре, индексу эпизоотичности, эпизоотической активности и эпидемическому потенциалу (Топорков и др., 1999). В первой половине XX столетия здесь неоднократно возникали эпидемические осложнения по чуме, регистрировавшиеся с небольшими перерывами на протяжении 24 лет. В результате, за период с 1913 по 1937 г., в 35 пунктах отмечено 160 больных чумой, из которых 140 (87,5 %) умерло. Заболевания возникали на фоне высокой численности малого суслика *Spermophilus pygmaeus*, представителей рода малых песчанок (*Meriones*) и их специфических блох – основных носителей и переносчиков чумного микроба в этих очагах. Подавляющее большинство случаев заболеваний людей было связано с промыслом малого суслика в периоды эпизоотической активности в очаге. За период с 1913 по 2023 г. зарегистрировано около 1000 эпизоотических пунктов (Кутырев, 2016).

Необходимо отметить, что в первой половине XX в. эпизоотии чумы в Северо-Западном Прикаспии развивались на фоне очень высокой численности суслика и сопровождалась падежом зверьков. Доля зараженных сусликов в поселениях варьировала от 7,4 до 11,7 % (Тинкер, 1940), по другим данным от 13,3 до 24,5 % (Гриров, 1934; Туманский, 1935), а инфицированных чумой блох доходила до 50–80 % (Июф, Покровская, 1929; Тинкер, 1940). Доля перезимовавших сусликов с антителами к чумному микробу в разные эпизоотические годы колебалась от 5 до 20 %, а у расселявшегося молодняка – до

70–80 % (Лавровский и др., 1974). При наличии возбудителя на территории очага интенсивность и экстенсивность эпизоотий всегда определялась уровнем численности носителей и переносчиков (Ралль, 1958, 1960, 1965). Во время эпизоотий чумы основным механизмом инфицирования является передача чумного микроба от больного зверька здоровому трансмиссивным путем, при укусах инфицированными блохами. В зависимости от условий обитания, сезона, уровня численности носителей и переносчиков, физиологического состояния популяций в природных условиях могут иметь значение также контактный, респираторный и алиментарный пути заражения (Тинкер, 1940; Величко, 1981). Таким образом, высокая численность резервуарных животных приводит не только к росту частоты передачи возбудителя чумы посредством трансмиссии через блох, но и с помощью всех других механизмов инфицирования зверьков.

С 1995 г. и до 2023 г. в регионе Северо-Западного Прикаспия наблюдается длительный межэпизоотический период, характеризующийся глубокой депрессией численности основного носителя чумы – малого суслика. На территории Калмыкии последние эпизоотические осложнения в Прикаспийском Северо-Западном степном очаге регистрировались в 1973 г., в Прикаспийском песчаном очаге – в 2013–2015 гг. Данные эпизоотии развивались с апреля по июнь в поселениях малых сусликов и полуденных песчанок *M. meridianus*.

Обострение эпизоотической обстановки было зафиксировано в 2014 г. специалистами Элистинской противочумной станции в ходе планового эпизоотологического обследования, в результате которого было выделено три штамма чумного микроба от блох, счесанных с шерсти полуденных песчанок в районе п. Артезиан Лаганского района. В 2014 г. Элистинской противочумной станцией в Прикаспийском песчаном очаге чумы в ПЦР получено три положительных результата на наличие ДНК чумного микроба. При исследовании в условиях полевой мобильной лаборатории экспресс-диагностики сотрудниками РосНИПЧИ «Микроб» в ПЦР было получено 40 положительных результатов. Методом ИФА исследованы образцы крови малого суслика: выявлены три положительных результата на наличие антигена чумного микроба и один – антител.

В Прикаспийском Северо-Западном степном очаге чумы в этом же году несмотря на отсутствие эпизоотических проявлений при проведении исследований методом ПЦР на наличие ДНК возбудителя чумы было получено семь положительных результатов. Параллельно сотрудниками РосНИПЧИ «Микроб» в условиях мобильной лаборатории получено еще пять положительных результатов в ПЦР и 18 положительных результатов при исследовании крови малого суслика в ИФА.

На сопредельной территории Прикаспийского песчаного очага чумы, обслуживаемой Астраханской и Дагестанской противочумными станциями, также были зарегистрированы эпизоотии чумы в поселениях полуденных песчанок и малых сусликов в 2013–2015 гг.

Таким образом, можно отметить, что в современный период самая крупная эпизоотическая вспышка чумы отмечалась на территории Калмыкии в границах Прикаспийского песчаного очага в 2013–2015 гг. На протяжении трех смежных сезонов выделена 51 культура возбудителя чумы на площади около 2100 км<sup>2</sup> на административных территориях Лаганского и Черноземельского районов. Обращали на себя внимание не только высокая плотность песчанок, но и преобладающее доминирование тамарисковой песчанки *M. tamariscinus* над полуденной. Проведение профилактических мероприятий и неблагоприятные погодные условия привели к снижению активности очагов в 2016–2023 гг.

За период с 2000 по 2023 г. при исследовании полевого методом ПЦР, из Прикаспийского Северо-Западного степного очага получено 46 положительных результатов на наличие ДНК чумного микроба, в Прикаспийском песчаном природном очаге – 41 положительный результат.

Из вышесказанного следует, что ко второму десятилетию XXI в. в Прикаспийском Северо-Западном степном и Прикаспийском песчаном очагах чумы сохраняется межэпи-

зоотический период, но, несмотря на это, существует вероятность локальных эпизоотий. В связи с изменениями климатических условий, которые благоприятно сказываются на состоянии популяций основных носителей и переносчиков чумного микроба, в настоящее время наметилась тенденция к росту их численности, в результате чего расширяются площади поселений, увеличивается плотность зверьков, растет обилие блох.

Исходя из указанной тенденции к росту численности малого суслика и его блох, наряду с информацией об активизации промысла этого зверька с целями заготовки тушек для употребления в пищу и жира сусликов в терапевтических целях, можно говорить о необходимости усиления обследовательских и профилактических мероприятий на территории Республики Калмыкия.

## ОБ ЭПИЗООТОЛОГО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО БЕШЕНСТВУ В РЕСПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ

С. С. Ханхареев<sup>1</sup>, Т. Ф. Истомина<sup>1</sup>, Т. С. Баданова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Бурятия, Улан-Удэ, Россия

<sup>2</sup>ФКУЗ Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Бурятия, Улан-Удэ, Россия

**Аннотация.** Эпизоотолого-эпидемиологическая ситуация по бешенству на территории Республики Бурятия в течение 30 лет оставалась благополучной. С 2011 г. и по настоящее время регистрируются случаи бешенства среди диких, сельскохозяйственных и домашних животных. Случаев заболевания людей не зарегистрировано, однако сохраняется высокая обращаемость населения по поводу укусов (ослюнения, оцарапывания) животных, в том числе безнадзорных. Остаются актуальными проблемы, возникающие при вакцинации людей (отказ и самовольное прерывание курса лечебно-профилактических антирабических прививок) и животных (неполный учет домашних и сельскохозяйственных животных). Для предотвращения заражения человека и ликвидации бешенства среди животных необходим комплексный подход к проблеме во взаимодействии всех заинтересованных служб.

## THE EPIZOOTIC AND EPIDEMIOLOGICAL SITUATION OF RABIES IN THE REPUBLIC OF BURYATIA

S. S. Khankhareev<sup>1</sup>, T. F. Istomina<sup>1</sup>, T. S. Badanova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russian Federation

<sup>2</sup>Federal Budgetary Healthcare Institution Center of Hygiene and Epidemiology in the Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russian Federation

**Abstract.** The epizootic and epidemiological situation of rabies in the territory of the Republic of Buryatia has remained safe for 30 years. From 2011 to the present, cases of rabies have been recorded among wild, agricultural and domestic animals. No cases of human disease have been registered, however, there remains a high level of appeal from the population regarding bites (salivation, scratching) of animals, including stray ones. The problems that arise during vaccination of people (refusal and unauthorized interruption of the course of therapeutic and preventive anti-rabies vaccinations) and animals (incomplete registration of domestic and farm animals) remain relevant. To prevent human infection and eliminate rabies among animals, an integrated approach to the problem is needed in the interaction of all interested services.

**Введение.** Эпизоотолого-эпидемиологическая ситуация по бешенству на территории Республики Бурятия в течение 30 лет (до 2011 г.) оставалась благополучной. С 2011 по 2013 г. и с 2017 г. по настоящее время регистрируются случаи бешенства среди диких, сельскохозяйственных и домашних животных.

**Цель.** Проведение анализа эпизоотолого-эпидемиологической ситуации по бешенству с целью оптимизации профилактических, противоэпизоотических и противоэпидемических мероприятий, направленных на недопущение случаев заболевания людей и ликвидацию бешенства среди животных.

**Материалы и методы.** Ретроспективный анализ эпизоотолого-эпидемиологической ситуации по бешенству основан на материалах статистической отчетности, информационных материалах и государственных докладов Управления Роспотребнадзора по Республике Бурятия и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Бурятия».

**Результаты и обсуждение.** На территории республики за период с 2017 по 2023 г. зарегистрировано 177 случаев бешенства среди диких, сельскохозяйственных и домашних животных. В условиях риска заражения находилось 222 человека. Случаев бешенства среди людей не зарегистрировано. Среди населения сохраняется высокая обращаемость за медицинской помощью по поводу укусов (ослюнения, оцарапывания) животных. В 2023 г. показатель обращаемости составил 276,5 на 100 тыс. населения, что на 5,0 % выше показателя 2022 г. и на 14,0 % выше аналогичного показателя по Российской Федерации (242,4). В шести административных территориях обращаемость по поводу укусов животными на 20,0–70,0 % превышает республиканский уровень. На долю детского населения приходится 36,0 % от числа всех обратившихся. Показатель обращаемости детского населения составил 312,8 на 100 тыс., что на 4 % ниже показателя 2022 г. на 14 % ниже показателя по Российской Федерации. Превышение в 1,4–2,3 раза республиканского уровня обращаемости детей зарегистрировано в четырех административных территориях.

В 2022–2023 гг. удельный вес пострадавших от укусов безнадзорными животными оставался стабильным: 43,0 % от числа всех покусанных животными – тогда как до 2021 г. этот показатель составлял 50,0–54,4 % и рост его отмечался ежегодно.

В 2023 г. курс лечебно-профилактических антирабических прививок назначен всем обратившимся за медицинской помощью. Комбинированный курс лечебно-профилактических антирабических прививок назначен в 13,4 % случаев (2022 г. – 10,7 %): с учетом опасной локализации раны и при любых повреждениях кожных покровов, нанесенных дикими или неизвестными домашними животными. Остается актуальной проблема отказа от прививок и самовольного прерывания курса: так, закончен курс антирабических прививок только в 58,6 % случаев (2022 г. – 53,6 %). Ветеринарным наблюдением охвачен 51,0 % животных, нанесших повреждение (2022 г. – 58,2 %), при этом доля известных животных, нанесших повреждения, составила 57,0 %.

За 6 месяцев 2024 г. зарегистрировано 1315 обращений за медицинской помощью по поводу укусов животными, обращаемость составила 140,0 на 100 тыс. населения (за 2023 г. – 1321 и 139,7 соответственно), доля пострадавших от укусов неизвестными животными 41,3 %. Из числа обратившихся 39,2 % – дети до 17 лет.

С 2013 г. на базе ГБУЗ «Городская поликлиника № 1» г. Улан-Удэ функционирует Республиканский антирабический центр, который осуществляет координационную, организационно-методическую, консультативную и практическую помощь медицинским организациям республики, в том числе координацию их деятельности по вопросам вакцинопрофилактики бешенства среди декретированных групп населения, контролирует оказание антирабического лечения лицам, пострадавшим от укусов, оцарапывания и ослюнения животными, организует централизованную подготовку медицинских кадров (обучение хирургов и травматологов медицинских организаций) по вопросам профилактики бешенства.

В соответствии с требованиями СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней» в республике ежегодно проводится плановая иммунизация профессиональных групп риска (ветеринарные специалисты, сотрудники учреждений, проводящих отлов животных, патологоанатомы). Также в

связи с обострением ситуации по бешенству животных, с 2018 г. Постановлением Главного государственного санитарного врача по Республике Бурятия «Об иммунизации по эпидемическим показаниям декретированных групп граждан Республики Бурятия» регламентирована профилактическая антирабическая вакцинация животноводов (фермеров). Ежегодно плановую иммунизацию проходят более 700 человек из числа декретированного контингента.

Специалистами республиканской ветеринарной службы ежегодно проводится плановая вакцинация домашних и сельскохозяйственных животных, которая демонстрирует актуальность проблемы неполного учета животных.

С 2019 г. Управлением ветеринарии Республики Бурятия совместно со специалистами Республиканской службы по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира, отнесенных к объектам охоты, контролю и надзору в сфере природопользования (Бурприроднадзор) ежегодно проводится двухэтапная барьерная оральная иммунизация диких плотоядных животных на территории 13 эпизоотически неблагополучных и прилегающих к ним туристически развитых районов. Отмечается практически стопроцентная поедаемость брикетов с вакциной. Маршруты раскладки оральной вакцины ежегодно корректируются, исходя из оперативной эпизоотической обстановки на территории административных районов.

Кроме того, Бурприроднадзором в рамках регулирования численности ежегодно отстреливается более 200 особей диких плотоядных животных, пробы от которых направляются для лабораторных исследований на наличие вируса бешенства в Бурятскую научно-производственную ветеринарную лабораторию.

С целью реализации требований в области обращения с животными, в том числе по профилактике бешенства, действует Закон Республики Бурятия от 23.04.2015 № 1110-V «О наделении органов местного самоуправления отдельными государственными полномочиями Республики Бурятия по отлову и содержанию безнадзорных домашних животных». В республике отлов безнадзорных животных осуществляют четыре индивидуальных предпринимателя и юридических лица.

В конце 2023 г. одним из первых в Российской Федерации был принят Закон Республики Бурятия от 22.11.2023 № 185-VII «Об установлении порядка осуществления деятельности по обращению с животными без владельцев и определении перечня мероприятий при осуществлении такой деятельности на территории Республики Бурятия», который регламентировал возможность эвтаназии животных без владельцев в случаях невозможности вернуть их в места прежнего обитания или неистребования их в течение 30 сут. с момента отлова (без дополнительных условий). В настоящее время после исковых заявлений зоозащитников в Конституционный суд РФ закон дорабатывается Управлением ветеринарии Республики Бурятия.

Таким образом, для предотвращения заражения человека и ликвидации бешенства среди животных необходим комплексный подход к проблеме во взаимодействии всех заинтересованных служб: Управления ветеринарии по Республике Бурятия, Управления Роспотребнадзора по Республике Бурятия, Министерства здравоохранения Республики Бурятия, Бурприроднадзора, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Бурятия. Необходимо обеспечить постоянный мониторинг циркуляции вируса бешенства среди диких плотоядных животных и их эффективную иммунизацию; оперативность и полноту противоэпизоотических мероприятий при регистрации бешенства среди животных; определение круга контактных лиц и оказание качественной и своевременной антирабической помощи; обеспечение полноты охвата профилактическими прививками лиц из декретированной группы населения; активную разъяснительную работу среди населения о последствиях отказа от вакцинации и заражения бешенством, а также обеспечить достоверный учет сельскохозяйственных и домашних животных и их регулярную иммунизацию.



# ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА УСКОРЕННОЙ СТАБИЛЬНОСТИ АГГЛЮТИНИРУЮЩЕЙ ЛИСТЕРИОЗНОЙ СЫВОРОТКИ

Н. М. Хаптанова, Ж. А. Коновалова, В. Ю. Миклошевич, Н. М. Андреевская,  
Н. Г. Гефан, С. В. Юденич

*ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Описаны результаты изучения стабильности при ускоренных испытаниях медицинского изделия для диагностики *in vitro* «Сыворотка листериозная агглютинирующая сухая для реакции агглютинации (сыворотка листериозная)» по ТУ 21.20.23-015-01898090-2018 (МИ ИВД), разработанного на базе ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора, для обоснования предварительного срока годности МИ ИВД. Методом ускоренного старения и регрессионного анализа спрогнозирован срок годности сыворотки листериозной в течение пяти лет при температуре хранения  $6 \pm 2$  °С, что подтверждается долгосрочными испытаниями в реальном времени. В течение этого периода сыворотка листериозная по физико-химическим показателям (внешний вид, цветность, растворимость, прозрачность, рН), чувствительности и специфичности оставалась на уровне, соответствующем требованиям нормативных документов.

## USING REGRESSION ANALYSIS TO STUDY ACCELERATED STABILITY ASSESSMENT OF AGGLUTINATED LISTERIOSIS SERUM

N. M. Khaptanova, Zh. A. Konovalova, V. Yu. Mikloshevich, N. M. Andreevskaya,  
N. G. Gefan, S. V. Yudenich

*Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** The results of the stability study during accelerated tests of a medical device for *in vitro* diagnostics "Dry listeria agglutinating serum for agglutination reaction (listeria serum) according to the 21.20.23-015-01898090-2018" (MD IVD), developed on the basis of the Irkutsk Scientific Research Anti-Plague Institute of Rospotrebnadzor, to substantiate the preliminary expiration date of MD IVD. By the method of accelerated aging and regression analysis, the shelf life of listeria serum was predicted for five years at a storage temperature of  $6 \pm 2$  °C, which is confirmed by long-term real-time tests. During this period, listeria serum in terms of physico-chemical parameters (appearance, color, solubility, transparency, pH), sensitivity and specificity remained at the level corresponding to the requirements of regulatory documents.

**Введение.** Основной задачей при разработке агглютинирующей листериозной сыворотки является определение оптимальных сроков хранения, которые обеспечивают стабильность функциональных характеристик препарата. Одним из таких подходов, применяемых для определения стабильности медицинского изделия для диагностики *in vitro*, является метод «ускоренного старения» антител. Он основан на создании экстремальных условий хранения МИ и применяется для моделирования длительного срока хранения препарата при заданных температурных режимах (Андреевская, 2023).

**Цель.** Использование метода регрессионного анализа для оценки ускоренной стабильности агглютинирующей листериозной сыворотки.

**Материалы и методы.** Ампулы с лиофилизированной сывороткой листериозной (серия 46) выдерживали при температурах – 60, 70, 80 и 90 °С в лабораторном инкубаторе Friocell (Чехия) и вынимали на 1-е, 3-и, 5-е, 10-е, 20-е, 30-е, 40-е и 50-е сут. Далее отбирали по 2 ампулы и хранили их в холодильнике «Бирюса» (Беларусь) при температуре от 2 до 8 °С до окончания опыта. Для определения чувствительности и специфичности сыворотки листериозной использовали метод развернутой реакции агглютинации (РРА) с культурами *Listeria* spp. и гетерологичными штаммами.

Экспоненциальные кривые зависимости титров антител от сроков хранения при заданных температурах строили с использованием программы «Метод наименьших квадратов и регрессионный анализ Онлайн + графики». На основе полученных уравнений регрессии рассчитывали время снижения титров антител на 50 % при заданных температурах хранения сыворотки листериозной.

**Результаты и обсуждение.** С применением метода регрессионного анализа в программе «Метод наименьших квадратов и регрессионный анализ Онлайн + графики» построили экспоненциальную кривую зависимости титров антител в испытуемой сыворотке листериозной от температуры и времени хранения по уравнению, которое характеризует зависимость титров антител (%) сыворотки листериозной и времени хранения (сут.) в зависимости от температурного режима хранения.

Для уравнения экспоненциальной регрессии вычислены коэффициенты корреляции (R) для различных температур: 60 °С – 0,86; 70, 80 °С – 0,94; 90 °С – 0,93.

Установлено, что титры антител снижаются на 50 % при хранении сыворотки листериозной при температурах 60 °С через 39 сут.; 70 °С – 23 сут.; 80 °С – 15 сут.; 90 °С – 4 сут. Затем на основе полученных данных построили график зависимости температур (60; 70; 80 и 90 °С) и рассчитанного времени хранения (39; 23; 15 и 4 сут.) при снижении титров антител на 50 % в сыворотке листериозной. Для выполнения нормативных требований по хранению МИ ИВД в условиях ускоренных испытаний рассчитан срок годности для температуры  $6\pm 2$  °С, который составил  $2607\pm 320$  сут. (7 лет) с использованием уравнения регрессии в программе «Метод наименьших квадратов и регрессионный анализ Онлайн + графики». Полученные данные по срокам хранения сыворотки листериозной совпадают с результатами долгосрочных испытаний сыворотки листериозной (5 лет), поэтому метод «ускоренного старения» антител может быть успешно использован в качестве ориентира при определении сроков годности этого диагностического препарата. Запас срока годности сыворотки листериозной составил 2 года. В течение этого периода сыворотка листериозная по физико-химическим показателям (внешний вид, цветность, растворимость, прозрачность, рН), чувствительности и специфичности оставалась на уровне, соответствующем требованиям нормативных документов.

Таким образом, применение программы «Метод наименьших квадратов и регрессионный анализ Онлайн+графики» с построением графиков и выводом уравнений регрессии оптимизирует расчет прогнозирования сроков годности МИ в зависимости от температурных режимов хранения.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ FT-АГАРА И MIC TEST STRIP (LIOFILCHEM® SRL, ИТАЛИЯ) ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИБИОТИКОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЯ ТУЛЯРЕМИИ

И. Г. Хвойнова, Е. Г. Токмакова, С. С. Архипенко

ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

**Аннотация.** Исследована возможность совместного применения MIC Test Strip (Liofilchem® srl, Италия) и FT-агара (ГНЦ ПМБ, Россия) для определения чувствительности *F. tularensis* к антибактериальным препаратам. Через 24–48 ч инкубации на FT-агаре минимальная ингибирующая концентрация для *F. tularensis* 15 НИИЭГ составила: доксициклина – 0,125 мг/л, ципрофлоксацина – 0,012 мг/л, стрептомицина – 0,75 мг/л, гентамицина – 0,125 мг/л, рифампицина – 0,19 мг/л, амикацина – 1,5 мг/л, налидиксовой кислоты – 0,75 мг/л. Полученные значения полностью соответствуют приведенным в МУК 4.2.2495-09 «Определение чувствительности возбудителей опасных бактериальных инфекций (чума, сибирская язва, холера, туляремия, бруцеллез, сап, мелиоидоз) к антибактериальным препаратам», 2009 г. Сделан вывод о надежности сочетания использованных метода и питательной среды для тестирования антибиотикоустойчивости возбудителя туляремии.

## THE USE OF FT-AGAR AND MIC TEST STRIP (LIOFILCHEM® SRL, ITALY) TO DETERMINE THE ANTIBIOTIC SENSITIVITY OF THE CAUSATIVE AGENT OF TULAREMIA

I. G. Khvoynova, E. G. Tokmakova S. S. Arkhipenko

Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** The possibility of combined use of MIC Test Strip (Liofilchem® srl, Italy) and FT-agar (ГНЦ ПМБ, Россия) to determine the antibiotic sensitivity of *F. tularensis* was studied. After 24–48 hours of incubation on FT-agar, minimum inhibitory concentration for *F. tularensis* 15 NIEG was: doxycycline – 0,125 mg/l, ciprofloxacin – 0,012 mg/l, streptomycin – 0,75 mg/l, gentamycin – 0,125 mg/l, rifampicin – 0,19 mg/l, amikacin – 1,5 mg/l, nalidixic acid – 0,75 mg/l. The values obtained are fully consistent with those given in MUK 4.2.2495-09 «Determination of the sensitivity of pathogens of dangerous bacterial infections (plague, anthrax, cholera, tularemia, brucellosis, glanders, melioidosis) to antibacterial drugs» 2009. The conclusion is made about the reliability of the combination of the method and medium used for testing the antibiotic sensitivity of the tularemia pathogen.

**Введение.** *Francisella tularensis* – мелкая грамотрицательная коккобактерия, возбудитель сезонной инфекции людей на Американском, Евразийском и Австралийском континентах с показателем заболеваемости до 0,4 и более на 100 тыс. населения (Кудрявцева, Мокриевич, 2021) и летальностью до 6 % (Олсуфьев, 1975). В соответствии с МУК 4.2.2939-11 определение чувствительности к антибактериальным препаратам диско-диффузионным методом (ДДМ) обязательно для всех выделенных культур туляремийного микроба. Вместе с тем сообщается об успешном применении MIC Test Strip (Liofilchem® srl, Италия) (Kılıç et al., 2012; Татарников и др., 2014), сочетающего удобство ДДМ с возможностью точного количественного определения. Корректность теста на антибиотикоустойчивость зависит от питательной среды (Caspar, Maurin, 2017). МУК 4.2.2495-09 регламентирует использование четырех питательных сред, из которых три: агар Мюллера – Хинтона, эритрит-агар и агар LB необходимо дополнить 7 ростовыми добавками, что затрудняет проведение анализа уже на этапе подготовки к нему. FT-агар производства Государственного научного центра прикладной микробиологии и биотехнологии (ГНЦ ПМБ) широко используется для культивирования туляремий-

ного микроба, в том числе при использовании ДДМ. В данном сообщении приводятся результаты определения чувствительности *F. tularensis* 15 НИИЭГ к антибактериальным препаратам (АБП) с использованием MIC Test Strip и FT-агара.

**Цель.** Исследование возможности совместного применения MIC Test Strip (Liofilchem® srl, Италия) и FT-агара (ГНЦ ПМБ, Россия) для определения чувствительности *F. tularensis* к антибактериальным препаратам.

**Материалы и методы.** Полоски MIC Test Strip содержали 7 АБП первого и второго ряда для терапии туляремии в следующих концентрациях: доксициклин – 0,016–256 мг/л, цiproфлоксацин – 0,002–32 мг/л, стрептомицин – 0,064–1024 мг/л, гентамицин – 0,016–256 мг/л, рифампицин – 0,002–32 мг/л, амикацин – 0,016–256 мг/л, налидиксовая кислота – 0,016–256 мг/л. Культуру *F. tularensis* 15 НИИЭГ готовили к исследованиям в соответствии с МУК 4.2.2495-09: выращивали 24 ч на плотной питательной среде (FT-агар), после чего готовили суспензию по стандарту ОСО 5 ЕД в 0,9 % изотоническом растворе хлорида натрия. Суспензию в объеме 0,1 мл наносили на поверхность пластинок FT-агара, равномерно распределяли шпателем и выдерживали до полного впитывания. На подсохший посев накладывали одну полоску с антибиотиком. Одну чашку без антибиотика использовали как контроль роста микроорганизма. Параллельно засеивали чашки с агаром Мюллера-Хинтона с пятью ростовыми добавками для культивирования туляремиального микроба. Инкубировали при 37 °С в течение 48 ч. Результаты учитывали через 24 и 48 ч инкубации.

**Результаты и обсуждение.** Через 24 ч инкубации на контрольной чашке FT-агара без АБП наблюдали типичный равномерный рост тестируемой культуры, на остальных АБП образовывали хорошо различимые зоны подавления роста туляремиального микроба. Минимальная ингибирующая концентрация для *F. tularensis* 15 НИИЭГ составила: доксициклин – 0,125 мг/л, цiproфлоксацин – 0,012 мг/л, стрептомицин – 0,75 мг/л, гентамицин – 0,125 мг/л, рифампицин – 0,19 мг/л, амикацин – 1,5 мг/л, налидиксовая кислота – 0,75 мг/л. Через 48 ч эти показатели не изменялись. На агаре Мюллера-Хинтона роста бактерий не наблюдали даже на контрольной чашке без АБП.

По МУК 4.2.2495-09 *F. tularensis* 15 НИИЭГ является контрольным штаммом и надежность теста на чувствительность/устойчивость к АБП определяется величинами его аналогичных характеристик. Полученные нами значения полностью соответствовали референтным. Следовательно, есть все основания считать, что отношение к АБП любого другого штамма возбудителя туляремии может быть определено с применением MIC Test Strip на FT-агаре.

Большое количество необходимых добавок в питательную среду увеличивает не только трудозатраты на ее приготовление, но и риски для успешного завершения опыта, связанные с погрешностями дозировки и качеством каждой из добавок. Поэтому использование FT-агара, состоящего только из основы и одной ростовой добавки, имеет в этих условиях существенное преимущество.

Таким образом, сочетание MIC Test Strip (Liofilchem® srl, Италия) и FT-агара (ГНЦ ПМБ, Россия) позволяет количественно определить чувствительность *F. tularensis* к АБП и в перспективе позволит более точно оценивать ее динамику в пространственном и временном аспектах.

# МОНГОЛЬСКИЙ СУРОК (*MARMOTA SIBIRICA*) В ТУВИНСКОМ ГОРНОМ ПРИРОДНОМ ОЧАГЕ ЧУМЫ: РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ

А. В. Холин<sup>1</sup>, Д. Б. Вержущий<sup>1</sup>, Р. Р. Юсупов<sup>1</sup>, И. С. Акимова<sup>2</sup>, Н. Ф. Галацевич<sup>2</sup>,  
С. В. Ткаченко<sup>2</sup>, А. А. Чалбакай<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ФКУЗ Тувинская противочумная станция Роспотребнадзора, Кызыл, Россия

**Аннотация.** Тувинский горный природный очаг чумы является северной окраиной обширной Центрально-Азиатской зоны природной очаговости этой инфекции. За весь период обследования с 1964 по 2023 г. на территории очага изолировано 1793 культур *Yersinia pestis* ssp. *pestis*. Очаг является моногостальным – основной носитель длиннохвостый суслик (*Urocitellus undulatus*) и моновекторным – основной переносчик блоха *Citellophillus tesquorum*. На значительной части очага основной носитель совместно обитает на одной территории и постоянно контактирует с монгольским сурком (*Marmota sibirica*), который может вовлекаться в эпизоотический процесс. Являясь в Туве объектом национальной охоты, монгольский сурок представляет высокую эпидемиологическую опасность. В работе представлены материалы по распространению тарбагана в пределах современных границ Тувинского природного очага чумы. Дана оценка эпидемиологических рисков, связанных с этим грызуном на данной территории.

## MONGOLIAN MARMOT (*MARMOTA SIBIRICA*) IN THE TUVA MOUNTAIN NATURAL FOCUS OF PLAGUE: SPREAD, EPIDEMIOLOGICAL RISKS

A. V. Kholin<sup>1</sup>, D. B. Verzhutskii<sup>1</sup>, R. R. Yusupov<sup>1</sup>, I. S. Akimova<sup>2</sup>, N. F. Galatsevich<sup>2</sup>,  
S. V. Tkachenko<sup>2</sup>, A. A. Chalbakay<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Tuva Anti-Plague Station, Kyzyl, Russian Federation

**Abstract.** The Tuvan mountain natural plague focus locate on the northern outskirts of the vast Central Asian zone of natural focality of this infection. Over the entire survey period from 1964 to 2023, 1,793 *Yersinia pestis* ssp. *pestis* strains were isolated. The outbreak is monogostal – the main carrier is the long-tailed ground squirrel (*Urocitellus undulatus*) and monovector – the main carrier is the flea *Citellophillus tesquorum*. In a significant part of the outbreak, the main carrier lives together in the same territory and is constantly in contact with the Mongolian marmot (*Marmota sibirica*). This rodent can be involved in the epizootic process, while being the object of national hunting in Tuva, and thus poses a high epidemiological danger. The paper presents materials on the distribution of Mongolian marmot within the modern borders of the Tuvan natural plague focus. An assessment of the epidemiological risks associated with this rodent in this area is given.

**Введение.** Тувинский горный природный очаг чумы является северной окраиной обширной Центрально-Азиатской зоны природной очаговости этой инфекции. Современные границы очага охватывают восточный макросклон хребта Чихачева, горный узел Монгун-Тайга, южные части Шапшальского хребта и Чингекатского плато, склоны, преимущественно южной экспозиции, хребтов Цаган-Шибету, Западный и Восточный Танну-Ола. В административном плане очаг расположен в южной части Республики Тыва на территории Монгун-Тайгинского, Овюрского и Тэс-Хемского кожуунов (районов) (Балахонов и др., 2019). За весь период обследования с 1964 по 2023 г. на территории очага изолировано 1793 культур *Yersinia pestis* ssp. *pestis*. Естественная зараженность чумой установлена у 8 видов млекопитающих. От них выделено 371 культур чумного микроба, из них от длиннохвостого суслика (*Urocitellus undulatus*) – 336 (90,6 %), что подтверждает

ет его статус основного носителя чумы на этой территории и указывает на моногостальность данного природного очага. Основным переносчиком является блоха – *Citellophillus tesquorum*. На ее долю приходится 912 (70,3 %) культур чумного микроба, выделенных от общего числа блох, что подтверждает моновекторность очага (Электронный паспорт ... , 2023).

На значительной части очага монгольский сурок (*Marmota sibirica*) совместно обитает на одной территории с основным носителем и постоянно контактирует с ним. Учитывая тот факт, что в Туве тарбаган издавна является объектом национальной охоты, его роль как потенциально значимого звена в плане возможных эпидосложнений нельзя недооценивать.

**Цель.** Изучить современное распространение монгольского сурка и оценить эпидемиологические риски, связанные с этим видом, в Тувинском горном природном очаге чумы.

**Материал и методы.** Изучение распространения и учеты численности тарбагана на территории Тувинского природного очага чумы проводили в местах его обитания при осуществлении эпизоотологического обследования в период с 2009 по 2023 г. В работе использованы данные первичной и отчетной документации полевых формирований Иркутского научно-исследовательского противочумного института и Тувинской противочумной станции за 1964–2023 гг.

Учеты количества жилых и не жилых бутанов (сурчин) проводили при прохождении пешеходных маршрутов протяженностью 1–4 км (преимущественно 2 км) в полосе шириной 30 м, после чего рассчитывали их число на 1 га и процент заселенности территории. В ряде случаев проводили визуальные учеты на площадках и автомобильные учеты. Учетные работы выполнены на большей части ареала монгольского сурка в пределах границ Тувинского природного очага чумы. Все данные по численности и распространению монгольского сурка, полученные в ходе эпизоотологического мониторинга, вносились в электронные журналы, а также визуализировались на электронных картах, выполненных в программе QGIS 3.18.2.

**Результаты и обсуждение.** В пределах Тувы северная граница ареала тарбагана проходит по Алашскому плато, Хемчикскому и Уюкскому хребтам (Очиров, Башанов, 1975). На восток его поселения прослеживаются вдоль хребта Танну-Ола и до южных предгорий хребта Сангилен. На западе этот грызун обитает до междуречья рек Каргы и Моген-Бурен, замещаясь серым сурком по р. Каргы за линией, соединяющей урочища Бууре и Суглуг-Хову (Летов, 1967; Ткаченко, Чумаков, 1983; Вержуцкий, 1997). В. В. Сунцов (1983), рассматривая распространение и численность монгольского сурка в данном регионе, указывает, что его область распространения представлена тремя отдельными участками: юго-западным, юго-восточным и центрально-тувинским. Выделение популяций тарбагана в Туве несколько затруднено из-за сильного антропогенного влияния на этот вид. В конце 80-х гг. XX столетия в пределах Тувинского природного очага чумы выделялись три популяции этого вида – Монгун-Тайгинская, Верхне-Барлыкская и Саглинская (Попов, 1990). За последние десятилетия произошло резкое расширение границ природного очага чумы в восточном направлении, что привело к включению в его состав новых группировок популяционного ранга этого сурка. В настоящее время вид отмечен на территории восьми из 11 мезоочагов: Кара-Бельдырском, Каргинском, Верхне-Барлыкском, Барлыкском, Толайлыгском, Саглинском, Боро-Шайском, Чозинском.

В экспериментальных условиях показана высокая восприимчивость этого сурка к местным штаммам чумного микроба, способность его специфичных блох *O. silantiewi* образовывать блок преджелудка и передавать возбудитель чумы другим зверькам (Равдоникас и др., 1975; Воронова, Феоктистов, 1979; Равдоникас, 1985). В настоящее время монгольского сурка можно считать второстепенным носителем чумы на территории рассматриваемого очага – за весь период эпизоотологического мониторинга, зарегистриро-

вано 10 случаев выявления контакта тарбагана или снятых с него эктопаразитов с чумным микробом. Из них лишь 2 случая (один инфицированный чумой зверек и антитела к возбудителю чумы у другого) отмечены за период с 1964 по 2011 г. (за первые 49 лет). Остальные 8 инцидентов отмечены за последние 12 лет – с 2012 по 2023 г. (получено 2 изолята чумного микроба, отловлено 4 тарбагана с антителами к возбудителю чумы в диагностических титрах, обнаружено 2 положительных на чуму реакции в ПЦР). Контактировавших с чумой тарбаганов или их эктопаразитов регистрировали в Кара-Бельдырском, Каргинском, Верхне-Барлыкском, Барлыкском, Боро-Шайском и Чозинском мезоочагах, что свидетельствует о регулярности вовлечения монгольского сурка в эпизоотический процесс по всей территории очага.

В Тувинском природном очаге чумы на приграничных территориях России и Монголии поселения этого грызуна не имеют существенных географических преград, препятствующих свободному перемещению зверей между двух государств. При этом в большинстве природных очагов чумы Монголии данный вид является основным носителем этой инфекции и основная доля эпидемиологических осложнений на территории этой страны первично связана с промыслом тарбагана и серого сурка местным населением (Адьяасурэн и др., 2014; Вержуцкий, Адьяасурэн, 2019).

За последние 5 лет (с 2019 по 2023 г.) полевыми формированиями Тувинской ПЧС добыто 29 тарбаганов (в среднем, 5,8 зверька за один сезон). Со зверьков собрано 206 эктопаразитов (59 блох, 61 иксодовых и 19 гамазовых клещей, 67 вшей). Среди блох преобладали специфические паразиты сурков *O. silantiewi* (51 экз.). Остальные 8 насекомых этой группы относились к видам, связанным с сусликами, в том числе было собрано 4 особи основного переносчика чумы в очаге – *C. tesquorum*. Это показывает, что в настоящее время степень паразитарных контактов тарбагана с основным носителем чумы – длиннохвостым сусликом можно оценить, как значительную.

Несмотря на высокие эпидемиологические риски и существующие запреты, местное население продолжает интенсивный браконьерский промысел сурков в Республике Тыва, в том числе и на территории участков стойкого проявления эпизоотий чумы. Этот фактор, наряду со значительным увеличением количества организованных и неорганизованных туристических групп, посещающих энзоотичную по чуме территорию, создает серьезные предпосылки для заболевания людей чумой с возможными эпидемическими осложнениями в виде выноса инфекционного начала за пределы очага. В связи с этим следует отметить необходимость постоянного контроля численности и инфицированности тарбагана и его эктопаразитов чумой в очаге.

# РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ РАБИЧЕСКОЙ ИНФЕКЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ (2020–2022 ГГ.)

А. Н. Чернов<sup>1,2</sup>, О. Ю. Черных<sup>2</sup>, С. Н. Забашта<sup>2</sup>, В. И. Белоусов<sup>3,4</sup>,  
Г. А. Нурлыгаянова<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», Краснодар, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина»,  
Краснодар, Россия

<sup>3</sup>ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных», Москва, Россия

<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –  
МВА им. К. И. Скрябина», Москва, Россия

**Аннотация.** На территории Краснодарского края эпизоотическая ситуация по бешенству улучшилась и близка к оздоровлению. С 2020 по 2022 г. на базе ГБУ КК «Кропоткинская краевая ветеринарная лаборатория» проведено 5640 исследований патологического материала, отобранного от разных видов животных. Получено всего положительных результатов 19 (0,34 %), в том числе 1 случай в 2022 г. (кошка). Применялись диагностические методы: иммуноферментный анализ (ИФА), метод флуоресцирующих антител (МФА), постановка биологической пробы на белых мышах. Также использован «Глобулин флуоресцирующий антирабический» (ФАГ).

## RESULTS OF LABORATORY CONTROL OF RABIC INFECTION IN THE KRASNODAR TERRITORY (2020–2022)

A. N. Chernov<sup>1,2</sup>, O. Yu. Chernykh<sup>2</sup>, S. N. Sabashta<sup>2</sup>, V. I. Belousov<sup>3,4</sup>,  
G. A. Nurlygayanova<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russian Federation

<sup>2</sup>Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russian Federation

<sup>3</sup>Federal Center for Animal Health, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup>Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology-MBA named after K. I. Scriabin,  
Moscow, Russian Federation

**Abstract.** In the Krasnodar Territory, the epizootic rabies situation has improved and is close to recovery. During the period from 2020 to 2022, a total of 5,640 studies of pathological material selected from different animal species were conducted on the basis of the GBU Kropotkin Regional Veterinary Laboratory. A total of 19 positive results (0.34 %) were obtained, including 1 case in 2022 (cat). Diagnostic tests for animal rabies were performed in accordance with GOST 26075–2013 "Animals. Methods of laboratory diagnosis of rabies". Diagnostic methods were used: enzyme-linked immunoassay (ELISA), the method of fluorescent antibodies (MFA), biological sampling on white mice. "Globulin fluorescent anti-rabies" (PHAG) was also used.

**Введение.** Для многих государств мира, включая Россию, продолжает оставаться актуальной проблемой эпизоотическая и эпидемическая ситуация по особо опасным инфекциям, в том числе по бешенству. Официальные статистические источники (WHO) свидетельствуют о гибели от бешенства более 55 тыс. чел. и более 1 млн животных ежегодно. Ущерб мировой экономики от данного заболевания складывается из убытков, связанных с гибелью животных и людей, а также затрат на проведение ограничительных и профилактических мероприятий (Гулюкин, 2014; Макаров, 2017; Онищенко и др., 2017; Чернов и др., 2019; <https://www.woah.org/>).



В Российской Федерации эпизоотическая обстановка по бешенству животных остается напряженной, в том числе на юге России (Колосов и др., 2017; Зайкова, 2021; Михайлова и др., 2021; Куличенко и др., 2024).

Краснодарский край расположен на юго-западе страны, входит в состав Южного федерального округа. Животный мир края разнообразен. Природно-климатические условия региона благоприятствуют поддержанию численности популяций более 100 видов теплокровных животных, вошедших и участвующих в эпизоотическом процессе при рабической инфекции. Эпизоотии поддерживаются в антропоургических очагах собаками и кошками, в дикой природе в большинстве случаев – лисами (Метлин и др., 2009; Стародубова и др., 2015; Бобров и др., 2020).

**Цель.** Изучить результаты лабораторных исследований патологического материала, отобранного от животных разных видов для диагностики бешенства на территории Краснодарского края за период с 2020 по 2022 гг.

**Материалы и методы.** Проведен анализ результатов лабораторных исследований материалов от животных, подозрительных на заболевание бешенством, выполненных различными методами в ГБУ КК «Кропоткинская краевая ветеринарная лаборатория» за период с 2020 по 2022 г.

Лабораторные испытания выполнены в соответствии с ГОСТ 26075–2013 «Животные. Методы лабораторной диагностики бешенства» с применением методов: иммуноферментного анализа (ИФА), флуоресцирующих антител (МФА) и постановкой биологической пробы на белых мышах.

**Результаты и обсуждения.** Анализ отчетных данных показал, что специалистами ГБУ КК «Кропоткинская краевая ветеринарная лаборатория» проведено всего 5640 исследований патологического материала, отобранного от разных видов животных (собаки, кошки, кролики, крупный рогатый скот, ослы, козы, лисы, крысы, ондатры, еноты, енотовидные собаки, куницы, хорьки, шакалы, барсуки).

Для обнаружения антигена вируса бешенства в патологическом материале (головной мозг) животных, подозрительных на заболевание бешенством, использован «Глобулин флуоресцирующий антирабический» (ФАГ). Исследования методом ИФА выполнены с применением тест-системы (набора) согласно требованиям Инструкции, разработанной производителем.

Всего за период с 2020 по 2022 г. проведено диагностических исследований на бешенство: в ИФА и МФА – по 1886; поставлено биопроб – 1868.

По результатам испытаний установлено, что на территории Краснодарского края за анализируемый период выявлено 19 (0,34 %) положительных случаев бешенства животных, в том числе: собаки – 6; кошки – 6; крупный рогатый скот – 2; лисы – 2; хомяк – 1; барсук – 1; кролик – 1.

Важно отметить, что в 2022 г. зарегистрирован только один случай бешенства (кошка), что свидетельствует об эффективности специфической профилактики рабической инфекции, проведенной в изучаемом регионе.

Таким образом, применение точных и достоверных методов лабораторных исследований и специфической профилактики позволило стабилизировать эпизоотическую ситуацию по бешенству на территории Краснодарского края.

# ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭПИЗОТОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПЛОСКОГОРЬЯ УКОК В 2024 ГОДУ

Е. В. Чипанин<sup>1</sup>, А. В. Денисов<sup>2</sup>, В. В. Шефер<sup>2</sup>, Е. И. Филатов<sup>2</sup>,  
Е. С. Полковников<sup>2</sup>, Е. Н. Рождественский<sup>2</sup>, В. М. Корзун<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ФКУЗ Алтайская противочумная станция Роспотребнадзора, Горно-Алтайск, Россия

**Аннотация.** На территории Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы и прилегающей монгольской части Сайлюгемского природного очага ежегодно регистрируются эпизоотии чумы различной интенсивности. С повышением туристического потока в целом в Республику Алтай и непосредственно на плоскогорье Укок, где в 2019–2023 гг. регистрировались эпизоотические проявления, вызванные *Yersinia pestis* ssp. *pestis*, возросли эпидемические риски заражения чумой на данной территории. В связи с этим рекомендуется проводить ежегодно эпизоотологическое обследование труднодоступных эпизоотических участков, расположенных на плоскогорье Укок.

## THE MAIN RESULTS OF THE EPIZOOTOLOGICAL SURVEY OF THE UKOK PLATEAU IN 2024

E. V. Chipanin<sup>1</sup>, A. V. Denisov<sup>2</sup>, V. V. Schaefer<sup>2</sup>, E. I. Filatov<sup>2</sup>, E. S. Polkovnikov<sup>2</sup>,  
E. N. Rozhdestvenskii<sup>2</sup>, V. M. Korzun<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Altai Anti-Plague Station, Gorno-Altai, Russian Federation

**Abstract.** Plague epizootics of varying intensity are registered annually in the territory of the Gorno-Altai high-mountain natural focus and the adjacent Mongolian part of the Sailugem natural focus. With the increase of tourist flow in general to the Altai Republic and directly to the Ukok plateau, where in 2019–2023 epizootic manifestations caused by *Yersinia pestis* ssp. *pestis*, the epidemic risks of plague infection in this territory have increased. In this regard, it is recommended to conduct an annual epizootological survey of hard-to-reach epizootic sites located on the Ukok plateau.

**Введение.** В результате интродукции в 2012 г. и затем активного включения в эпизоотический процесс возбудителя чумы основного подвида на территории Кош-Агачского района Республики Алтай значительно увеличился эпидемический потенциал Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы. В связи с повышением туристического потока в целом в Республику Алтай и непосредственно на плоскогорье Укок, где в 2019–2023 гг. регистрировались эпизоотические проявления, возросли эпидемические риски заражения чумой на данной территории.

**Цель.** Анализ результатов эпизоотологического мониторинга эпизоотических участков Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы, расположенных на территории плоскогорья Укок.

**Материалы и методы.** В работе использованы данные эпизоотологического обследования Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы, проводимого сотрудниками Алтайской противочумной станции и Иркутского научно-исследовательского противочумного института в 2024 г.

**Результаты и обсуждение.** Работы проводились с 27.06 по 08.07.2024. Получение полевого материала осуществлялось методом отстрела млекопитающих из нарезного и гладкоствольного оружия, отлова давилками, сбором блох из входов нор, сбором трупов носителей, погадок хищных птиц, костных останков млекопитающих. Основанием для

добычи серого сурка является Научно-исследовательская программа эпизоотологических обследований природного очага чумы и других природно-очаговых инфекций в Кош-Агачском районе Республики Алтай на 2024–2026 гг. (лицензионная квота – 100 сурков в год). Обследование территории Укока выполнялось по согласованию с Дирекцией особо охраняемых природных территорий Республики Алтай. Отстрел серого сурка проводился по именованным лицензиям, выданным Комитетом охраны животного мира Республики Алтай.

Площадь обследованных участков составила – 1573,1 км<sup>2</sup> (Вершина р. Калгуты – 435,7 км<sup>2</sup>, Калгуты – 583,5 км<sup>2</sup>, Правый берег р. Калгуты – 108,9 км<sup>2</sup>, Ак-Алаха – 445,0 км<sup>2</sup>). Обследовано семь секторов, общей площадью 583,0 км<sup>2</sup>. Получен следующий полевой материал: мелкие млекопитающие – 46 экз., из них серый сурок – 11 (в том числе три остатка стола хищных птиц), длиннохвостый суслик – 24, даурская пищуха – две, плоскочерепная полевка – восемь (в том числе один труп), хорь степной – один остаток стола хищных птиц; погадок хищных птиц – 49 шт., костных останков сурка – шесть.

Весь материал доставлен в лабораторию Алтайской противочумной станции для дальнейшего исследования на чуму. По результатам лабораторного исследования возбудитель чумы и фрагменты его ДНК в пробах не обнаружены.

При проведении эпизоотологического обследования пройдено восемь пеших маршрутов по учету численности носителей возбудителя чумы общей протяженностью 16,7 км, на площади 50,1 га. Выполнено автомаршрутов по учету численности серого сурка общей протяженностью 38,6 км, на площади 972,0 га. По учету численности длиннохвостого суслика заложено двадцать однокотарных площадок. Осмотрено 300 входов нор носителей возбудителя чумы, обнаружено две блохи. Проведено 110,0 км автомобильных учетных маршрутов хищных птиц. Накоплено 52 ловушко-суток.

Численность серого сурка на плоскогорье Укок в среднем по маршрутным учетам составила 1,3 жилых бутанов/га, что значительно выше среднееголетних показателей по очагу, но несколько ниже прошлогодних значений (1,4). По визуальным учетам – 0,3 особей на гектар что, скорее всего, обусловлено неблагоприятными погодными условиями. По обследованной территории численность длиннохвостого суслика в среднем составила 0,6 особей на гектар, что ниже значений прошлых лет (2023 г. – 1,0; 2022 г. – 1,2) и значительно ниже многолетних показателей (5,6). Численность даурской пищухи на плоскогорье Укок в среднем составила 3,1 жилых нор/га (колебания от 1,1 до 5,7), с заселенностью в среднем 56,0 %, что несколько ниже прошлогодних значений, но значительно выше среднееголетних значений по очагу (1,7). Численность плоскочерепной полевки составила 13,5 % попадания на 100 ловушко-суток.

29 июля 2024 г. соответствии с Комплексным планом мероприятий противочумных учреждений Роспотребнадзора по оздоровлению Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы в Кош-Агачском районе Республики Алтай в 2024 году проведена барьерная дезинсекционная обработка вокруг юрточного кемпинга, на прилегающей территории с которым в 2023 г. зарегистрирована эпизоотия среди грызунов. Предварительно осмотрено 50 входов нор носителей возбудителя чумы, в устьях нор обнаружена одна блоха. ИО блох до дезинсекции составил 0,02. Общая площадь обработок составила 0,3 км<sup>2</sup>. При обработке использовался смесевый дуст: «Фенаксин» (0,25 % фенвалерат + 0,25 % борная кислота). С целью определения эффективности инсектицидных обработок 05.07.2024 повторно было осмотрено 50 входов нор вокруг юрточного кемпинга, блох не обнаружено. Таким образом, эффективность обработок составила 100,0 %.

Со всеми группами туристов, служащими пограничной заставы и местным населением проведена информационно-разъяснительная работа (восемь лекций-бесед) по предупреждению заболевания чумой.

# ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ СИСТЕМЫ QUORUM SENSING *BURKHOLDERIA PSEUDOMALLEI* В СТРЕССОВЫХ УСЛОВИЯХ

П. Р. Чирсков, М. В. Бартенева, И. Б. Захарова

ФКУЗ Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Волгоград, Россия

**Аннотация.** *Burkholderia pseudomallei* – возбудитель мелиоидоза – обладает высокой способностью адаптации к стрессовым условиям, включая воздействие антибактериальных препаратов. Одним из ведущих механизмов защиты бактерий от стрессовых воздействий внешней среды является формирование биопленки, в регуляции которой значительную роль играет система чувства кворума (Quorum sensing). Получены данные, свидетельствующие о наличии общей тенденции регуляции адаптации *B. pseudomallei* к стрессовым условиям различной природы с экспрессией транскрипционного регулятора LuxR (BURPS1106A\_RS29820) и N-ацетил-гомосерин лактонзависимого регулятора (BURPS1106A\_RS25985) при обоих исследованных видах стресса при сходных параметрах морфологических изменений.

## EXPRESSION OF GENES OF THE QUORUM SENSING SYSTEM OF *B. PSEUDOMALLEI* UNDER STRESS CONDITIONS

P. R. Chirskov, M. V. Barteneva, I. B. Zakharova

Volgograd Research Anti-Plague Institute, Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** *Burkholderia pseudomallei*, the causative agent of melioidosis, has a high ability to adapt to stress conditions, including the effects of antibacterial drugs. One of the leading mechanisms of bacterial protection from stressful environmental influences is the formation of a biofilm, in the regulation of which the quorum sensing system plays a significant role. The data obtained indicate a general tendency in the regulation of *B. pseudomallei* adaptation to stress conditions of various nature with the expression of the transcriptional regulator LuxR (BURPS1106A\_RS29820) and N-acetyl-homoserine lactone-dependent regulator (BURPS1106A\_RS25985) under both studied types of stress with similar parameters of morphological changes.

**Введение.** *Burkholderia pseudomallei* вызывает тяжелую системную инфекцию – мелиоидоз, имеющий важное значение для общественного здравоохранения в эндемичных регионах. Для *B. pseudomallei* характерна способность формировать резистентные штаммы в ходе терапии. В настоящее время это явление зарегистрировано для всех антибиотиков, используемых для лечения *B. pseudomallei*, включая карбапенемы (Price et al., 2017). Важной особенностью мелиоидоза является высокая частота рецидивов – в 3–25 % случаев, причем большинство из них связано с рецидивом исходного штамма, что может быть результатом присутствия субпопуляции персистентных клеток, толерантных к антибиотикам (Wiersinga et al., 2018).

Около 80,0 % персистирующих бактериальных инфекций связаны с образованием биопленок (Currie, 2022). Бактерии в биопленках встроены в самостоятельно вырабатываемый внеклеточный матрикс, состоящий из воды, белков, богатых углеводами полимеров и дезоксирибонуклеиновой кислоты. Ведущую роль в регуляции формирования биопленки у микроорганизмов играет система чувства кворума – Quorum sensing (QS). Системы QS основаны на производстве и восприятии внеклеточных сигналов, которые, как правило, генерируются постоянно, начиная с низкой концентрации в свежей культуре и накапливаясь в среде по мере увеличения плотности микробных сообществ. Как только достигается пороговая концентрация, сигнал взаимодействует с белком-рецептором, вызывая в популяции скоординированное изменение экспрессии генов (Nyanasegran et al., 2022). Наиболее распространенными аутоиндукторами QS, используемыми большинством грамотрицательных бактерий, включая *B. pseudomallei*, являются соединения клас-

са N-ацетилгомосеринлактонов (AHLs). *B. pseudomallei* K96243 содержит по крайней мере три гомолога luxIR, оперона, отвечающего за синтез N – ацетилгомосеринлактонов, а именно QS-1 (кодируется BpsI-BpsR), QS-2 (BpsI 2-BpsR 2 ) и QS-3 (BpsI 3-BpsR 3 ), расположенных на хромосоме 2. Экспрессия трех ферментов BpsI-N – ацетилгомосеринлактон-синтетазы регулируется соответствующими AHL-зависимыми регуляторами транскрипции, причем они могут являться как репрессорами, так и активаторами эффекторных генов. Штаммы *B. pseudomallei*, лишенные системы BpsI-BpsR, не могут образовывать биопленку или имеют нарушение ее формирования (Chapartegui-González et al., 2022).

**Цель.** Оценить экспрессию оперонов системы QS и микроморфологию клеток *B. pseudomallei* под воздействием стрессовых факторов.

**Материалы и методы.** В качестве модельных использованы три штамма *B. pseudomallei* различных сиквенс-типов (ST): ST 46, ST 70 и ST 85, – имеющих широкую, среднюю и ограниченную распространенность в мировой популяции возбудителя мелиоидоза. Холодовой стресс моделировали на всех трех штаммах (инкубация 74 дня при температуре 1–5 °C). Гипоксию исследовали на штаммах ST 46 и ST 70 (инкубация в L-бульоне под парафином в течение года). РНК выделяли с использованием набора GeneJET RNA Purification Kit (Thermo Scientific, Литва) из бактериальных взвесей плотностью  $3 \cdot 10^{10}$  КОЕ/мл в 0,45 % растворе NaCl (CareFusion, Мексика), остаточную ДНК удаляли обработкой DNase I, RNase-free (Thermo Scientific, Литва); РНК стабилизировали дегидратированием с использованием набора RNastable (Biomatrix, США); кДНК и библиотеку для секвенирования транскриптомов получали по методике Moser. Секвенирование осуществляли на платформе Illumina MiSeq (Illumina, США) с учетом рекомендаций производителя. В качестве референтных использовали последовательности хромосом 1 и 2 *B. pseudomallei* K96243 (GenBank NC006350 и NC006351). Функции генов классифицировали по базе данных KEGG PATHWAY Database (<https://www.genome.jp/kegg/pathway.html>). Сканирующую электронную микроскопию (СЭМ) проводили с помощью электронного микроскопа NeoScore JCM-700 («Jeol», Япония) в режиме высокого вакуума, с ускоряющим напряжением 15kV, детекцией вторично-отраженных электронов, контрастированием платиной с помощью вакуумного устройства для напыления JEOL SMART COATER.

**Результаты и обсуждение.** Морфология колоний *B. pseudomallei* отличалась от исходных как после воздействия гипоксии, так и после воздействия низких температур. Наблюдали изменение морфотипов колоний и интенсивности их окраски на агаре Эшдауна, содержащим генцианвиолет и нейтральный красный. Исследование ультрамикроморфологии культур методом СЭМ показало наличие биопленки у всех штаммов после воздействия обоих видов стресса. В сравнении с биопленками, сформированными в оптимальных условиях культивирования, биопленки, сформированные в условиях стресса, отличались большей толщиной и объемной структурой. После воздействия гипоксии наблюдали более интенсивное образование внеклеточного матрикса, по сравнению с холодовым стрессом.

Анализ транскриптомов показал, что адаптация к длительному холодovому стрессу у всех исследованных штаммов *B. pseudomallei* связана с общим подавлением экспрессии генов, участвующих практически во всех аспектах клеточного гомеостаза. У штамма ST 46 экспрессировалось 1680 генов (~28 % генома), у штамма ST 85 – 720 (~12 %), наиболее устойчивый к холоду штамм ST 70 транскрибировал 475 генов – всего 8 % генома. Показана прямая зависимость выживаемости штаммов от величины доли генов семейств «Белки сигнальных и клеточных процессов» и «Мембранный транспорт» в общем пуле, и обратная – от общего количества экспрессируемых генов семейства «Метаболизм». Выявлено, что адаптация *B. pseudomallei* к холодovому стрессу связана с регуляторными процессами, приводящими к значительному снижению общей транскрипцион-

ной активности, что подтверждается экспрессией транскрипционных регуляторов семейства QS у всех трех штаммов. Обнаружено две стратегии адаптации к низким температурам: 1) модуляция регуляторных процессов, приводящая к подавлению экспрессии генов основных путей метаболизма до минимального уровня, обеспечивающего жизнеспособность клетки, и активация минимально необходимого набора генов стрессового ответа; 2) менее выраженное подавление общего метаболизма в сочетании с активацией экспрессии расширенного спектра генов холодового и теплового шока, общего, осмотического и универсального стрессов. У штаммов ST 85 и ST 46, реализующих вторую стратегию наблюдали экспрессию генов всех трех оперонов – QS-1, QS-2 и QS-3. Тогда как у штамма ST 70 (первая стратегия) – только QS-3, что коррелирует с общей транскрипционной активностью штаммов.

Для ST 70 наблюдали экспрессию только двух генов, ответственных за синтез N-ацетилгомосеринлактона (*BURPS1106A\_RS29820* и *BURPS1106A\_RS25985*) из 12, экспрессировавшихся в нормальных условиях. Штамм ST 46 после гипоксии экспрессировал пять генов, ответственных за синтез N-ацетилгомосеринлактонов, в нормальных условиях – семь. Необходимо отметить, что *LuxR* транскрипционный регулятор (*BURPS1106A\_RS29820*) и N-ацетил-гомосерин лактонзависимый регулятор (*BURPS1106A\_RS25985*) после гипоксии экспрессировались у обоих штаммов.

После воздействия гипоксии наблюдали некоторое снижение чувствительности к цефтазидиму в сравнении с культурами, выращенными при доступе кислорода (d зоны ингибирования роста у ST 46 17 и 20 мм, у ST 70 18 и 20 мм соответственно). Необходимо отметить, что после серии пассажей на плотных питательных средах при доступе кислорода, во всех случаях наблюдали реверсию к исходному фенотипу антибиотикочувствительности. Это свидетельствует, что наблюдаемый механизм транзитной устойчивости обеспечивается не наличием мутационных изменений в детерминантах резистентности к бета-лактамам, а регуляторными процессами.

Таким образом, получены данные, свидетельствующие о наличии общей тенденции регуляции адаптации *B. pseudomallei* к стрессовым условиям различной природы с экспрессией транскрипционного регулятора *LuxR* (*BURPS1106A\_RS29820*) и N-ацетил-гомосерин лактонзависимого регулятора (*BURPS1106A\_RS25985*) при обоих исследованных видах стресса.

# ВНЕШНИЕ И ВНУТРЕННИЕ РИСКИ ЗАВОЗА И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ХОЛЕРЫ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Е. А. Чумачкова<sup>1</sup>, Л. В. Миронова<sup>2</sup>, З. Г. Гулмахмадзода<sup>3</sup>, О. Д. Назарова<sup>3</sup>,  
Ф. М. Бободжонов<sup>4</sup>, С. А. Щербакова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов, Россия

<sup>2</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>3</sup>ГУ «Республиканский центр по борьбе с карантинными заболеваниями»  
Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан,  
Душанбе, Республика Таджикистан

<sup>4</sup>Центр Госсанэпиднадзора Хатлонской области, Бохтар, Республика Таджикистан

**Аннотация.** Проведен анализ ситуации по холере и острым кишечным инфекциям в Республике Таджикистан и на сопредельных с ней территориях. Показаны причины возможного осложнения эпидемиологической ситуации по холере в Республике, связанные с внешними и внутренними факторами, способствующими завозу и вероятному распространению особо опасной инфекции.

## EXTERNAL AND INTERNAL RISKS OF IMPORTATION AND SPREAD OF CHOLERA IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

E. A. Chumachkova<sup>1</sup>, L. V. Mironova<sup>2</sup>, Z. G. Gulmahmadzoda<sup>3</sup>, O. D. Nazarova<sup>3</sup>,  
F. M. Bobodzhonov<sup>4</sup>, S. A. Shcherbakova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation

<sup>2</sup>Irkutsk Research Anti-Plague Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>3</sup>Republican Center for Combating Quarantine Diseases of the Ministry of Health and Social Protection of the  
Population of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

<sup>4</sup>Center of State Epidemiological Supervision of the Khatlon region, Bokhtar, Republic of Tajikistan

**Abstract.** The analysis of the situation regarding cholera and acute intestinal infections in the Republic of Tajikistan and adjacent territories has been carried out. The reasons for the possible complication of the epidemiological situation regarding cholera in the Republic are shown, related to external and internal factors that contribute to the importation and likely spread of a particularly dangerous infection.

**Введение.** В последние годы в мире наблюдается активные проявления седьмой пандемии холеры, которая отличается значительным числом и масштабом одновременно регистрируемых вспышек. По оценкам ВОЗ, в мире ежегодно происходит от 1,3 до 4,0 млн случаев заболевания холерой и 21–143 тыс. случаев смерти от холеры (<https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cholera>). Количество случаев холеры в мире неуклонно растет и стремится к уровню допандемического периода. В 2023 г., как и в прошлые годы, наибольший удельный вес по количеству случаев холеры занимают страны Азии, на которые приходится 73,4 %. В странах региона крупные вспышки зарегистрированы в Афганистане в 2022 г. (281 485 случаев), Пакистане в 2022 г. (258 139 случаев). В регионе вызывает объективную настороженность Индия, где при сохраняющейся высокой миграционной активности населения из Пакистана и Афганистана, связанной с трудовой деятельностью, в 2022 г. зарегистрировано лишь 42 648 случаев холеры (Попова, 2024).

Изучение внешних и внутренних рисков возможного завоза и дальнейшего распространения холеры на территории Таджикистана.

**Материалы и методы.** Для анализа эпидемиологической обстановки и установления возможных рисков были использованы информация открытых источников, данные

по заболеваемости острыми кишечными инфекциями (ОКИ) населения Республики Таджикистан и отдельно – Хатлонской области Таджикистана.

**Результаты и обсуждение.** Последний случай холеры на территории Таджикистана зарегистрирован в 2005 г. Однако на сопредельных с республикой территориях в последние годы наблюдается эпидемиологическое неблагополучие по холере. Расположенный в Центральной Азии Таджикистан граничит с четырьмя государствами, в том числе с Афганистаном на юге, с Китаем – на востоке. В Афганистане за период 2013–2023 гг. зарегистрировано 607 259 случаев холеры, в том числе 203 с летальным исходом. За 2024 г. (по состоянию на 31.06.2024) выявлено 70 350 случаев с подозрением на холеру и 38 летальных случаев. (<https://www.who.int/publications/m/item/multi-country-outbreak-of-cholera--external-situation-report--16---18-july-2024>). В Китае за период с 2013–2023 гг. зарегистрировано 194 случая холеры, пять из которых были завозными, один со смертельным исходом. (<https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/number-of-reported-cases-of-cholera>).

В Таджикистане ситуация по ОКИ оценивается, как напряженная. В последние годы, несмотря на снижение числа зарегистрированных случаев ОКИ с 42 206 в 2018 г. до 17 351 в 2023 г., фиксируется устойчивый высокий удельный вес ОКИ неустановленной этиологии (93,9 % – в 2018 г., 93,6 % – в 2023 г.). Отмечается высокая заболеваемость ОКИ в группе детей в возрасте до 18 лет – 86,0 % и 81,0 % от числа всех зарегистрированных случаев ОКИ в 2018 г. и 2023 г. соответственно. За пять месяцев 2024 г. в стране официально зарегистрировано 2 186 случаев ОКИ, при этом у 2038 больных (93,2 %) этиологический фактор заболевания не установлен.

На юго-западе Таджикистана на границе с Афганистаном расположена Хатлонская область, здесь проживает треть населения страны – 3 348 тыс. человек (2020 г.). По данным Центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора Хатлонской области Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан, за последние шесть лет (2018–2023 гг.) доля ОКИ в структуре общей инфекционной заболеваемости населения области в разные годы составляла 7,4–17,2 %, уступая по количеству заболевших лишь острым респираторным вирусным инфекциям. В динамике за анализируемый период наблюдается снижение в два раза числа новых случаев ОКИ с 3 879 – в 2018 г. до 1 981 – в 2023 г. На территории области регистрировались: брюшной тиф (2009–2018 гг.); паратиф (2009–2012 гг., 2017–2018 гг.); сальмонеллез (2010–2011 гг.); бактериальная дизентерия (2009–2023 гг.), в том числе, вызванная *Shigella flexneri* (2009–2021 гг.), вызванная *Shigella sonnei* (2009–2020 гг.). Кроме того, ежегодно регистрируются случаи вирусного гепатита А. Диагностика других кишечных инфекций, в том числе холеры не проводится. Следует отметить, что официально зарегистрированная заболеваемость не отражает истинную картину распространенности ОКИ. Широкое и доступное применение антибактериальных препаратов (безрецептурная реализация в аптечной сети) приводит к частым случаям самолечения ОКИ среди местного населения. В связи с этим можно предположить о значительно большем количестве неучтенных случаев заболеваний.

Таджикистан, демонстрирующий в последние годы экономический рост, становится привлекательным для иностранцев. Отмечается значительный миграционный поток иностранных граждан для небольшой по численности Республики (10 770 600 человек на 01.01.2023); в 2023 г. в страну въехало более 600 тыс. человек. В Республику прибывают туристы, иностранные студенты, трудовые мигранты, в том числе из стран неблагополучных по холере – Афганистана, Пакистана, Индии, Китая (<https://vecherka.tj/archives/58973>). Кроме того, в приграничных с Афганистаном районах Таджикистана функционируют рынки выходного дня, целью которых является поддержание дружеских и родственных связей с этническими таджиками, проживающими на территории Афганистана. Для торговли своими товарами прибывают граждане обеих стран, численность которых в дни работы рынка достигает 3 тыс. человек.



Таким образом, анализ миграционной активности в Республике Таджикистан свидетельствует о высокой вероятности завоза инфекции, в том числе из стран неблагополучных по холере (Афганистан, Индии, Пакистан и др.) лицами, прибывающими в страну различными видами транспорта (авиационным, автомобильным, железнодорожным).

Решением задач по своевременному выявлению больных и проведению полного комплекса противоэпидемических мероприятий в случае завоза особо опасных инфекционных болезней, в том числе холеры, может стать разработка и реализация комплексного межведомственного плана по санитарной охране территории (Попова, 2015). Мероприятия комплексного плана предусматривают следующие направления: нормативное и методическое обеспечение, усиление санитарно-карантинного контроля в пунктах пропуска через государственную границу, усиление противоэпидемической готовности санитарно-эпидемиологической службы и учреждений здравоохранения, в том числе обеспечение готовности лабораторной базы к проведению исследований, информационное обеспечение в рамках эпидемиологического надзора, деятельность в формате международного сотрудничества по противодействию эпидемии болезни. Межведомственный характер при координирующей роли Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан обеспечит проведение всего комплекса мероприятий от момента выявления больного (первичные мероприятия, порядок эвакуации больных, проведение дезинфекционной обработки, мероприятия в отношении контактных лиц, готовность лабораторной базы к диагностике, госпитальной базы – к лечению больных) до локализации и ликвидации очага особо опасной болезни.

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ БЛОХИ *ECHIDNOPHAGA OSCHANINI* В ПОСЕЛЕНИЯХ МОНГОЛЬСКОЙ ПИЩУХИ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРНО-АЛТАЙСКОГО ВЫСОКОГОРНОГО ПРИРОДНОГО ОЧАГА ЧУМЫ

В. В. Шефер<sup>1</sup>, В. М. Корзун<sup>2</sup>, А. В. Денисов<sup>1</sup>, Я. А. Строна<sup>1</sup>, С. С. Акулова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФКУЗ Алтайская противочумная станция Роспотребнадзора, Горно-Алтайск, Россия

<sup>2</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора, Иркутск, Россия

**Аннотация.** Проведен анализ расселения блохи *Echidnophaga oschanini* на территории Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы, расположенного в Юго-Восточной области Горного Алтая. Установлена современная область распространения этого вида. Показано, что *E. oschanini* впервые обнаружена здесь в 2006 г. на двух участках эпизоотологического обследования на площади 27,9 км<sup>2</sup>. К 2023 г. этот вид широко распространился и встречается уже на 10 участках на площади 795,3 км<sup>2</sup>. На двух территориях этот вид в настоящее время является массовым и занимает одно из ведущих мест в многовидовом сообществе блох монгольской пищухи. Занос *E. oschanini* из известного ранее ареала на территорию Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы вероятнее всего произошел с мигрирующими птицам.

## DIVERSITY FLEAS *ECHIDNOPHAGA OSCHANINI* IN SETTLEMENTS OF THE MONGOLIAN PIKA ON THE TERRITORY OF THE GORNO-ALTAI HIGH- MOUNTAIN NATURAL FOCUS OF PLAGUE

V. V. Shefer<sup>1</sup>, V. M. Korzun<sup>2</sup>, A. V. Denisov<sup>1</sup>, Ya. A. Strona<sup>1</sup>, S. S. Akulova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Altai Plague Control Station, Gorno-Altai, Russian Federation

<sup>2</sup>Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

**Abstract.** The dispersal of the flea *Echidnophaga oschanini* in the territory of the Gorno-Altai high-mountain natural plague of plague, located in the South-Eastern region of the Altai Mountains, was analyzed and its current area of distribution was established. It is shown that *E. oschanini* was first detected here in 2006 at two epizootological survey sites on an area of 27.9 km<sup>2</sup>, and by 2023 this species had spread widely in the focus and was already found at 10 sites on an area of 795.3 km<sup>2</sup>. Ectoparasites of this species are now massively distributed in two areas and occupy one of the leading positions in the multispecies flea community of the Mongolian Pika. The introduction of *E. oschanini* from the previously known range into the area of the focus most likely occurred with migrating birds.

Блоха *Echidnophaga oschanini* (Wagner 1930) распространена в полупустынях и пустынях Средней и Центральной Азии (Казахстан, предгорья Гобийского Алтая, Юго-Западная Тыва, в котловине Больших Озер Монголии). На большей части ареала паразитирует на большой песчанке (*Rhombomys opimus*). В Северо-Западной Монголии и в северной части Монгольского Алтая основной хозяин блохи – монгольская пищуха (*Ochotona pallasi*) (Иофф, Скалон, 1954; Ващенко, 1967; Гончаров и др., 1989).

В Горно-Алтайском природном очаге чумы *E. oschanini* впервые обнаружили на монгольской пищухе в 2006 г. на ограниченной территории двух участков эпизоотологического обследования: Низовье р. Чаган-Узун и Центральная часть Курайского хребта (Корзун и др., 2011).

**Цель.** Анализ процесса расселения *E. oschanini* и определение области распространения этой блохи на территории Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы в настоящее время.

**Материалы и методы.** В работе использованы данные эпизоотологического мониторинга Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы, проводимого Алтайской противочумной станцией и Иркутским научно-исследовательским противочумным институтом. Информация о всех точках сбора *E. oschanini* обработана с помощью ГИС-инструментов (площади полигонов, расстояния между точками) в программе QGIS 2.18.28. Количественная оценка населения блох проведена по В. Н. Беклемишеву (1961). Рассчитывали индекс встречаемости (ИВ), индекс обилия (ИО), индекс доминирования (ИД).

**Результаты и обсуждение.** В 2006 г., 18–19 мая, на участке центральной части Курайского хребта с монгольских пищух сняты первые 115 экз. *E. oschanini*, а 23 мая обнаружено еще две блохи на участке Низовье р. Чаган-Узун. Расстояние между этими двумя точками составило 8,5 км. С этого времени блоху регистрировали на территории данных участков ежегодно. В 2007 г., 16 апреля, обнаружено пять экземпляров *E. oschanini* в новой точке участка Центральная часть Курайского хребта южнее мест первой находки. В 2008 г. отмечены первые осенние находки насекомых данного вида: 14 сентября на участке Центральная часть Курайского хребта (73 блохи) и 15 сентября на участке Низовье р. Чаган-Узун (одна блоха).

До 2017 г. *E. oschanini* расселялась на новые территории в пределах участков Центральной части Курайского хребта и Низовье р. Чаган-Узун. Только одна особь *E. oschanini* зарегистрирована на участке Середина р. Елангаш в 2012 г. В 2017 г. зафиксировано появление этих эктопаразитов на участке Восточная часть Курайского хребта (пять экземпляров). В 2018 г. две блохи встречены на участке Низовье р. Уландрык и впервые на территории очага было собрано восемь особей *E. oschanini* с даурской пищухи (Восточная часть Курайского хребта). В 2019 г. восемь особей обнаружено на участке Середина р. Чаган-Узун, в 2021 г. три блохи – на участке Правый берег р. Чаган-Бургазы. В 2023 г. *E. oschanini* зарегистрирована сразу на трех новых участках: Междуречье рек Чаган-Бургазы и Тархата (шесть экземпляров), Низовье р. Тархата (пять), Кок-Озек (13).

На основании данных паразитологических сборов, проведенных в поселениях монгольской пищухи в 2006–2023 гг. на участках Низовье р. Чаган-Узун и Центральная часть Курайского хребта, можно сделать некоторые заключения о характере распространения *E. oschanini* по территории и уровне ее обилия. Расселение блохи в этой местности происходило постепенно от точки к точке сбора материала, при этом в разных локальностях количественные показатели могли сильно отличаться. Неравномерное

пространственное распределение в поселениях хозяина является экологической особенностью эктопаразитов данного вида. В. С. Ващенко (1967) отмечено, что *E. oschanini* на монгольской пищухе в летнее время имеет чрезвычайно высокую численность только в наиболее благоприятных местообитаниях

Сравним количественные показатели *E. oschanini* на двух территориях, где вид в настоящий период получил наибольшее распространение. На участке Низовье р. Чаган-Узун показатели численности в 2017–2023 гг. (средние: ИВ – 52,9; ИО – 17,2; ИД – 58,1) существенно возросли и приобрели стабильно высокие значения по сравнению с аналогичными показателями прошлых лет (средние значения за 2006–2016 гг.: ИВ – 10,5; ИО – 0,8; ИД – 10,1). Всего в данной местности с 2006 по 2023 г. собрано 4258 экз. *E. oschanini*, в настоящее время этот вид стал занимать доминирующее положение в сообществе блох монгольской пищухи и может считаться фоновым для участка.

На участке Центральная часть Курайского хребта с 2006 по 2023 г. собрано 1287 экз. *E. oschanini*. Эти эктопаразиты встречаются массово и занимают одно из ведущих мест в многовидовом сообществе блох монгольской пищухи, продолжая расширение ареала в южном направлении по склону Курайского хребта. Значения ИВ, ИО и ИД достаточно стабильны (средние за 2006–2023 гг.: ИВ – 9,0; ИО – 0,8; ИД – 8,3), изменения уровня численности, как в предыдущем случае, на данном участке нет.

Так же стоит отметить, что кроме находок на мелких млекопитающих, есть ежегодная регистрация блох *E. oschanini* во входах нор монгольской пищухи. С 2011 г. на участке Центральная часть Курайского хребта собрано 73 экз., на участке Низовье р. Чаган-Узун с 2012 г. – 104 экз. блох этого вида.

Однозначного ответа о путях проникновения *E. oschanini* на территорию Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы нет. Эта территория находится на довольно большом расстоянии от известного ареала блохи в Юго-Западной Туве и Северо-Западной Монголии. Вероятнее всего попадание блохи в предгорья Курайского и Северо-Чуйского хребта произошло с мигрирующими птицами.

Обратим внимание на находки *E. oschanini* на достаточно большом расстоянии от ближайших мест их массового обитания в очаге: одна блоха на участке Середина р. Елангаш в 2012 г. (19 км), две – на участке Низовье р. Уландрык в 2018 г. (95 км), восемь – на участке Середина р. Чаган Узун в 2019 г. (16 км), три – на участке Правый берег р. Чаган-Бургазы в 2021 г. (57 км). Единичные находки блох данного вида на столь удаленном расстоянии косвенно подтверждают возможность их переноса птицами.

Таким образом, проведенное исследование показало, что после первичного обнаружения *E. oschanini* на двух участках эпизоотологического обследования в 2006 г. (Низовье р. Чаган-Узун и Центральная часть Курайского хребта) на площади 27,9 км<sup>2</sup>, к 2023 г. этот вид широко распространился по территории юго-восточной области Горного Алтая и встречается уже на 10 участках (центральная часть Курайского хребта, низовье р. Чаган-Узун, восточная часть Курайского хребта, середина р. Елангаш, низовье р. Уландрык, середина р. Чаган-Узун, правый берег р. Чаган-Бургазы, междуречье рек Чаган-Бургазы и Тархата, низовье р. Тархата, Кок-Озек) на общей площади 795,3 км<sup>2</sup>.

При сохранении благоприятных условий для жизнедеятельности *E. oschanini* будет происходить дальнейшее распространение вида по ареалу монгольской пищухи. Эпизоотологическая роль насекомых данного вида в силу их экологических особенностей незначительна, хотя возможно выявление отдельных зараженных чумой *E. oschanini*, снятых с инфицированных зверьков. При этом вероятность передачи возбудителя чумы этими эктопаразитами другим монгольским пищухам очень низкая (Корзун и др., 2011). Однако не стоит забывать, что каждый природный очаг чумы является сложной паразитарной системой и характеризуется специфичностью биоценотической структуры (Онищенко и др., 2004). Различные изменения в этой системе, происходящие в популяциях носителей и переносчиков инфекции, оказывают существенное влияние на интенсивность эпизоотического процесса. Появление и распространение на территории Юго-Восточной области Горного Алтая блохи *E. oschanini* – это новая переменная, встраивающаяся в сложную равновесную систему природного очага.

# ИММУНОФЕНОТИПИРОВАНИЕ, ДЕГРАНУЛЯЦИЯ И ЛИЗИС НЕЙТРОФИЛОВ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ БРУЦЕЛЛЕЗНОЙ ИНФЕКЦИИ *EX VIVO*

Т. П. Шмелькова, А. Л. Кравцов, Т. А. Малюкова, Г. В. Чеховская,  
В. А. Кожевников, Ю. А. Попов

ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов, Россия

**Аннотация.** Особенности патогенеза бруцеллеза является хроническое течение инфекционного процесса наряду со «скрытым» проникновением патогенов, внутриклеточным паразитированием и подавлением защитных механизмов организма-хозяина. Проведен проточно-цитометрический мониторинг показателей адгезии, дегрануляции, фагоцитоза, нетоза, апоптоза лейкоцитов и количества гиподиплоидных (поврежденных) клеток при определении специфических антител и визуальной оценке морфологии нейтрофилов. Выявлено подавление внеклеточных и внутриклеточных бактерицидных систем лейкоцитов крови человека *ex vivo*, антителозависимое повреждение клеток и наличие внеклеточных нейтрофильных ловушек при экспериментальном бруцеллезе.

## IMMUNOPHENOTYPING, DEGRANULATION AND LYSIS OF HUMAN BLOOD NEUTROPHILS IN MODELING BRUCELLOSIS INFECTION *EX VIVO*

T. P. Shmelkova, A. L. Kravtsov, T. A. Malyukova, G. V. Chekhovskaya,  
V. A. Kozhevnikov, Yu. A. Popov

Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation

**Abstract.** The peculiarities of brucellosis pathogenesis are the chronic course of the infectious process along with the "latent" penetration of pathogens, intracellular parasitism and suppression of the host defense mechanisms. The aim of the study is to identify immunosuppression of human blood leukocytes during interaction with the causative agent of brucellosis in the *ex vivo* system. Flow cytometric monitoring of adhesion, degranulation, phagocytosis, netosis, apoptosis of leukocytes and the number of hypodiploid (damaged) cells was carried out when determining specific antibodies and visually assessing the morphology of neutrophils. Suppression of extracellular and intracellular bactericidal systems of human blood leukocytes *ex vivo*, antibody-dependent cell damage and the presence of extracellular neutrophil traps in experimental brucellosis were revealed.

**Введение.** Особенности патогенеза бруцеллеза является хроническое течение инфекционного процесса наряду со «скрытым» проникновением патогенов и внутриклеточным паразитированием (Galinska et al., 2013; Skendros et al., 2013; Barquero-Calvo et al., 2015; Дубровина и др., 2016; Саркисян и др., 2016). При попадании бруцелл в кровь инициируется процесс подавления адекватных иммунологических реакций макроорганизма. Детализация этого процесса ведет к поиску более эффективных средств профилактики и терапии бруцеллеза.

**Цель.** Выявить отдельные показатели иммуносупрессии нейтрофилов крови человека при взаимодействии с возбудителем бруцеллеза в системе *ex vivo*.

**Материалы и методы.** Культуры микроорганизмов – штаммы *Brucella abortus* 19 ВА, *Escherichia coli* ATCC 25922 (положительный контроль активации лейкоцитов). Венозную гепаринизированную кровь человека (пять доноров от 25 до 32 лет) смешивали с бактериями в соотношении 10:1 и инкубировали до 6 ч при температуре 37 °С. Отрицательный контроль – кровь с добавлением физиологического раствора. Аликвоты в количестве 100 мкл отбирали через 30 мин, 1, 2, 4 и 6 ч. На этапе пробоподготовки проточно-цитометрического анализа для окрашивания лейкоцитов цельной крови использовали пропидий йодид (PI, Thermo Fisher Scientific, США) (Кравцов, 2024) и меченные мышиные моноклональные антитела к лейкоцитам человека CD62L-APC, CD95-PE,

CD45-FITC, CD16-PE (Beckman Coulter, США) согласно Lyse/No-Wash протоколу иммунофенотипирования (<https://www.bdbioscience.com/en-us/resources/protocols/stain-lyse-no-wash>). Пробы анализировали на цитометре Daco Cytomation (Дания) с программным обеспечением Summit v.4.3 Built 2445. Гранулоциты идентифицировали по интенсивности бокового светорассеяния и уровню экспрессии общего лейкоцитарного антигена CD45. Субпопуляцию нейтрофилов выявляли и подсчитывали в гейте гранулоцитов как клетки CD16<sup>+</sup>. Дегрануляцию оценивали по снижению гранулярности нейтрофилов опытных проб относительно контрольных в у. е. интенсивности бокового светорассеяния (Sklar et al., 1984; Кравцов и др., 2022). У окрашенных PI нейтрофилов по повышенному содержанию ДНК на клетку (>2С) определяли фагоцитарную активность (Кравцов и др., 1994), а клеточный дебрис CD45<sup>+</sup> (<2С) оценивали как поврежденные лейкоциты (Vera et al., 2019; Кравцов и др., 2022). Параллельно в те же сроки делали высевы 50 мкл материала, содержащего бактерии, на плотные питательные среды с инкубацией при температуре 37 °С до 5 сут. для контроля жизнеспособности клеток, а также мазки с окраской по Романовскому-Гимзе для оценки морфологических изменений лейкоцитов, а также PI (50 мкг/мл, окрашивание в течение 2 мин) для визуализации внеклеточных нейтрофильных ловушек (Долгушин и др., 2009). В сыворотке крови (разведение 1:100) были определены специфические иммуноглобулины к бруцеллам – Ig M и Ig G с использованием наборов реагентов для иммуноферментного анализа (Бруцелла-IgM-ИФА-БЕСТ и Бруцелла-IgG-ИФА-БЕСТ, АО «Вектор-Бест», РФ). Оптическую плотность проб измеряли на микропланшетном фотометре iMark (Bio-Rad Laboratories, Inc., США).

**Результаты и обсуждение.** Статистически достоверных изменений фенотипа нейтрофилов по маркеру адгезии CD62L в опытах с исследуемыми патогенами не обнаружено. Дегрануляция нейтрофилов в ответ на клетки *B. abortus* не выявлена. Тогда как при взаимодействии с кишечной палочкой этот процесс носил более выраженный характер: через 2 ч инкубации 22,7±5,2 % нейтрофилов были в состоянии дегрануляции, через 6 ч – 30,8±12,1 %. Фагоцитарная активность нейтрофилов в ответ на *E. coli* во все сроки наблюдения превышала фагоцитарную активность на бруцеллы в 4,4±3,2 раза и составляла до 93,7 % клеток >2С после 6 ч инкубации. Экспрессия CD16 нейтрофилами крови человека служит не только молекулярным триггером нетоза, но и показателем IgG-обусловленной анафилаксии (Granger et al., 2019). Пронетотический фенотип нейтрофилов зарегистрирован в ответ на оба исследуемых патогена по снижению экспрессии CD16 (CD16<sup>low</sup>) на поверхности клеток. Однако, начиная с 60-й мин инкубации количество нейтрофилов CD16<sup>low</sup> в ответ на кишечную палочку было больше в 4,5±2,5 раза, чем в ответ на *B. abortus* и достигало 97,7 %, т. е. почти все нейтрофилы образовали внеклеточные ловушки. Повышения количества апоптотических нейтрофилов CD95<sup>+</sup> в ответ на бруцеллы по сравнению с контролем не обнаружено. Выявлен апоптоз нейтрофилов, индуцированный кишечной палочкой. Экспрессия маркера апоптоза CD95 повышалась в 2,4±0,5 раза по сравнению с отрицательным контролем через 2 ч инкубации с сохранением этой тенденции на весь срок наблюдения – до 6 ч. По общему маркеру активации лейкоцитов CD45 бруцеллы не вызывали значимых изменений фенотипа нейтрофилов по сравнению с отрицательным контролем. При добавлении в кровь кишечной палочки наблюдали увеличение интенсивности передачи клеточных сигналов при фагоцитозе и нетозе в 1,4±0,1 раза, начиная с двух часов инкубации относительно контроля.

В течение первых 30–60 мин после добавления в кровь клетки кишечной палочки показывали более выраженную цитотоксичность по сравнению с бруцеллами, вызывая повреждение лейкоцитов в 2,3±1,3 раза больше (до 16,9 % гиподиплоидных лейкоцитов). Через 120 мин инкубации в двух пробах крови из пяти вышеописанная тенденция сохранилась – *E. coli* вызывала увеличение количества гиподиплоидных лейкоцитов в 2,3±0,5 раз больше, чем *B. abortus*. В одной пробе из пяти через 240 мин инкубации кишечная палочка инициировала гибель до 56,0 % лейкоцитов (против 13,4 % в ответ на бруцеллы), но уже через 360 мин до 63 и 72 % лейкоцитов были разрушены под влияни-

ем *E. coli* и *B. abortus*, соответственно. Интересен факт, что именно в сыворотке крови этого донора обнаружены специфические IgG к бруцеллам при отсутствии специфических IgM. В остальных сыворотках специфических иммуноглобулинов к бруцеллам не зарегистрировано. В двух оставшихся пробах бруцеллы проявили цитотоксичность: начиная с 120 мин инкубации разрушение лейкоцитов было в  $3,6 \pm 2,1$  раза интенсивнее ответа на кишечную палочку.

При посеве исследуемых проб крови, содержащих *B. abortus* 19 ВА и *E. coli*, зарегистрирован рост микроорганизмов на плотной питательной среде; посев пробы крови без бактерий (отрицательный контроль) роста не дал.

Сетеподобные образования как визуальное подтверждение наличия нейтрофильных ловушек зафиксировали в мазках крови с кишечной палочкой и в мазках крови с бруцеллами при окрашивании как по Романовскому-Гимзе, так и РІ.

Таким образом, бруцеллы подавляют внеклеточные (нетоз) и внутриклеточные (фагоцитоз) бактерицидные системы лейкоцитов, что, вероятно, обуславливает затяжной характер инфекционного процесса и склонность к хронизации инфекции. Отмечен выраженный лейкоцитоллиз крови человека на бруцеллы при наличии специфических антител. Процесс повреждения нейтрофилов неоднозначен в динамике и количественном отношении, что требует дальнейшего изучения этого показателя с увеличением статистической выборки, установления взаимосвязи с индивидуальными характеристиками крови доноров, а также расширения спектра штаммов бруцелл.

## ИЗУЧЕНИЕ МИКРОБИОМА ТРАХЕИ И КЛОАКИ ДИКИХ ПТИЦ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ МЕТАГЕНОМНОГО АНАЛИЗА

Е. С. Щербакова, Н. А. Осина, Я. М. Краснов, А. В. Казанцев, Т. А. Полунина,  
С. Д. Катышев, А. Д. Катышев, В. Н. Чекашов, А. Н. Матросов, Е. Н. Кондратьев,  
С. А. Щербакова

ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов, Россия

**Аннотация.** Представлены результаты исследования микробиомов трахеи и клоаки диких птиц Саратовской области. В ходе метагеномного анализа в пробах были выявлены такие типы микроорганизмов как: *Actinobacteria*, *Acidobacteria*, *Armatimonadetes*, *Firmicutes*, *Proteobacteria*, *Bacteroidota*, *Deinococcus-Thermus*, *Fusobacteria*, *Tenericutes*, *Actinomycetota*, *Bacteroidota*, *Bacillota*, *Proteobacteria*, *Pseudomonadota*, *Firmicutes*, *Tenericutes*, *Fusobacteria*, *Deinococcus*, *Mollicutes*, *Acidobacteriota*, *Spirochaetales*, *Cyanobacteria*, *Verrucomicrobiota*, *campylobacteriosis*, *Myxococcota*, *Mollicutes*, *Chlamydiota*, *Actinobacteria*, *Bacteroidota*, *Bacillota*, *Pseudomonadota*, *Mycoplasmata*, *Fusobacteriota*, *Deinococcus*, *Synergistota*, *Campylobacter*, *Deferribacteraceae*, *Spirochaetales*, *Thermosulfobacteriota*, а так же виды патогенных бактерий *Pasteurella multocida*, *Salmonella enterica*, *Campylobacter coli*, *Pseudomonas aeruginosa*.

## TUDY OF THE MICROBIOMES OF THE TRACHEA AND CLOACA OF WILD BIRDS OF THE SARATOV REGION USING METAGENOMIC ANALYSIS

E. S. Shcherbakova, N. A. Osina, Ya. M. Krasnov, A. V. Kazantsev, T. A. Polunina,  
S. D. Katyshev, A. D. Katyshev, V. N. Chekashov, A. N. Matrosov, E. N. Kondratiev,  
S. A. Shcherbakova

Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation

**Abstract.** The results of a study of the microbiomes of the trachea and cloaca of wild birds of the Saratov region are presented. During the metagenomic analysis, such type of microorganisms were identified in the

samples as: *Actinobacteria*, *Acidobacteria*, *Armatimonadetes*, *Firmicutes*, *Proteobacteria*, *Bacteroidot*, *Deinococcus-Thermus*, *Fusobacteria*, *Tenericutes*, *Actinomycetota*, *Bacteroidota*, *Bacillota*, *Proteobacteria*, *Pseudomonadota*, *Firmicutes*, *Tenericutes*, *Fusobacteria*, *Deinococcus*, *Mollicutes*, *Acidobacteriota*, *Spirochaetales*, *Cyanobacteria*, *Verrucomicrobiota*, *campylobacteriosis*, *Myxococcota*, *Mollicutes*, *Chlamydiota*, *Actinobacteria*, *Bacteroidota*, *Bacillota*, *Pseudomonadota*, *Mycoplasmatota*, *Fusobacteriota*, *Deinococcus*, *Synergistota*, *Campylobacter*, *Deferribacteraceae*, *Spirochaetales*, *Thermodisulfobacteriota*, as well as species of pathogenic bacteria *Pasteurella multocida*, *Salmonella enterica*, *Campylobacter coli*, *Pseudomonas aeruginosa*.

**Введение.** В широком распространении инфекционных заболеваний значительная роль отводится птицам, особенно перелетным, совершающим трансконтинентальные миграции. В последние годы с целью получения данных о видовом составе микрофлоры, структуре микробного сообщества в организме различных биологических видов используется метагеномный анализ, который также позволяет выявлять присутствие патогенных и условно-патогенных видов, в том числе недоступных для определения классическими микробиологическими методами. Через территорию Саратовской области пролегают пути миграции многих видов птиц, способных занести возбудителей инфекционных болезней, в связи с этим актуальность работы, направленной на изучение микробиома птиц не вызывает сомнения.

**Цель.** Идентификация различных видов микроорганизмов в пробах трахей и клоак диких птиц, собранных на территории Саратовской области с применением метагеномного анализа.

**Материалы и методы.** Исследование проводили с образцами смывов с трахеи и клоаки птиц, собранных в осенне-зимний период 2023 г. и весенне-летний период 2023 г. на территории Саратовской области.

В период осень-зима был получен материал смывов трахеи от 12 птиц: лысуха обыкновенная (*Fulica atra*), грач обыкновенный (*Corvus frugilegus*), серощекая поганка (*Podiceps grisegena*), чомга (*Podiceps cristatus*), чирок свистунок (*Anas crecca*), гусь белолобый (*Anser albifrons*), красноголовый нырок (*Aythya ferina*), свиязь (*Mareca penelope*), лунь болотный (*Circus aeruginosus*), голубь сизый (*Columba livia*), скворец обыкновенный (*Sturnus vulgaris*), цапля серая (*Ardea cinerea*). В весенне-летний период исследовали смывы с трахеи от двадцати двух птиц, относящихся к 12 видам: галка (*Coloeus monedula*), черная крачка (*Chlidonias niger*), лысуха обыкновенная (*F. atra*), чомга (*P. cristatus*), серая ворона (*Corvus cornix*), грач обыкновенный (*C. frugilegus*), кряква (*Anas platyrhynchos*), малая крачка (*Sterna albifrons*), малая чайка (*Hydrocoloeus minutus*), обыкновенный скворец (*S. vulgaris*), варакушка (*Luscinia svecica*), садовая камышовка (*Acrocephalus dumetorum*) и смывы с клоаки восьми птиц: галка (*C. monedula*), лысуха обыкновенная (*F. atra*), кряква (*A. platyrhynchos*), малая крачка (*S. albifrons*), малая чайка (*H. minutus*), чомга (*P. cristatus*), варакушка (*L. svecica*), садовая камышовка (*A. dumetorum*).

Выделение нуклеиновых кислот осуществляли с помощью набора реагентов: «MagenHiPureStoolDNAKit» (China) – для мазков из клоаки, для смывов трахеи – «Рибо-преп» (ФБУН ЦНИИ эпидемиологии). Амплификацию фрагментов 16S рРНК бактериальных клеток проводили с помощью четырех универсальных пар праймеров. Полученные ампликоны объединяли в одну библиотеку и проводили ее секвенирование на платформе MinION (RapdBarcodingKit 96).

**Результаты и обсуждение.** В пробах смывов с трахей птиц, собранных в осенне-зимний период, нами были выявлены представители девяти типов микроорганизмов: *Actinobacteria*, *Acidobacteria*, *Armatimonadetes*, *Firmicutes*, *Proteobacteria*, *Bacteroidota*, *Deinococcus-Thermus*, *Fusobacteria*, *Tenericutes*. В смывах с трахей птиц, отлов которых проводили в весенне-летний период, было обнаружено в два раза больше таксонов: *Actinomycetota*, *Bacteroidota*, *Bacillota*, *Proteobacteria*, *Pseudomonadota*, *Firmicutes*, *Tenericutes*, *Fusobacteria*, *Deinococcus*, *Mollicutes*, *Acidobacteriota*, *Spirochaetales*, *Cyanobacteria*, *Verrucomicrobiota*, *Campylobacteriosis*, *Myxococcota*, *Mollicutes*, *Chlamydiota*. Типичными

представителями смывов с трахеи птиц вне зависимости от времени года были представители типов *Firmicutes*, *Proteobacteria*, *Bacteroidota*, *Fusobacteria*, *Tenericutes*. С весенне-летний период спектр микроорганизмов значительно расширился и в него вошли бактерии, принадлежащие к типам *Actinomycetota*, *Bacillota*, *Pseudomonadota*, *Deinoccus*, *Mollicutes*, *Acidobacteriota*, *Spirochaetales*, *Cyanobacteria*, *Verrucomicrobiota*, *Campylobacteriosis*, *Мухосoccota*, *Mollicutes*, *Chlamydiota*. Наиболее распространенными были представители типа *Pseudomonadota*. У малой крачки (*Sterna albifrons*) было зарегистрировано наибольшее разнообразие бактерий в образцах трахеи, которое составило 13 различных типов. Среди птиц наземно-воздушной среды наиболее густозаселенной микроорганизмами трахея оказалась у вида варакушка (*Luscinia svecica*) (11 различных типов микроорганизмов).

При исследовании смывов клоаки выявлены бактерии типов *Actinobacteria*, *Bacteroidota*, *Bacillota*, *Pseudomonadota*, *Mycoplasmatota*, *Fusobacteriota*, *Deinoccus*, *Synergistota*, *Campylobacter*, *Deferribacteraceae*, *Spirochaetales*, *Thermosulfobacteriota*. Частично спектр микроорганизмов в смывах с трахеи и клоаки совпадает, а именно в наличии представителей *Bacteroidota*, *Fusobacteriota*, *Pseudomonadota*, *Bacillota*, *Deinoccus*.

Также в ходе работы были выявлены микроорганизмы, вызывающие заболевания не только у птиц, но и у человека. В пробах смывов с трахеи кряквы (*A. platyrhynchos*), собранных в весенне-летний период, был детектирован возбудитель пастереллеза (*Pasteurella multocida*). Возбудитель сальмонеллеза (*Salmonella enterica*) обнаружен в пробах от галки (*C. monedula*), черной крачки (*Ch. niger*), лысухи обыкновенной (*F. atra*), чомги (*P. cristatus*) и кряквы (*A. platyrhynchos*), *Campylobacter coli* – возбудитель кампилобактериоза, обнаружен у черной крачки (*Ch. niger*) и у крякв (*A. platyrhynchos*), а *Pseudomonas aeruginosa* выявлен у всех видов птиц.

Таким образом, микробиом трахеи и клоаки птиц в весенне-летний период представлен большим количеством микроорганизмов, чем у птиц весенне-зимнего периода, что, по всей видимости, связано с обилием и разнообразием потребляемой пищи. Наиболее широкий спектр бактерий отмечен для проб, полученных от малой крачки (*Sterna albifrons*). У некоторых видов птиц отмечено наличие патогенных для человека бактерий.



# МОНИТОРИНГ ХОЛЕРЫ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН: ИТОГИ СОВМЕСТНЫХ РОССИЙСКО-ТАДЖИКСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОЦЕНКА ВНУТРЕННИХ РИСКОВ ОСЛОЖНЕНИЯ СИТУАЦИИ ПО ХОЛЕРЕ

А. Ю. Попова<sup>1,7</sup>, А. А. Амирзода<sup>2</sup>, Л. В. Миронова<sup>3</sup>, З. Г. Гулмахмадзода<sup>4</sup>,  
Е. А. Чумачкова<sup>5</sup>, О. Д. Назарова<sup>4</sup>, А. М. Сеничкина<sup>5</sup>, А. В. Евтеев<sup>6</sup>, А. А. Тушинский<sup>6</sup>,  
А. Д. Катышев<sup>5</sup>, Н. Г. Каримов<sup>4</sup>, М. Г. Гиёсиддинзода<sup>4</sup>, Ф. Максумова<sup>4</sup>, С. А. Портенко<sup>5</sup>,  
Н. Е. Гаевская<sup>6</sup>, С. А. Щербакова<sup>5</sup>, В. В. Кутырев<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,  
Москва, Россия

<sup>2</sup>Министерство здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан,  
Душанбе, Республика Таджикистан

<sup>3</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
Иркутск, Россия

<sup>4</sup>ГУ «Республиканский центр по борьбе с карантинными заболеваниями» Министерства  
здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан,  
Душанбе, Республика Таджикистан

<sup>5</sup>ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов, Россия

<sup>6</sup>ФКУЗ Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора, Ростов-на-Дону, Россия

<sup>7</sup>Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Россия

**Аннотация.** В соответствии с Комплексным планом совместных санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий по предупреждению завоза и распространения холеры на территории Республики Таджикистан, утвержденным Роспотребнадзором и Министерством здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан в летний период 2024 г. организованы и проведены совместные российско-таджикские исследования по мониторингу холеры в приграничных с Афганистаном районах Хатлонской области Республики Таджикистан. По результатам мониторинга установлена активная циркуляция *V. cholerae* популяции O1/O139 в водоемах на указанной территории, в отдельных случаях обнаружены нетоксигенные *V. cholerae* O1. При исследовании клинического материала от больных острыми кишечными инфекциями этиологический агент установлен в 71,9 % случаев с доминированием ОКИ, обусловленных вирусами. Данные мониторинга с учетом особенностей водоснабжения и водоотведения приграничных с Афганистаном районах Хатлонской области Республики Таджикистан свидетельствуют о высоких рисках реализации водного пути распространения и фекально-орального механизма передачи инфекции на территории.

## MONITORING CHOLERA IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN: RESULTS OF JOINT RUSSIAN-TAJIK STUDIES AND ASSESSMENT OF INTERNAL RISKS OF COMPLICATION OF THE CHOLERA SITUATION

A. Yu. Popova<sup>1,7</sup>, A. A. Amirzoda<sup>2</sup>, L. V. Mironova<sup>3</sup>, Z. G. Gulmakhmadzoda<sup>4</sup>,  
E. A. Chumachkova<sup>5</sup>, O. D. Nazarova<sup>4</sup>, A. M. Senichkina<sup>5</sup>, A. V. Evteev<sup>6</sup>,  
A. A. Tushinsky<sup>6</sup>, A. D. Katyshev<sup>5</sup>, N. G. Karimov<sup>4</sup>, M. G. Giyosiddinzoda<sup>4</sup>,  
F. Maksumova<sup>4</sup>, S. A. Portenko<sup>5</sup>, N. E. Gaevskaya<sup>6</sup>, S. A. Shcherbakova<sup>5</sup>,  
V. V. Kutyrev<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing,  
Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Ministry of Health and Social Protection of Population of the Republic of Tajikistan,  
Dushanbe, Republic of Tajikistan

<sup>3</sup> Irkutsk Research Anti-Plague Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation

<sup>4</sup>Republican Center for Combating Quarantine Diseases of the Ministry of Health and Social Protection of the Population of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

<sup>5</sup>Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation

<sup>6</sup>Rostov-on-Don Anti-Plague Institute, Rostov-on-Don, Russian Federation

<sup>7</sup>Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation

**Abstract.** In accordance with the Comprehensive Plan of Joint Sanitary and Anti-Epidemic (Preventive) Measures to Prevent the Importation and Spread of Cholera in the Republic of Tajikistan, joint Russian-Tajik studies were conducted in the summer of 2024 to monitor cholera in the districts of the Khatlon region of the Republic of Tajikistan bordering Afghanistan. Based on the monitoring results, active circulation of *V. cholerae* non O1/O139 was established in water bodies in the specified territory; in some cases, non-toxicogenic *V. cholerae* O1 were detected. When examining clinical material from patients with acute intestinal infections, the etiologic agent was identified in 71.9 % of cases with a predominance of acute intestinal infections caused by viruses. The monitoring data, taking into account the peculiarities of water supply and sanitation in the districts of the Khatlon region of the Republic of Tajikistan bordering Afghanistan, indicate high risks of the of the water route of spread and fecal-oral mechanism realization of infection transmission in the territory.

Современные вызовы и угрозы биологической безопасности носят глобальный характер и требуют разработки и реализации масштабных консолидированных мер по санитарной охране государств как на территориальном, так и на экстерриториальном уровнях. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека при поддержке Правительства Российской Федерации наращивает усилия по взаимодействию со странами-партнерами по оперативному реагированию и снижению рисков завоза и распространения опасных инфекционных болезней. Важный аспект международного сотрудничества в этом направлении – противодействие распространению инфекций с пандемическим потенциалом, в том числе холеры, ситуация по которой в мире остается напряженной за счет постоянных эпидемических осложнений на эндемичных территориях и регулярно регистрируемых межгосударственных и трансконтинентальных завозов в благополучные по этой инфекции регионы.

В Республике Таджикистан, с которой у Российской Федерации налажено и активно развивается политическое, торгово-экономическое, туристическое сотрудничество, а также взаимодействие в миграционной сфере, существуют высокие потенциальные риски трансграничного распространения холеры с неблагополучной по данной инфекции территории сопредельного государства – Афганистана. По официальным данным ВОЗ, в 2023 г. в Афганистане зарегистрировано 222 249 больных холерой [WER, 2024, № 36], за семь месяцев 2024 г. выявлен 125 471 случай водянистой диареи, которые расцениваются как подозрительные на холеру (<https://reliefweb.int/report/afghanistan/afghanistan-infectious-disease-outbreaks-epidemiological-week-35-25-31-aug-2024-situation-report-35>). Не исключена также вероятность завоза холеры в Республику Таджикистан с других эндемичных территорий авиационным транспортом через международный аэропорт в г. Душанбе, осуществляющий регулярные международные перевозки.

В связи с обращением ГУ «Республиканский центр по борьбе с карантинными заболеваниями» Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека Российской Федерации и Министерством здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан был разработан и утвержден Комплексный план совместных санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий по предупреждению завоза и распространения холеры на территории Республики Таджикистан в 2024 году (далее – План).

В ходе реализации Плана организована работа и проводились совместные мониторинговые исследования на территории Республики Таджикистан в летний период 2024 г., направленные на своевременную детекцию возбудителя холеры в клиническом материале и объектах окружающей среды и, соответственно, обеспечивающих оперативное выявление случаев завоза инфекции и предотвращение ее распространения на территории.

**Цель работы.** Анализ данных мониторинга холеры и оценка внутренних рисков распространения инфекции в Республике Таджикистан.

**Материалы и методы.** Мониторинг холеры в Республике Таджикистан предусматривал исследование проб из объектов окружающей среды (далее – ООС) и клинического материала. Всего в ходе мониторинга в лаборатории доставлено 214 проб из ООС и 32 пробы клинического материала от больных ОКИ.

Для проведения бактериологических и молекулярно-генетических исследований применялись питательные среды и тест-системы российского производства, доставленные специалистами группы мониторинга из Российской Федерации (основной пептон, щелочной агар – ГНЦ ПМБ Роспотребнадзора, наборы реагентов «АмплиСенс *Vibrio cholerae*-FL», набор реагентов «АмплиСенс ОКИ-скрин-FL – ЦНИИЭ Роспотребнадзора, ГенХол – ФКУН РосНИПЧИ «Микроб» и др.). Использовалось оборудование для бактериологических и молекулярно-генетических исследований, находящееся на оснащении Республиканского центра по борьбе с карантинными болезнями (передислоцированное в ЦГСЭН) и ЦГСЭН Хатлонской области. Полногеномное секвенирование проводилось с использованием реагентов и оборудования, доставленных специалистами Российской Федерации.

Пробы из ООС исследовались в соответствии с разработанным алгоритмом, предусматривающим применение ПЦР на этапе бактериологического анализа с дальнейшим бактериологическим исследованием ПЦР-положительных проб и идентификацией выделенных культур по сокращенной схеме.

Клинический материал от больных с диагнозом ОКИ исследовался на холеру с применением бактериологического и молекулярно-генетического (ПЦР) анализа. Кроме того, проводилась детекция широкого спектра возбудителей ОКИ в ПЦР, а также возбудителей бактериальных ОКИ (*Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, патогенных *E. coli*) бактериологическим методом.

С целью углубленного изучения молекулярно-генетических свойств изолированных из ООС штаммов холерного вибриона проведено их полногеномное секвенирование на платформе MinION (Oxford Nanopore Technologies). Секвенированы геномы 11 штаммов *V. cholerae*.

В период проведения мониторинговых исследований организовано и проведено обучение специалистов Республиканского центра по борьбе с карантинными болезнями и учреждений ЦГСЭН Республики Таджикистан (врачи-бактериологи, вирусологи, лаборанты, санитарки) на рабочих местах в лабораторных подразделениях (мобильной, бактериологической, вирусологической лабораторий) по отработке практических навыков проведения исследований на холеру. Подготовлено 24 специалиста учреждений госсанэпиднадзора Хатлонской области (в том числе 11 сотрудников Областного ЦГСЭН (г. Бохтар), 6 сотрудников Регионального ЦГСЭН (г. Куляб), 2 – ЦГСЭН г. Бохтар, 3 – районных ЦГСЭН, 2 – ЦГСЭН г. Душанбе) и 11 специалистов Республиканского центра по борьбе с карантинными болезнями Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан (в том числе 4 эпидемиолога, 5 врачей-лаборантов, 1 лаборант и 1 инженер).

**Результаты.** На основании предварительного анализа потенциальных рисков завоза и распространения холеры с рекогносцировочной оценкой готовности лабораторной базы к выполнению диагностических исследований в качестве административной территории Республики Таджикистан для проведения мониторинговых исследований определены приграничные с Афганистаном девять районов Хатлонской области. Граница с Афганистаном в указанном регионе проходит по р. Пяндж за исключением участка в районе Хамадони, где территория Таджикистана расположена на левом берегу реки. Следует отметить, что водоснабжение населения в ряде приграничных районов области (Хамадони, Фархорский, Пянджский, частично Джайхунский) организовано либо непосредственно из трансграничного водоема, либо из сети отходящих от него каналов. В остальных районах – Дусти, Кубадиянский, Шахритузский, Носири-Хусравский, Джайхунский (частично) водоснабжение обеспечивается из рек Вахш, Кафирниган и разветвленной сети каналов этих рек. Вода в населенных пунктах этих районов без предварительной очистки используется населением для питьевых, хозяйственно-бытовых нужд, специальная водоподготовка проводится только в областном центре г. Бохтар и частично – в Кубадиянском районе. Необходимо отметить, что температурный максимум в отдельных приграничных районах Хатлонской области в летний период достигает 40 °С и выше, что способствует значительному прогреванию используемых в качестве источников водоснабжения водоемов.

Учитывая большую протяженность запланированной к обследованию территории Хатлонской области, сложности автотранспортной логистики по доставке проб, для проведения мониторинговых исследований было сформировано два лабораторных подразделения – в г. Бохтар (прикрепленные районы – Джайхунский, Дусти, Кубадиянский, Носири-Хусравский, Пянджский, Шахритузский) и в г. Куляб (прикрепленные районы – Фархорский, Хамадони, Шамсиддин Шохин). Лабораторные подразделения функционировали на базе стационарных бактериологической и вирусологической лабораторий областного и регионального центров госсанэпиднадзора, а так-

же мобильных санитарно-эпидемиологических лабораторий на автошасси КАМАЗ. Мониторинг осуществлялся совместными группами специалистов от Российской Федерации (ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора, ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора, ФКУЗ Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора) и Республики Таджикистан (Республиканский центр по борьбе с карантинными болезнями и ЦГСЭН Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан). В рамках мониторинга специалистами от Российской Федерации проводилась практическая подготовка эпидемиологов и микробиологов Республики Таджикистан по вопросам мониторинга холеры.

На первом этапе совместными группами специалистов-эпидемиологов проведена рекогносцировочная оценка и определение эпидзначимых мониторинговых точек отбора проб из поверхностных водоемов Хатлонской области. В качестве приоритетных при выборе точек отбора проб определялись места водопользования населения, акцент был сделан на водоемы, расположенные на приграничной с Афганистаном территории, прежде всего это акватория р. Пяндж и отходящие от реки вглубь Таджикистана каналы. Всего определено 69 мониторинговых точек (в том числе 36 точек, расположенных на р. Пяндж), для которых была подготовлена санитарно-топографическая и картографическая характеристика.

*Лабораторное исследование проб из объектов окружающей среды.* В результате тестирования сред накопления в ПЦР генетические детерминанты холерного вибриона были обнаружены в 64,5 % исследованных проб. В 11 из них выявлен ген, детерминирующий биосинтез О1 антигена (*wbe*), и видоспецифические гены (*hlyA* и/или *lolB*) при отсутствии генов факторов патогенности – *ctxA*, *tcpA*, что позволяет судить о присутствии в пробах ДНК эпидемически неопасного варианта *V. cholerae* О1 серогруппы. В шести случаях из указанных проб изолированы культуры *V. cholerae* О1 (эпидемически неопасные, генотип *ctxA-tcpA*). Генетические маркеры *V. cholerae* non О1/О139 (*hlyA* и/или *lolB*) идентифицированы в 132 пробах, при дальнейшем бактериологическом исследовании этих проб выделено 67 штаммов холерного вибриона не О1/О139.

Следует отметить, что из пяти ПЦР-положительных на наличие видо- и серогруппоспецифических генетических детерминант *V. cholerae* проб одновременно выделены культуры холерного вибриона О1 серогруппы и не О1/О139 (НАГ-вибрионы). При этом в отдельных случаях доминирующими в популяции оказались НАГ-вибрионы и, соответственно, холерный вибрион О1 серогруппы представлялось возможным изолировать только после серии дополнительных пассажей и высевов на плотные питательные среды с первой, второй и третьей сред накопления с последующей слайд-агглютинацией подозрительных колоний и их молекулярно-генетической идентификацией. Результативность указанного подхода, предусматривающего целевой поиск холерного вибриона в посевах на плотные питательные среды со сред накопления ПЦР-положительных проб, подтверждает эффективность применения в рамках мониторинга вибриофлоры ООС предложенной тактики исследований.

Анализ закономерностей обнаружения холерного вибриона в пробах из ООС показал его широкое распространение в водных объектах Хатлонской области. Так, ДНК вибрионов не О1/О139 была обнаружена в пробах, отобранных в водоисточниках восьми из девяти обследованных районов области. При этом из 69 мониторинговых точек только в 13 (18,8 %) точках генетические детерминанты холерного вибриона не были обнаружены, тогда как однократное обнаружение ДНК *V. cholerae* имело место в 14 точках (20,3 %), двухкратное – в 18 (26,1 %), трехкратное – в 24 (34,8 %). Наибольший удельный вес ПЦР-положительных проб зарегистрирован в районе Дусти (100 % исследованных проб), Джайхунском (82,5 %), Кубадиянском (77,8 %), Носири-Хусравском и Пянджском районах – по 60 %. При этом культуры *V. cholerae* non О1/О139 выделены в 50,8 % указанных проб с вариабельностью от 15,2 до 84,2 % по отдельным районам. Генетические детерминанты холерного вибриона О1 серогруппы с бактериологическим подтверждением выявлены в четырех из вышеуказанных районов из рек и каналов, вода которых используется для питьевых и хозяйственно-бытовых целей и в отдельных случаях (озеро вблизи реки Пяндж на границе с Афганистаном) – для рекреационных целей. Важно отметить, что ДНК НАГ-вибрионов обнаружена не только в пробах воды из источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения или используемых для рекреационных целей водных объектов, но и в сточных водах инфекционного стационара (ЦРБ Джайхунского района).

*Исследование проб клинического материала* от больных с диагнозом ОКИ. При исследовании клинического материала от больных ОКИ этиологический агент инфекции установлен в

71,9 % случаев (23 пробы). Наибольший удельный вес среди установленных возбудителей ОКИ пришелся на вирусы – 60,9 % от числа положительных проб, доля возбудителей ОКИ бактериальной этиологии составила 34,8 %, в 4,3 % установлена вирусно-бактериальная этиология инфекции. Среди патогенов вирусной природы идентифицированы генетические детерминанты *Rotavirus grA*, *Norovirus GII*, *Astrovirus F*, в 42,9 % положительных на РНК вирусов проб выявлен микст – *Rotavirus grA* и *Norovirus GII*. В группе этиологических агентов бактериальных ОКИ идентифицированы *Shigella spp.*, энтеротоксигенные *E. coli* и *Campylobacter spp.* В одной пробе от ребенка (2023 г. р.) с диагнозом ОКИ, госпитализированного в ЦРБ Фархорского района, обнаружена ДНК *V. cholerae* non O1/O139 (результат подтвержден с применением двух различных ПЦР-тест систем).

По данным секвенирования геномов исследованных штаммов *V. cholerae* подтверждена их видовая и серогрупповая принадлежность, установлено отсутствие в геномах СТХ профага и острова патогенности VPI-I, определяющих эпидемический и патогенный потенциал микроорганизма. При филогенетическом анализе с включением в выборку 1257 геномов штаммов холерного вибриона, изолированных на разных территориях в мире и отражающих генетическое разнообразие патогена, установлено, что выделенные из водоемов Республики Таджикистан штаммы входят в состав глобальной филогенетической линии L4, что соответствует установленным ранее закономерностям кластеризации эпидемически неопасных вариантов *V. cholerae*.

**Заключение.** По результатам мониторинговых исследований и оценки рисков распространения холеры в приграничных с Афганистаном районах Хатлонской области Республики Таджикистан установлена активная циркуляция холерного вибриона не O1/O139 серогрупп в ООС, в отдельных случаях обнаружены нетоксигенные *V. cholerae* O1, способные вызвать ОКИ. Эти данные свидетельствуют о наличии в водных объектах региона благоприятных условий для сохранения и накопления холерного вибриона, что определяет потенциальные риски накопления там возбудителя холеры в случае его заноса на территорию Республики. Наряду с этим обнаружение генетических маркеров *V. cholerae* non O1/O139 в клиническом материале от больного ОКИ и в сточных водах инфекционных стационаров служит подтверждением этиологической роли *V. cholerae* non O1/O139 в возникновении ОКИ в регионе, что с учетом особенностей водоснабжения и водоотведения свидетельствует о высоких внутренних рисках реализации водного пути распространения и фекально-орального механизма передачи инфекции в приграничных с Афганистаном районах Хатлонской области Республики Таджикистан.

С целью снижения рисков завоза и распространения холеры в Республике Таджикистан разработан проект «Комплексного плана мероприятий по профилактике холеры в Республике Таджикистан» (включающий проведение организационных мероприятий, подготовку кадров, мониторинг объектов окружающей среды и лабораторную диагностику холеры, а также профилактические мероприятия), реализация которого позволит обеспечить готовность служб и ведомств на случай завоза инфекции и предотвратить эпидемические осложнения по холере в Республике Таджикистан.

# СОДЕРЖАНИЕ

<i>Балахонов С. В., Вишняков В. А., Миронова Л. В., Трухина А. Г., Дубровина В. И., Шаракшанов М. Б., Корзун В. М.</i>			
<b>Иркутскому ордену Трудового Красного Знамени научно-исследовательскому противочумному институту Сибири и Дальнего Востока – 90 лет</b>	8		
<i>Адельшин Р. В., Бабаш В. А., Бондарюк А. Н., Лопатовская К. В., Шматова Л. В., Мошкин А. Б., Быкова И. Н., Степина В. С., Ботвинкин А. Д., Андаев Е. И.</i>		<i>Adelshin R. V., Babash V. A., Bondariuk A. N., Lopatovskaya K. V., Shmatova L. V., Moshkin A. B., Bykova I. N., Stepina V. S., Botvinkin A. D., Andaev E. I.</i>	
<b>Филогенетический анализ изолятов вируса бешенства из Средней Сибири и Забайкалья</b>	20	<b>Phylogenetic Analysis of Rabies Virus Isolates From Central Siberia and Transbaikalia</b>	
<i>Балахонов С. В., Вержущий Д. Б., Корзун В. М., Куликалова Е. С., Шаракшанов М. Б., Глушков Э. А., Мошкин А. Б., Рождественский Е. Н., Амгаланбаяр Б., Цэрэнноров Д., Отгонбаяр Д.</i>		<i>Balakhonov S. V., Verzhuckii D. B., Korzun V. M., Kulikalova E. S., Sharakshanov M. B., Glushkov E. A., Moshkin A. B., Rozhdestvenskii E. N., Amgalanbayar B., Tserennorov D., Otgonbayar D.</i>	
<b>Центрально-Азиатская зона природной очаговости чумы: современный эпидемический потенциал, риски и возможные направления распространения инфекции</b>	22	<b>Central Asian Plague Natural Focal Zone: Current Epidemic Potential, Risks and Possible Directions of Spread of Infection</b>	
<i>Балахонов С. В., Дугаржапова З. Ф., Таликина Т. О., Толмачёва М. И., Кравец Е. В., Ивачева М. А., Дуденков В. В., Стоян С. А., Чемезова Н. Н., Ефременко З. А.</i>		<i>Balakhonov S. V., Dugarzhapova Z. F., Talikina T. O., Tolmacheva M. I., Kravets E. V., Ivacheva M. A., Dudenkov V. V., Stoyan S. A., Chemezova N. N., Efremenko Z. A.</i>	
<b>Завозной случай лабораторно подтвержденного мелиоидоза в России</b>	25	<b>Imported Case of Laboratory Confirmed Melioidosis in Russia</b>	
<i>Балахонов С. В., Корзун В. М., Куликалова Е. С., Рождественский Е. Н., Мищенко А. И., Денисов А. В., Кичинекова Е. Н., Сарикова С. Л.</i>		<i>Balakhonov S. V., Korzun V. M., Kulikalova E. S., Rozhdestvenskii E. N., Mishchenko A. I., Denisov A. V., Kichinekova E. N., Sarikova S. L.</i>	
<b>Чума на Алтае в XXI веке: обеспечение эпидемиологического благополучия в условиях обострения эпизоотолого-эпидемиологической обстановки</b>	28	<b>Plague in Altai Region in the XXI Century: Ensuring Epidemiological Well-Being in Conditions of Exacerbation of the Epizootological and Epidemiological Situation</b>	
<i>Балахонов С. В., Отгонбаяр Д., Куликалова Е. С., Цогбадрах Н., Корзун В. М., Вержущий Д. Б., Цэрэнноров Д., Амгаланбаяр Б., Рождественский Е. Н., Глушков Э. А., Мошкин А. Б.</i>		<i>Balakhonov S. V., Otgonbayar D., Kulikalova E. S., Cogbadrah N., Korzun V. M., Verzhuckii D. B., Tserennorov D., Amgalanbayar B., Rozhdestvenskii E. N., Glushkov E. A., Moshkin A. B.</i>	
<b>Сотрудничество между Россией и Монголией в области борьбы с чумой в 2017–2023 гг.</b>	31	<b>Collaboration Between Russia and Mongolia in the Fight Against Plague in 2017–2023</b>	
<i>Басов Е. А., Fortunatova А. В., Миронова Л. В.</i>		<i>Basov E. A., Fortunatova A. V., Mironova L. V.</i>	
<b>Ретроспективный макроrestrictionный анализ штаммов <i>Vibrio cholerae</i> Эль Тор, выделенных в период эпидемиологического благополучия на территории Забайкальского края</b>	34	<b>Retrospective Macrorestriction Analysis of <i>Vibrio Cholerae</i> El Tor Strains Isolated During the Period of Epidemiological Well-Being in the Territory of the Trans-Baikal Territory</b>	
<i>Батцэцэг Ж., Ураншагай Н., Амгаланбаяр Б.</i>		<i>Battsetseg Z., Uranshagay N., Amgalanbayar B.</i>	
<b>Некоторые результаты изучения эктопаразитов в природных очагах чумы аймака УВС</b>	36	<b>Some Results of Studying Ectoparasites in the Natural Plague Foci of UVS Aimag</b>	
<i>Баярдалай В.</i>		<i>Bayardalai V.</i>	
<b>Оценка готовности центров здравоохранения Хубсугульского аймака для оказания первой помощи при выявлении зоонозной инфекции</b>	38	<b>Assessment of the Readiness Of Healthcare Centers of Khobsugul Aimak to Provide First Aid in Detection of Zoonotic Infection</b>	

- Белькова С. А., Иванова Т. А., Вишняков В. А.  
**Определение факторов, оказывающих негативное  
 воздействие на экспериментатора, работающего с  
 ПБА I-II групп, и снижение риска возникновения  
 аварийных ситуаций** 40  
*Bel'kova, S. A., Ivanova T. A., Vishnyakov V. A.*  
**Identification of Factors That Have a Negative  
 Effect On The Experimenter Working with  
 Pathogenic Biological Agents of I-II Hazard Groups  
 and Reduction of the Risk of Emergency Situations**
- Бондарева О. С., Леденева М. Л., Устинов Д. В.,  
 Захарова И. Б.  
**Молекулярное типирование штамма *Burkholderia  
 mallei*, выделенного в 2023 году** 43  
*Bondareva O. S., Ledenyova M. L., Ustinov D. V.,  
 Zakharova I. B.*  
**Molecular Typing of the *Burkholderia Mallei* Strain  
 Isolated in 2023**
- Борзенко М. А., Куликалова Е. С., Зарва И. Д.,  
 Мазепа А. В., Сынгеева А. К., Наумова К. В.  
**Ранжирование территорий Алтайского региона по  
 степени активности природных очагов туляремии** 45  
*Borzenko M. A., Kulikalova E. S., Zarva I. D.,  
 Mazepa A. V., Syngeeva A. K., Naumova K. V.*  
**Ranking of Territories of the Altai Region by  
 Degree of Activity of Tularemia Natural Foci**
- Борзов В. П., Иванова П. В., Гордейко Н. С.  
**Результаты микробиологического мониторинга  
 холеры в объектах окружающей среды  
 в Приморском крае в эпидсезон 2023 года** 47  
*Borzov V. P., Ivanova P. V., Gordeiko N. S.*  
**Results of Microbiological Monitoring of Cholera in  
 Environmental Objects in Primorsky Krai in the  
 2023 Season**
- Борисенко А. Ю., Джиоев Ю. П., Эрдынеев С. В.,  
 Арефьева Н. А., Букин Ю. С., Антипин Д. А.,  
 Кахиани К. Б., Макарова А. Э., Злобин В. И.  
**In silico анализ разнообразия структур CRISPR-cas  
 систем в геномах *Salmonella enterica* и  
 детектируемых ими фагов** 49  
*Borisenko A. Yu., Dzhioev Yu. P., Erdyneev S. V.,  
 Arefieva N. A., Bukin Yu. S., Antipin D. A.,  
 Kakhiani K. B., Makarova A. E., Zlobin V. I.*  
**In Silico Analysis of Structural Diversity of Crispr-  
 Cas Systems in *Salmonella Enterica* Genomes and  
 Detected Phages**
- Бренёва Н. В., Будаева С. Е., Юсуф Е. В., Остапенко Н. А.,  
 Беляева Л. И., Файзуллина Н. М., Козлова И. И.,  
 Нечаева Е. Э., Кудрявцева И. В., Соловьева М. Г.,  
 Пережогин А. Н., Балахонов С. В.  
**Использование ИФА при обследовании населения  
 на лептоспироз** 51  
*Breneva N. V., Budaeva S. E., Iusuf E. V.,  
 Ostapenko N. A., Belyaeva L. I., Faizullina N. M.,  
 Kozlova I. I., Nechaeva E. E., Kudryavtseva I. V.,  
 Solovieva M. G., Perezhogin A. N., Balakhonov S. V.*  
**The Use of Elisa in Population Surveys for  
 Leptospirosis**
- Брюхова Д. Д., Дубровина В. И., Киселева Н. О.,  
 Вишняков В. А., Пятидесятникова А. Б.,  
 Балахонов С. В.  
**Влияние иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 на  
 клеточный состав крови** 53  
*Bryukhova D. D., Dubrovina V. I., Kiseleva N. O.,  
 Vishnyakov V. A., Pyatidesyatnikova A. B.,  
 Balakhonov S. V.*  
**Influence of Immunity to the SARS-CoV-2 Virus on  
 the Cellular Composition of Blood**
- Будаева С. Е., Бренёва Н. В., Мельцов И. В.,  
 Карнаухов Д. А., Киселева Е. Ю.  
**Случай лептоспироза у кота в Иркутской области** 55  
*Budaeva S. E., Breneva N. V., Meltsov I. V.,  
 Karnaukhov D. A., Kiseleva E. Yu.*  
**The Cat Leptospirosis Case in the Irkutsk Region**
- Буй Тхи Лан Ань, Фам Вьет Хунг, Хоанг Данг Хиеу,  
 Ле Тхи Лан Ань  
**Разработка диагностического набора  
 для мультиплексной ПЦР в реальном времени  
 для обнаружения нетуберкулезных микобактерий  
 и его апробация на клиническом материале  
 из северного региона Вьетнама (2020–2022 гг. )** 57  
*Bui Thi Lan Anh, Pham Viet Hung, Hoang Dang Hieu,  
 Le Thi Lan Anh*  
**Development of a Diagnostic Kit for Real-Time  
 Multiplex PCR for Detection of Nontuberculous  
 Mycobacteria and Its Testing on Clinical Material  
 From the Northern Region of Vietnam  
 (2020–2022)**
- Бурмаа Х., Дармаа М., Цогбадрах Н., Адъяасүрэн З.,  
 Цэрэнноров Д., Агиймаа Ш., Даваа Г.  
**Эпизоотолого-эпидемиологическое районирование  
 административных территорий Монголии  
 по сибирской язве (1977–2024 гг. )** 58  
*Burmaa Kh., Darmaa M., Tsogbadrakh N.,  
 Adiyasuren Z., Tserennorov D., Agiimaa Sh., Davaa G.*  
**Epizootic and Epidemiological Zoning of Anthrax in  
 the Administrative Territories of Mongolia (1977–  
 2024)**
- Васильев В. В., Дугаржапова З. Ф., Суковатицын А. Ю.,  
 Егоров И. В., Пичугина О. Л., Табакаев В. В.  
**База данных по сибирской язве в Томской области** 61  
*Vasilev V. V., Dugarzhapova Z. F., Sukovatitsyn A.  
 Yu., Egorov I. V., Pichugina O. L., Tabakaev V. V.*  
**Database on Anthrax in the Tomsk Region**
- Вержущкий Д. Б., Медведев С. Г., Котти Б. К.  
**Основные переносчики чумы Евразии** 64  
*Verzhutskii D. B., Medvedev S. G., Kotti B. K.*  
**The Main Plague Vectors of the Eurasia**

- Вержущая Ю. А., Никитин А. Я., Пар В. А.,  
Иголкина Я. П., Зверева Т. В., Гордейко Н. С.  
**О систематическом положении *Haemaphysalis japonica* Warburton, 1908, морфологической  
вариабельности и новых находках в границах и за  
пределами видового ареала**
- Вершинин Е. А., Мошкин А. Б., Махинова И. М.,  
Ревенская Н. Г., Гэрэлма Д., Эрдэнэчимиг Ч.  
**Современное состояние западных участков  
монгольской части трансграничного  
Забайкальского очага чумы**
- Витязева С. А., Пещерова Р. И., Кузнецов В. И.,  
Коновалова Ж. А.  
**Верификация точности приготовления суспензии  
чумного микроба**
- Герасименко А. А., Горох А. М., Писанов Р. В.,  
Водопьянов А. С.  
**Сводный анализ штаммов вируса бешенства,  
выделенных в России в 2003–2024 гг.**
- Глушков Э. А., Акимова И. С.  
**Анализ распределения эпизоотических проявлений  
чумы на территории Тувинского горного  
природного очага чумы  
по итогам 2020–2024 годов**
- Григорьевых А. В., Балахонов С. В., Витязева С. А.,  
Ярыгина М. Б.  
**Филогенетический анализ штаммов  
*Yersinia pestis* центральноазиатского подвида,  
выделенных в Сибири и Монголии в XX–XXI вв.**
- Гэрэлмаа Ц., Эрдэнэчимэг Ч., Юнжиндулам Б.,  
Отгонбаяр Д., Отгонтцэцэг Ц.  
**Эпидемиологический надзор за природными  
очагами чумы в приграничных районах Восточной  
Монголии 2017–2023 гг.**
- Джиоев Ю. П., Арефьева Н. А., Эрдынеев С. В.,  
Борисенко А. Ю., Букин Ю. С., Мирошниченко Л. А.,  
Карноухова О. Г., Антипин Д. А., Кахиани К. Б.,  
Семинский И. Ж., Злобин В. И.  
**Перспективы таргетной фаготерапии зоонозных  
инфекций, вызываемых *Salmonella enterica***
- Дихтярева И. А., Кузнецов В. И., Коновалова Ж. А.  
**Обеспечение идентификации и прослеживаемости  
бактериологических питательных сред  
лабораторного приготовления**
- Дубровина В. И., Корытов К. М., Киселева Н. О.,  
Пятидесятникова А. Б., Брюхова Д. Д.,  
Балахонов С. В.  
**Иммунологический мониторинг в системе  
эпидемиологического надзора за бруцеллезом  
в Сибири**
- Дугаржапова З. Ф., Кравец Е. В., Балахонов С. В.  
**Эпидемиологический надзор за сибирской язвой в  
Сибири и на Дальнем Востоке**
- Verzhutskaya Yu. A., Nikitin A. Ya., Par V. A.,  
Igolkina Ya. P., Zvereva T. V., Gordeiko N. S.  
**On the Systematics of *Haemaphysalis japonica*  
Warburton, 1908, Morphological Variability And  
New Findings Within and Outside the Areal**
- Vershinin E. A., Moshkin A. B., Makhinova I. M.,  
Revenskaya N. G., Gerelma D., Erdenechimid Ch.  
**Current State of the Western Areas of the  
Mongolian Part of the Transbaikal Plague Focus**
- Vityazeva S. A., Pescherova R. I., Kuznetsov V. I.,  
Konovalova Zh. A.  
**Verification of the Plague Microbe Suspension a  
Ccuracy Preparation**
- Gerasimenko A. A., Gorokh A. M., Pisanov R. V.,  
Vodopyanov A. S.  
**Summary Analysis of Rabies Virus Strains Isolated  
in Russia in 2003–2024**
- Glushkov E. A., Akimova I. S.  
**Analysis of the Distribution of Epizootic  
Manifestations of Plague in the Territory of the  
Tuvna Mountain Natural Plague Foci Based on the  
Results of 2020–2024**
- Grigorievykh A. V., Balakhonov S. V., Vityazeva S. A.,  
Yarygina M. B.  
**Phylogenetic Analysis of *Yersinia Pestis* Strains of  
the Central Asian Subspecies Isolated in Siberia  
And Mongolia in the XX–XXI Centuries**
- Gerelmaa Ts., Erdenechimeg Ch., Yunjindulam B.,  
Otgonbayar D., Otgontsetseg Ts.  
**Surveillance Study of Natural Outbreaks of  
Marsupial Plague in the Border Areas of the  
Eastern Region of Mongolia (2017–2023)**
- Dzhioev Yu. P., Arefieva N. A., Erdyneev S. V.,  
Borisenko A. Yu., Bukin Yu. S., Miroshnichenko L. A.,  
Karnoukhova O. G., Antipin D. A., Kakhiani K. B.,  
Seminsky I. Zh., Zlobin V. I.  
**Global Challenges of Zoonotic Infections Caused  
By *Salmonella Enterica* and the Prospects of Their  
Targeted Phage Therapy**
- Dihtyareva I. A., Kuznetsov V. I., Konovalova Zh. A.  
**Ensuring Identification and Traceability of  
Laboratory-Made Nutrient Media**
- Dubrovina V. I., Korytov K. M., Kiseleva N. O.,  
Pyatidesyatnikova A. B., Bryukhova D. D.,  
Balakhonov S. V.  
**Immunological Monitoring in the System of  
Epidemiological Surveillance of Brucellosis In  
Siberia**
- Dugarzhapova Z. F., Kravets E. V., Balakhanov S. V.  
**Epidemiological Surveillance of Anthrax in Siberia  
and The Far East**



- Дугаржапова З. Ф., Семенова В. М., Лященко С. М., Борзенко М. А., Кулибаба А. П., Толмачёва М. И., Балахонов С. В.*  
**Эпидемиологическая ситуация по COVID-19 в 10 субъектах Сибирского и Дальневосточного федеральных округов в постпандемический период** 92  
*Загоскина Т. Ю., Андреевская Н. М., Марков Е. Ю., Климов В. Т., Николаев В. Б., Вершинская И. Б., Юденич С. В., Коновалова Ж. А., Попова Ю. О., Дорощенко А. А., Колесникова О. Б., Гаврилова О. В., Долгова Т. М., Старикова О. А.*  
**Получение и характеристика адсорбированных лиофилизированных кроличьих псевдотуберкулёзных сывороток, используемых в качестве иммунного реагента в дот-иммуноанализе** 95  
*Загоскина Т. Ю., Марков Е. Ю., Климов В. Т., Андреевская Н. М., Кулибаба А. П., Николаев В. Б., Колесникова О. Б., Долгова Т. М., Гаврилова О. В., Старикова О. А., Попова Ю. О., Дорощенко А. А., Макарова Е. Ю., Вершинская И. Б.*  
**Адаптация дот-иммуноанализа для исследования клинического материала на псевдотуберкулез** 97  
*Замарина А. Ю., Бартенева М. В., Жукова Ю. А., Хабарова И. А., Плеханова Н. Г., Захарова И. Б.*  
**Оценка вирулентности штаммов *Burkholderia thailandensis* и диссеминация возбудителя при экспериментальной инфекции** 99  
*Зарва И. Д., Ботвинкин А. Д., Мельников А. В., Холмовский А. С., Кириченко К. Д.*  
**Создание пространственно-временной математической модели для прогнозирования распространения бешенства на юге Дальнего Востока** 101  
*Зубова А. А., Иванова А. В., Сафронов В. А.*  
**Предложения по совершенствованию системы санитарной охраны территории Российской Федерации в современных условиях** 103  
*Ивайловская Ю. И., Зарва И. Д.*  
**Эпидемиологический анализ обращаемости по поводу присасывания клещей и заболеваемости клещевым вирусным энцефалитом и иксодовым клещевым боррелиозом населения Иркутской области** 105  
*Иванова А. В.*  
**Нерешённые вопросы современной организации эпидемиологического надзора за геморрагической лихорадкой с почечным синдромом** 108  
*Ильичева Т. Н., Марченко В. Ю.*  
**Зоонозный грипп и риск пандемии** 110  
*Карнаухов И. Г., Касьян Ж. А., Щербаклова С. А., Кутырев В. В.*  
**Системный подход в нормативно-методическом обеспечении формирования единой системы мониторинга и реагирования на ЧС санитарно-эпидемиологического характера на пространстве Содружества Независимых Государств** 112
- Dugarzhapova Z. F., Semenova V. M., Lyashchenko S. M., Borzenko M. A., Kulibaba A. P., Tolmacheva M. I., Balakhonov S. V.*  
**Epidemiological Situation of COVID-19 in 10 Subjects of Siberian and Far East Federal Districts in Post-Pandemic Period**  
*Zagoskina T. Yu., Andreevskaya N. M., Markov E. Yu., Klimov V. T., Nikolaev V. B., Vershinskaya I. B., Yudenich S. V., Konovalova Zh. A., Popova Yu. O., Doroschenko A. A., Kolesnikova O. B., Gavrilo O. V., Dolgova T. M., Starikova O. A.*  
**Preparation and Characterization of Hyperimmune Adsorbed rabbit Pseudotuberculosis Serum Used as an Immune Reagent in Dot Immunoassay**  
*Zagoskina T. Yu., Markov E. Yu., Klimov V. T., Andreevskaya N. M., Kulibaba A. P., Nikolaev V. B., Kolesnikova O. B., Dolgova T. M., Gavrilo O. V., Starikova O. A., Popova Yu. O., Doroschenko A. A., Makarova E. Yu., Vershinskaya I. B.*  
**Adaptation of DOT Immunoassay for Clinical Material Studying for Pseudotuberculosis**  
*Zamarina A. Yu., Barteneva M. V., Zhukova Yu. A., Khabarova I. A., Plekhanova N. G., Zakharova I. B.*  
**Evaluation of Virulence of *Burkholderia thailandensis* Strains and Dissemination of the Pathogen in Experimental Infection**  
*Zarva I. D., Botvinkin A. D., Melnikov A. V., Kholmovsky A. S., Kirichenko K. D.*  
**Creation of a Spatiotemporal Mathematical Model for Predicting the Spread of Rabies in the Southern Far East**  
*Zubova A. A., Ivanova A. V., Safronov V. A.*  
**Proposals To Improve the System of Sanitary Protection of the Territory of the Russian Federation in Modern Conditions**  
*Ivailovskaya Yu. I., Zarva I. D.*  
**Epidemiological Analysis of Tick Bite Incidence and Tick-Borne Encephalitis and Borreliosis of the Population in the Irkutsk Region**  
*Ivanova A. V.*  
**Unresolved Issues of the Modern Organization of Epidemiological Surveillance of Hemorrhagic Fever with Renal Syndrome**  
*Ilyicheva T. N., Marchenko V. Yu.*  
**Zoonotic Flu and the Risk of a Pandemic**  
*Karnaukhov I. G., Kas'yan Zh. A., Shcherbakova S. A., Kutyrev V. V.*  
**System Approach in the Normative and Methodological Support for the Formation Of A Unified System of Monitoring and Response To Sanitary and Epidemiologic Emergencies in the Cis Region**

- Катунина Л. С., Курилова А. А., Крячок З. Ю., Киселева О. Н.*  
**Разработка новой накопительной питательной среды для выделения холерного вибриона** 115  
*Кичинекова Е. Н., Сарикова С. Л.*  
**Организация профилактических мероприятий по недопущению заражения чумой населения в Горно-Алтайском высокогорном природном очаге в 2024 году** 117
- Климов В. Т., Лященко С. М., Кулибаба А. П., Игумнова С. В., Куликалова Е. С., Андреевская Н. М., Балахонов С. В.*  
**Характеристика штаммов *Yersinia enterocolitica* O:8, впервые выделенных на территории России** 120  
*Ковалевский А. В., Мошкин А. Б., Мoshкина А. А.*  
**Метод отлова даурского суслика *Spermophilus dauricus* (Brandt, 1844) в живоловки и прижизненной лабораторной диагностики** 122  
*Коврижников А. В., Балькова А. Н., Ерошенко Г. А.*  
**Молекулярно-генетические особенности штаммов *Yersinia pestis* из Волго-Уральского песчаного очага чумы** 124  
*Козлов С. Н., Марков Е. Ю., Николаев В. Б., Корнева А. В., Дорощенко А. А., Пономарева А. С., Миронова Л. В.*  
**Анализ влияния различных соединений на состав и активность внеклеточных протеаз холерного вибриона** 127  
*Козубенко Ю. С., Коняева О. А., Вольнкина А. С.*  
**Совершенствование методики интрацеребрального инфицирования новорожденных белых мышей вирусом Крымско-Конго геморрагической лихорадки в аспекте обеспечения биологической безопасности** 129  
*Колоскова А. Ю., Удовиченко С. К., Путинцева Е. В., Бородай Н. В.*  
**О зараженности кровососущих комаров возбудителем лихорадки Западного Нила на территории европейской части России** 131  
*Коновалова Ж. А., Иванова Т. А., Бренёва Н. В., Витязева С. А.*  
**Использование элементов квалиметрического метода оценки результативности системы менеджмента качества испытательного лабораторного центра** 134  
*Корзун В. М., Денисов А. В., Санаров П. П., Холин А. В., Витязева С. А., Югушев А. Ю., Строна Я. А., Отгонбаяр Д., Бямбажав Б., Даваадорж М., Цогбаяр Б., Нурболат С., Уржих Ч., Рождественский Е. Н., Балахонов С. В.*  
**Эпизоотологическое обследование южной (монгольской) части трансграничного Сайлюгемского природного очага чумы в 2024 году** 136
- Katunina L. S., Kurilova A. A., Kryachok Z. Yu., Kiseleva O. N.*  
**Development of a New Cumulative Nutrient Medium for Isolation of *Vibrio Cholera***  
*Kichinekova E. N., Sarikova S. L.*  
**About Preventiv Measures in the Gorno-Altai High-Altitude Natural Plague Focus in 2024 For Prevention Plague Infection Among the People**
- Klimov V. T., Lyashchenko S. M., Kulibaba A. P., Igumnova S. V., Kulikalova E. S., Andreevskaya N. M., Balakhonov S. V.*  
**Characteristics of *Yersinia Enterocolitica* O:8 Strains First Isolated in Russia**  
*Kovalevskiy A. V., Moshkin A. B., Moshkina A. A.*  
**Method of Trapping the Daurian Ground Squirrel *Spermophilus Dauricus* (Brandt, 1844) in a Live Trap and for Laboratory Diagnosis in the Field**  
*Kovrizhnikov A. V., Balykova A. N., Eroshenko G. A.*  
**Molecular-Genetic Features of *Yersinia pestis* Strains from the Volga-Ural Sandy Natural Plague Focus**  
*Kozlov S. N., Markov E. Yu., Nikolaev V. B., Korneva A. V., Doroshchenko A. A., Ponomareva A. S., Mironova L. V.*  
**Research on the Influence of Various Substances on the Composition and Activity of Extracellular Proteases of *Vibrio Cholerae***  
*Kozubenko Yu. S., Konyaeva O. A., Volynkina A. S.*  
**Improvement of the Technique of Intracerebral Infection of Newborn White Mice with the Crimean-Congo Hemorrhagic Fever Virus in the Aspect of Ensuring Biological Safety**  
*Koloskova A. Yu., Udovichenko S. K., Putintseva E. V., Borodai N. V.*  
**On the Infection Of Blood-Sucking Mosquitoes With the Causative Agent of West Nile Fever in the European Part of Russia**  
*Konovalova Zh. A., Ivanova T. A., Breneva N. V., Vityazeva S. A.*  
**The Use of the Qualimetric Method Elements for Evaluating the Effectiveness of the Quality Management System Testing Laboratory Center**  
*Korzun V. M., Denisov A. V., Sanarov P. P., Kholin A. V., Vityazeva S. A., Yugushev A. Yu., Strona Ya. A., Otgonbayar D., Byambazhav B., Davaadorzh M., Tsogbayar B., Nurbolat S., Urzhikh Ch., Rozhdestvenskii E. N., Balakhonov S. V.*  
**Epizootological Survey of the Southern (Mongolian) Part of the Saylugem Transboundary Natural Plague Focus in 2024**

- Корзун В. М., Денисов А. В., Холин А. В., Санаров П. П.  
Зависимость уровня численности серого сурка от высоты обитания на территории Северо-Западной Монголии 139  
*Korzun V. M., Denisov A. V., Kholin A. V., Sanarov P. P.*  
**Dependance of the Gray Marmot Number Levels on the Habitat Altitudes in Northwestern Mongolia**
- Корнеев М. Г., Захаров К. С., Кондратьев Е. Н., Яковлев С. Я., Шилов М. М., Зырянов П. М., Марцоха К. С., Магеррамов Ш. В., Яшин Д. А., Блинова К. Д., Корешкова О. А., Проскурякова М. В., Чекашов В. Н.  
Распространение клеща *Hyalomma scupense* Schulze, 1919 на территории Саратовской области и оценка его значения в качестве возможного переносчика лихорадки Ку 141  
*Korneev M. G., Zakharov K. S., Kondratiev E. N., Yakovlev S. Ya., Shilov M. M., Zyryanov P. M., Martsokha K. S., Magerramov Sh. V., Yashin D. A., Blinova K. D., Koreshkova O. A., Proskuryakova M. V., Chekashov V. N.*  
**Distribution of *Hyalomma Scupense* Schulze, 1919 on the Territory of the Saratov Oblast and the Assessment of Its Importance as a Possible Vector of Q Fever**
- Корсакова И. И., Белоусов А. М., Жиркова И. Н., Пименова Ю. Ю., Шадрина С. В.  
Основные направления международной деятельности Волгоградского научно-исследовательского противочумного института 144  
*Korsakova I. I., Belousov A. M., Zhirkova I. N., Pimenova Yu. Yu., Shadrina S. V.*  
**The Main Directions of International Activity of the Volgograd Research Anti-Plague Institute**
- Костюкова Т. А., Гордеева М. В.  
Нормирование выдачи и порядок использования средств индивидуальной защиты при работе с патогенными биологическими агентами 146  
*Kostyukova T. A., Gordeeva M. V.*  
**Rationing and Procedure for Use of PPE When Working with Pathogenic Biological Agents**
- Крепостнова И. М., Гордеева М. В.  
Аварии в лабораториях, осуществляющих работы с возбудителями инфекционных болезней 148  
*Krepostnova I. M., Gordeeva M. V.*  
**Accidents in Laboratories Working with Infectious Disease Agents**
- Крепостнова И. М., Гордеева М. В.  
Система обращения с медицинскими отходами в противочумных учреждениях, осуществляющих работы с патогенными биологическими агентами I–IV групп патогенности 150  
*Krepostnova I. M., Gordeeva M. V.*  
**Medical Waste Management System in Anti-Plague Institutions Working with Pathogenic Biological Agents of I–IV Hazard Groups**
- Кулагин М. А., Казанцев А. В., Захаров К. С., Кондратьев Е. Н., Яковлев С. А., Зырянов П. М., Ермаков Н. М., Шилов М. М., Чекашов В. Н.  
Выявление возбудителей клещевых пятнистых лихорадок на территории Саратовской области 151  
*Kulagin M. A., Kazantsev A. V., Zakharov K. S., Kondratiev E. N., Yakovlev S. A., Zyryanov P. M., Ermakov N. M., Shilov M. M., Chekashov V. N.*  
**Detection of Tick-Borne Spotted Fever Pathogens in the Saratov Region**
- Кулибаба А. П., Климов В. Т., Игумнова С. В., Куликалова Е. С.  
Серопревалентность населения Иркутской области к возбудителю кишечного иерсиниоза 153  
*Kulibaba A. P., Klimov V. T., Igumnova S. V., Kulikalova E. S.*  
**The Prevalence to *Yersinia Enterocolitica* in the Population of Irkutsk Region**
- Курганова О. П., Бурдинская Е. Н., Натъкан Ю. А., Вяткин А. Е.  
Оценка многолетней заболеваемости клещевыми трансмиссивными инфекциями в Амурской области и влияние инфицированности основных переносчиков 155  
*Kurganova O. P., Burdinskaya E. N., Natykan Yu. A., Vyatkin A. E.*  
**Assessment of the Long-Term Incidence of Tick-Borne Vector-Borne Infections in the Amur Region and the Impact of Infection of the Main Vectors**
- Лаптев С. В., Куликова А. П.  
Меры по профилактике бешенства среди собак и кошек в Щелковском районе Московской области 157  
*Laptev S. V., Kulikova A. P.*  
**Measures for the Prevention of Rabies Among Dogs and Cats in the Shchelkovsky District of the Moscow Region**
- Лешкевич А. Л., Семижон П. А.  
Функционирование системы эпидемиологического слежения в Республике Беларусь в рамках реализации концепции национальной системы обеспечения биологической безопасности 159  
*Leshkevich A. L., Semizhon P. A.*  
**Functioning of the Epidemiological Monitoring System in the Republic of Belarus in the Conditions of Implementing the Concept of the National Biological Safety System**

- Лопатовская К. В., Адельшин Р. В., Бабаш В. А.,  
Гаранина Е. А., Машукова Л. Н., Туранов А. О.,  
Андаев Е. И.*  
**Характеристика клещевых инфекций  
на территории национального парка «Алханай»  
Забайкальского края** 161  
*Lopatovskaya K. V., Adelshin R. V., Babash V. A.,  
Garanina E. A., Mashukova L. N., Turanov A. O.,  
Andaev E. I.*  
**Characteristics of Tick-Borne Infections  
From Alkhanay National Park of Trans-Baikal  
Territory**
- Лопатовская К. В., Бабаш В. А., Мельникова О. В.,  
Адельшин Р. В., Вершинин Е. А., Андаев Е. И.*  
**Мониторинг природных очагов клещевых инфекций  
на территории Иркутской области** 164  
*Lopatovskaya K. V., Babash V. A., Melnikova O. V.,  
Adelshin R. V., Vershinin E. A., Andaev E. I.*  
**Monitoring of Natural Foci of Tick-Borne Infections  
in the Irkutsk Region**
- Лукьянова С. В., Войченко Н. А., Киселева Е. Ю.,  
Гефан Н. Г., Косилко В. С., Кузнецов В. И.*  
**Результаты исследования агара Хоттингера,  
приготовленного на основе рыбного гидролизата** 166  
*Lukyanova S. V., Voichenko N. A., Kiseleva E. Y.,  
Gefan N. G., Kosilko V. S., Kuznetsov V. I.*  
**The Results of the Study of Hottinger'S Agar  
Prepared on the Ba-Sis of Fish Hydrolysate**
- Люкшина Е. Ю., Пичурина Н. Л., Гаевская Н. Е.*  
**Современный подход к организации системы  
подготовки специалистов по вопросам  
биологической безопасности** 169  
*Lyukshina E. Yu., Pichurina N. L., Gayevskay N. E.*  
**A Modern Approach to the Organization of a  
System of Training Specialists in Biosafety**
- Ляпунов А. В., Корзун В. М., Холин А. В., Денисов А. В.,  
Санаров П. П., Филатов Е. И., Шеффер В. В.,  
Юсупов Р. Р., Полковников Е. С., Байгалмаа М.,  
Нурболат С.*  
**Изменчивость D-петли (контрольный регион)  
митохондриальной ДНК серого сурка  
в трансграничном Сайлюгемском природном очаге  
чумы** 171  
*Liapunov A. V., Korzun V. M., Kholin A. V.,  
Denisov A. V., Sanarov P. P., Filatov E. I.,  
Sheffer V. V., Yusupov R. R., Polkovnikov E. S.,  
Baygalmaa M., Nurbolat S.*  
**Variability of the D-Loop (Control Region)  
of the Mitochondrial DNA of the Gray Marmot  
in the Transboundary Sailugemsky Natural Plague  
Focus**
- Ляпунов А. В., Федосов А. Д., Зверева Т. В.,  
Кайсарова Н. А., Никитин А. Я.*  
**Таксономическая идентификация представителя  
рода *Cervus* по старому рогу, найденному на  
острове Аскольд** 173  
*Liapunov A. V., Fedosov A. D., Zvereva T. V.,  
Kaisarova N. A., Nikitin A. Ya.*  
**Taxonomic Identification of a Representative of the  
Genus *Cervus* By an Old Horn Found on Askold  
Island**
- Маглакелидзе Д. Г., Геогджаян А. С., Жарникова И. В.*  
**Изучение влияния типа стабилизатора  
на чувствительность магнитных микрочастиц FeO  
в иммуноферментном анализе** 176  
*Maglakelidze D. G., Geogdzhayan A. S., Zharnikova I. V.*  
**Studying the Influence of the Type of Stabilizer on  
the Sensitivity of Magnetic Microparticles of FeO in  
Enzyme-Linked Immunosorbent Assay**
- Макашова М. А., Оглодин Е. Г., Шарапова Н. А.,  
Ерошенко Г. А.*  
**Взаимодействие *Yersinia pestis* с амебами и  
нематодами из Горно-Алтайского высокогорного  
природного очага чумы** 178  
*Makashova M. A., Oglodin E. G., Sharapova N. A.,  
Eroshenko G. A.*  
**Interaction of *Yersinia Pestis* with Amoebas and  
Nematodes from the Gorno-Altai High-Mountain  
Natural Plague Focus**
- Малюкова Т. А., Растунцева Е. В., Попов Ю. А.,  
Ляшова О. Ю.*  
**Снижение биориска при обучении лабораторной  
диагностике сибирской язвы** 180  
*Malyukova T. A., Rastuntseva E. V., Popov Yu. A.,  
Lyashova O. Yu.*  
**Reduction of Biorisk During Training in Laboratory  
Diagnostics of Anthrax**
- Марцоха К. С., Иванова А. В., Магеррамов Ш. В.,  
Попов Н. В.*  
**Применение современных технологий  
для модернизации эпидемиологического надзора  
за опасными инфекционными болезнями** 183  
*Martsokha K. S., Ivanova A. V., Magerramov S. V.,  
Popov N. V.*  
**Application of Modern Technologies To Modernize  
Epidemiological Monitoring for Dangerous  
Infections**
- Мельников А. В., Зарва И. Д.*  
**Современные методы оценки и прогнозирования  
эпидемиологического риска природноочаговых  
инфекций (на примере бешенства)** 184  
*Melnikov A. V., Zarva I. D.*  
**Modern Methods for Assessing and Predicting  
Epidemiological Risk of Natural Focus Infections  
(Case Study of Rabies)**

- Мироненко Е. А., Давыдова Н. А., Тохов Ю. М.  
**Научные подходы к проведению полевой дезинсекции на территории Центрально-Кавказского высокогорного природного очага чумы** 187  
 Мироненко Е. А., Давыдова Н. А., Тохов Ю. М.  
*Mironenko E. A., Davydova N. A., Tokhov Y. M.*  
**Scientific Approaches to Conducting Field Disinfection on the Territory of the Central Caucasian High-Altitude Natural Plague Outbreak**
- Миронова Л. В., Хунхеева Ж. Ю., Пономарева А. С., Басов Е. А., Федотова И. С., Фортунатова А. В., Эрдынеев С. В., Балахонov С. В.  
**Фенотипические и молекулярно-генетические особенности штаммов холерного вибриона, выделенных из водных объектов Сибири и Дальнего Востока** 189  
 Миронова Л. В., Хунхеева Ж. Ю., Пономарева А. С., Басов Е. А., Федотова И. С., Фортунатова А. В., Эрдынеев С. В., Балахонov С. В.  
*Mironova L. V., Khunkheeva Zh. Yu., Ponomareva A. S., Basov E. A., Fedotova I. S., Fortunatova A. V., Erdynееv S. V., Balakhonov S. V.*  
**Phenotypic and Molecular Genetic Features of *Vibrio Cholerae* Strains Isolated from Water Bodies in Siberia and the Far East**
- Назарова О. Д., Гулмахмадзода З. Г., Максумова Ф. Ф., Сафарова З., Ахмедов А. А., Азизов К. М., Шарова И. Н., Поршаков А. М., Абдрашитова А. С., Селенина А. Г., Михеева Е. А., Макашова М. А., Марцоха К. С., Кондратьев Е. Н.  
**Эпизоотологическое состояние Гиссарского природного очага чумы** 192  
 Назарова О. Д., Гулмахмадзода З. Г., Максумова Ф. Ф., Сафарова З., Ахмедов А. А., Азизов К. М., Шарова И. Н., Поршаков А. М., Абдрашитова А. С., Селенина А. Г., Михеева Е. А., Макашова М. А., Марцоха К. С., Кондратьев Е. Н.  
*Nazarova O. D., Gulmakhmadzoda Z. G., Maksumova F. F., Safarova Z., Akhmedov A. A., Azizov K. M., Sharova I. N., Porshakov A. M., Abdrashitova A. S., Selenina A. G., Mikheeva E. A., Makashova M. A., Martsokha K. S., Kondratyev E. N.*  
**Epizootological Condition of the Gissar Natural Plague Focus**
- Никитин А. Я., Колесникова В. Ю.  
**Роль экологических факторов в экспансии *Ixodes pavlovskiyi* на новые территории юга Приморья** 194  
 Никитин А. Я., Колесникова В. Ю.  
*Nikitin A. Ya., Kolesnikova V. Yu.*  
**The Importance of Ecological Factors in the Expansion of *Ixodes pavlovskiyi* To New Territories of the South Primorye**
- Нурлыгаянова Г. А., Белоусов В. И., Лобова Т. П., Кремлева А. А., Кожевникова М. В.  
**Современная эпизоотическая ситуация по рабической инфекции в Российской Федерации** 197  
 Нурлыгаянова Г. А., Белоусов В. И., Лобова Т. П., Кремлева А. А., Кожевникова М. В.  
*Nurlygayanova G. A., Belousov V. I., Lobova T. P., Kremleva A. A., Kozhevnikova M. V.*  
**The Current Epizootic Situation of Rabic Infection in the Russian Federation**
- Писанов Р. В., Водопьянов А. С., Водопьянов С. О.  
**Определение серогруппы штаммов *Vibrio cholerae* на основе данных полногеномного секвенирования с помощью программы *Vibrio Typer*** 199  
 Писанов Р. В., Водопьянов А. С., Водопьянов С. О.  
*Pisanov R. V., Vodopyanov A. S., Vodopyanov S. O.*  
**Determination of Serogroup in *Vibrio Cholerae* Strains Based on Full Genome Sequencing Data Using the "Vibriotyper Program"**
- Плеханова Н. Г., Хабарова И. А., Жукова С. И., Яковлев А. Т., Пименова Е. В.  
**Персистенция *Burkholderia thailandensis* в условиях эксперимента** 201  
 Плеханова Н. Г., Хабарова И. А., Жукова С. И., Яковлев А. Т., Пименова Е. В.  
*Plekhanova N. G., Khabarova I. A., Zhukova S. I., Yakovlev A. T., Pimenova E. V.*  
**Persistence of *Burkholderia thailandensis* under Experimental Conditions**
- Портенко С. А., Билько Е. А., Казанцев А. В., Коreshkova О. А., Катышев А. Д., Осина Н. А., Осин А. В., Титова О. А., Фатеева Е. Ю., Разумова И. В., Вяткин И. Н.  
**Выделение и идентификация штамма *Brucella melitensis* из крови пациента с инфекционным эндокардитом** 203  
 Портенко С. А., Билько Е. А., Казанцев А. В., Коreshkova О. А., Катышев А. Д., Осина Н. А., Осин А. В., Титова О. А., Фатеева Е. Ю., Разумова И. В., Вяткин И. Н.  
*Portenko S. A., Bilko E. A., Kazantsev A. V., Koresheva O. A., Katyshev A. D., Osina N. A., Osin A. V., Titova O. A., Fateeva E. Yu., Razumova I. V., Vyatkin I. N.*  
**Isolation and Identification of a *Brucella Melitensis* Strain From the Blood of a Patient With Infectious Endocarditis**
- Поспелов М. В., Зимирова А. А., Иванова А. В., Чумачкова Е. А.  
**Эпидемиологическая ситуация по некоторым редким арбовирусным инфекциям в первой половине 2024 года: лихорадка оропуш, энцефалит Чандипура, Западный энцефаломиелит лошадей** 206  
 Поспелов М. В., Зимирова А. А., Иванова А. В., Чумачкова Е. А.  
*Pospelov M. V., Zimirova A. A., Ivanova A. V., Chumachkova E. A.*  
**Epidemiological Situation Regarding Some Rare Arboviral Infections in the First Half of 2024 Year: Oropouche Fever, Chandipura Virus Encephalitis, Western Equine Encephalitis**
- Пятидесятникова А. Б., Дубровина В. И., Юрьева О. В., Корытов К. М., Иванова Т. А.  
**Экспрессия генов TLR2 и TLR4 в клетках крови и селезенки экспериментальных животных при совместном введении *Yersinia pestis* EV и препарата 974zh** 208  
 Пятидесятникова А. Б., Дубровина В. И., Юрьева О. В., Корытов К. М., Иванова Т. А.  
*Pyatidesyatnikova A. B., Dubrovina V. I., Yuryeva O. V., Korytov K. M., Ivanova T. I.*  
**Expression of TLR2 and TLR4 Genes in Blood and Spleen Cells of Experimental Animals Invested With *Yersinia pestis* EV And Preparation 974zh**

- Сазанова Е. В., Малиюкова Т. А., Шмелькова Т. П.,  
Попов Ю. А., Девдариани З. Л.  
К 100-летию отдела образовательных программ и  
подготовки специалистов института «Микроб» 210  
Sazanova E. V., Malyukova T. A., Shmelkova T. P.,  
Popov Yu. A., Devdariani Z. L.  
To the 100th Anniversary of the Department of  
Educational Programs and Training of Specialists  
of the Institute "Microb"
- Селенина А. Г., Поршаков А. М., Касьян Ж. А.,  
Ле Лан Ань Тхи  
Внедрение ГИС-технологий в эпизоотологическое  
обследование территории Вьетнама 213  
Selenina A. G., Porshakov A. M., Kas'yan Zh. A.,  
Le Lan Anh Thi  
Introductyion of GIS Technologies Into  
Epizootiological Survey of Vietnam Territory
- Сидорин А. С., Шевченко К. С., Куклева Л. М.,  
Ерошенко Г. А.  
Биохимические и генетические особенности  
штаммов *Yersinia pseudotuberculosis* из природных  
очагов чумы Центральной Азии 215  
Sidorin A. S., Shevchenko K. S., Kukleva L. M.,  
Eroshenko G. A.  
Biochemical and Genetic Features Of *Yersinia  
Pseudotuberculosis* Strains from Natural Plague  
Foci of Central Asia
- Сокольская О. А., Левченко Д. А., Ренгач М. В.,  
Мирошникова Д. П.  
Некоторые аспекты работы с лабораторными  
животными при накоплении культуры возбудителя  
лихорадки Ку 217  
Sokolskaya O. A., Levchenko D. A., Rengach M. V.,  
Miroshnikova D. P.  
Some Aspects of Working with Laboratory Animals  
During the Accumulation of A Culture of the  
Causative Agent of Q Fever
- Старовойтова Т. П., Пятидесятникова А. Б.,  
Иванова Т. А., Дубровина В. И., Наумова К. В.,  
Мазепа А. В., Куликалова Е. С.  
Патологоанатомические изменения в органах и  
тканях белых мышей при инфекционном процессе,  
вызванном агаровой и биопленочной культурами  
*Francisella tularensis* 220  
Starovoitova T. P., Pyatidesyatnikova A. B.,  
Ivanova T. A., Dubrovina V. I., Naumova K. V.,  
Mazepa A. V., Kulikalova E. S.  
Pathoanatomic Changes in Organs And Tissues of  
White Mice During an Infectious Process Caused  
by Agar and Biofilm Cultures of *Francisella  
tularensis*
- Сынгеева А. К., Лященко С. М., Мазепа А. В.,  
Куликалова Е. С., Наумова К. В., Борзенко М. А.  
CanSNP-анализ штаммов *Francisella tularensis*,  
выделенных на Дальнем Востоке 222  
Syngeeva A. K., Lyaschenko S. M., Mazepa A. V.,  
Kylikalova E. S., Naumova K. V., Borzenko M. A.  
CanSNP Analysis of *Francisella tularensis* Strains  
Isolated in the Far East
- Сынгеева А. К., Николаев В. Б., Корнева А. В., Козлов С.  
Н., Куликалова Е. С., Мазепа А. В., Марков Е. Ю.  
Молекулярно-генетический и зимографический  
анализ хитиназ штаммов *Francisella tularensis*  
разных подвигов 224  
Syngeeva A. K., Nikolaev V. B., Korneva A. V., Kozlov  
S. N., Kulikalova E. S., Mazepa A. V., Markov E. Yu.  
Molecular-Genetic and Zymographic Analysis of  
Chitinases of *Francisella Tularensis* Strains of  
Different Subspecies
- Терехова И. В., Девдариани З. Л.  
Изучение долговременной стабильности  
компонентов моноклональной  
дот-иммуноферментной тест-системы «ДИАТул-М»  
для лабораторной диагностики туляремии 226  
Terekhova I. V., Devdariani Z. L.  
Study of Long-Term Stability of Components of  
Monoclonal Dot-Immuno-Ferment Test System  
"DIATul-M" for Laboratory Diagnostics of  
Tularemia
- Терешко Д. Л.  
Оптимизация проведения отдельных этапов  
твердофазного иммуноферментного анализа для  
снижения фоновых реакций 228  
Tereshko D. L.  
Optimization of Individual Stages of Elisa To  
Reduce Background Reactions
- Тимошкин А. Б., Колесникова В. Ю., Вержуцкая Ю. А.,  
Никитин А. Я., Сорокина О. В.  
Новые данные о распространении *Ixodes pavlovskyi*  
на территории Восточной Сибири 230  
Timoshkin A. B., Kolesnikova V. Y., Verzhutskaya Yu.  
A., Nikitin A. Ya., Sorokina O. V.  
New Data on the Distribution of *Ixodes  
Pavlovskyi* on the Territory of Eastern Siberia
- Токмакова Е. Г., Базанова Л. П., Мухтургин Г. Б.,  
Хвойнова И. Г., Архипенко С. С., Воронина А. В.,  
Григорьевых А. В.  
Образование биоплёнки *Yersinia pestis* в блохах  
*Xenopsylla cheopis* в зависимости от иммунного  
статуса прокормителя 232  
Tokmakova E. G., Bazanova L. P., Mukhturgin G. B.,  
Khvoinova I. G., Arkhipenko S. S., Voronina A. V.,  
Grigor'evykh A. V.  
*Yersinia Pestis* Biofilm Formation in *Xenopsylla  
cheopis* Fleas Depending on the Immune Status of  
the Feeder

- Толмачёва М. И., Никитин А. Я., Чумаченко И. Г.,  
Андаев Е. И.  
Оценка риска заболеваемости клещевым вирусным  
энцефалитом в муниципальных образованиях  
Иркутской области 234
- Трухачев А. Л., Мелоян М. Г., Подладчикова О. Н.  
IS-типирование штаммов *Yersinia pestis*  
и *Yersinia pseudotuberculosis* 237
- Удовиченко С. К., Путинцева Е. В., Топорков А. В.  
Лихорадка Западного Нила на Дальнем Востоке 239
- Удовиченко С. К., Путинцева Е. В., Топорков А. В.  
Проблемы и пути оптимизации мониторинга  
за эпизоотологической ситуацией по лихорадке  
Западного Нила в России 242
- Ушакова Е. В., Германт О. М.  
Инсектоакарицидные средства, применяемые в  
очагах клещевого вирусного энцефалита, и пути  
повышения эффективности противоклещевых  
обработок 245
- Федосов А. Д., Ляпунов А. В., Базанова Л. П.,  
Вершинин Е. А., Берлов О. Э., Галацевич Н. Ф.,  
Артемьева С. Ю.  
Опыт таксономической идентификации личинок  
блох из инсектария Иркутского научно-  
исследовательского противочумного института 247
- Фибих А. Е., Ботвинкин А. Д., Зарва И. Д.,  
Хакимова М. И., Кочнева Д. В.  
Эпидемиологический анализ заболеваемости  
энтеровирусной инфекцией в Иркутской области 250
- Хазыкова К. Л., Кулик А. А., Лиджи-Гаряева Г. В.  
Крымская геморрагическая лихорадка на  
территории Республики Калмыкия 253
- Хазыкова К. Л., Кулик А. А., Лиджи-Гаряева Г. В.  
Современное состояние природных очагов чумы  
в Республике Калмыкия 255
- Ханхареев С. С., Истомина Т. Ф., Баданова Т. С.  
Об эпизоотолого-эпидемиологической ситуации  
по бешенству в Республике Бурятия 257
- Хантанова Н. М., Коновалова Ж. А., Миклошевич В. Ю.,  
Андреевская Н. М., Гефан Н. Г., Юденич С. В.  
Перспективы применения регрессионного анализа  
ускоренной стабильности агглютинирующей  
листериозной сыворотки 260
- Хвойнова И. Г., Токмакова Е. Г., Архипенко С. С.  
Использование FT-агара и Mic Test Strip  
(Liofilchem® SRL, Италия) для определения  
антибиотикочувствительности возбудителя  
туляремии 262
- Холин А. В., Вержуцкий Д. Б., Юсупов Р. Р.,  
Акимова И. С., Галацевич Н. Ф., Ткаченко С. В.,  
Чалбакай А. А.  
Монгольский сурок (*Marmota sibirica*)  
в Тувинском горном природном очаге чумы:  
распространение, эпидемиологические риски 264
- Tolmacheva M. I., Nikitin A. Ya., Chumachenko I. G.,  
Andaev E. I.  
The Risk Assessment of Tick-Borne Viral  
Encephalitis Incidence In Municipal Divisions of  
the Irkutsk Region
- Trukhachev A. L., Meloyan M. G., Podladchikova O. N.  
Is-Typing of *Yersinia Pestis* and *Yersinia  
Pseudotuberculosis* Strains
- Udovichenko S. K., Putintseva E. V., Toporkov A. V.  
West Nile Fever in Far East Regions
- Udovichenko S. K., Putintseva E. V., Toporkov A. V.  
Problems and Ways to Optimizing Optimize  
Monitoring of the Epizootological Situation of West  
Nile Fever in Russia
- Ushakova E. V., Germant O. M.  
Insectoacaricides Applied in Foci of Tick-Borne  
Encephalitis And Ways to Improve the  
Effectiveness of Anti-Tick Treatments
- Fedosov A. D., Liapunov A. V., Bazanova L. P.,  
Vershinin E. A., Berlov O. E., Galatsevich N. F.,  
Artemyeva S. Yu.  
Experience of Taxonomic Identification of Fleas  
Larvae from the Insectary of the Irkutsk Research  
Antiplague Institute
- Fibikh A. E., Botvinkin A. D., Zarva I. D.,  
Khakimova M. I., Kochneva D. V.  
Epidemiological Analysis of Enterovirus Infection  
Incidence in the Irkutsk Region
- Khazykova K. L., Kulik A. A., Lidzhi-Garyayeva G. V.  
Crimean Hemorrhagic Fever on the Territory of the  
Republic of Kalmykia
- Khazykova K. L., Kulik A. A., Lidzhi-Garyayeva G. V.  
The Current State of Natural Plague Foci in the  
Republic of Kalmykia
- Khankhareev S. S., Istomina T. F., Badanova T. S.  
The Epizootic and Epidemiological Situation of  
Rabies in the Republic of Buryatia
- Khaptanova N. M., Konovalova Zh. A., Mikloshevich V. Yu.,  
Andreevskaya N. M., Gefan N. G., Yudenich S. V.  
Using Regression Analysis To Study Accelerated  
Stability Assessment of Agglutinated Listeriosis  
Serum
- Khvoinova I. G., Tokmakova E. G., Arkhipenko S. S.  
The Use Offt-Agar And Mic Test Strip (Liofilchem®  
Srl, Italy) To Determing the Antibiotic Sensitivity of  
the Causative Agent of Tularemia
- Kholin A. V., Verzhutskii D. B., Yusupov R. R.,  
Akimova I. S., Galatsevich N. F., Tkachenko S. V.,  
Chalbakay A. A.  
Mongolian Marmot (*Marmota Sibirica*) in the Tuva  
Mountain Natural Focus of Plague: Spread,  
Epidemiological Risks

- Чернов А. Н., Черных О. Ю., Забашта С. Н.,  
Белусов В. И., Нурлыгаянова Г. А.  
**Результаты лабораторного контроля рабической  
инфекции на территории Краснодарского края  
(2020–2022 гг.)** 267
- Чипанин Е. В., Денисов А. В., Шефер В. В.,  
Филатов Е. И., Полковников Е. С.,  
Рождественский Е. Н., Корзун В. М.  
**Основные результаты эпизоотологического  
обследования плоскогогорья Укок в 2024 году** 269
- Чирсков П. Р., Бартенева М. В., Захарова И. Б.  
**Экспрессия генов системы Quorum sensing  
*Burkholderia pseudomallei* в стрессовых условиях** 271
- Чумачкова Е. А., Миронова Л. В.,  
Гулмахмадзода З. Г., Назарова О. Д.,  
Бободжонов Ф. М., Щербакова С. А.  
**Внешние и внутренние риски завоза и  
распространения холеры на территории  
Республики Таджикистан** 274
- Шефер В. В., Корзун В. М., Денисов А. В.,  
Строна Я. А., Акулова С. С.  
**Распространение блохи *Echidnophaga oschanini*  
в поселениях монгольской пищухи на территории  
Горно-Алтайского высокогорного природного очага  
чумы** 276
- Шмелькова Т. П., Кравцов А. Л., Мalyukova Т. А.,  
Чеховская Г. В., Кожевников В. А., Попов Ю. А.  
**Иммунофенотипирование, дегрануляция и лизис  
нейтрофилов крови человека при моделировании  
бруцеллезной инфекции *ex vivo*** 279
- Щербакова Е. С., Осина Н. А., Краснов Я. М.,  
Казанцев А. В., Полунина Т. А., Катышев С. Д.,  
Катышев А. Д., Чекашов В. Н., Матросов А. Н.,  
Кондратьев Е. Н., Щербакова С. А.  
**Изучение микробиома трахеи и клоаки диких птиц  
Саратовской области с помощью метагеномного  
анализа** 281
- Попова А. Ю., Amirzoda А. А., Миронова Л. В.,  
Гулмахмадзода З. Г., Чумачкова Е. А., Назарова О. Д.,  
Сеничкина А. М., Евтеев А. В., Тушинский А. А.,  
Катышев А. Д., Каримов Н. Г., Гиёсиддинзода М. Г.,  
Максумова Ф., Портенко С. А., Гаевская Н. Е.,  
Щербакова С. А., Кутырев В. В.  
**Мониторинг холеры в Республике Таджикистан:  
итоги совместных российско-таджикских  
исследований и оценка внутренних рисков  
осложнения ситуации по холере** 283
- Chernov A. N., Chernykh O. Yu., Sabashta S. N.,  
Belousov V. I., Nurygayanova G. A.  
**Results of Laboratory Control of Rabic Infection in  
the Krasnodar Territory (2020–2022)**
- Chipanin E. V., Denisov A. V., Schaefer V. V.,  
Filatov E. I., Polkovnikov E. S., Rozhdestvenskii E. N.,  
Korzun V. M.  
**The Main Results of the Epizootological Survey of  
the Ukok Plateau In 2024**
- Chirskov P. R., Barteneva M. V., Zakharova I. B.  
**Expression of Genes of the Quorum Sensing  
System of *Burkholderia Pseudomallei* under Stress  
Conditions**
- Chumachkova E. A., Mironova L. V.,  
Gulmahmadzoda Z. G., Nazarova O. D.,  
Bobodzhonov F. M., Shcherbakova S. A.  
**External and Internal Risks of Importation and  
Spread of Cholera in the Territory of the Republic  
of Tajikistan**
- Shefer V. V., Korzun V. M., Denisov A. V.,  
Strona Ya. A., Akulova S. S.  
**Diversity Fleas *Echidnophaga Oschanini* in  
Settlements of the Mongolian Pika on the Territory  
of the Gorno-Altai High-Mountain Natural Focus  
of Plague**
- Shmelkova T. P., Kravtsov A. L., Malyukova T. A.,  
Chekhovskaya G. V., Kozhevnikov V. A., Popov Yu. A.  
**Immunophenotyping, Degranulation and Lysis of  
Human Blood Neutrophils in Modeling Brucellosis  
Infection *ex vivo***
- Shcherbakova E. S., Osina N. A., Krasnov Ya. M.,  
Kazantsev A. V., Polunina T. A., Katyshev S. D.,  
Katyshev A. D., Chekashov V. N., Matrosov A. N.,  
Kondratiev E. N., Shcherbakova S. A.  
**Study of the Microbiomes of the Trachea and  
Cloaca of Wild Birds of the Saratov Region Using  
Metagenomic Analysis**
- Popova A. Yu., Amirzoda A. A., Mironova L. V.,  
Gulmakhammadzoda Z. G., Chumachkova E. A.,  
Nazarova O. D., Senichkina A. M., Evteev A. V.,  
Tushinsky A. A., Katyshev A. D., Karimov N. G.,  
Giyosiddinzoda M. G., Maksumova F., Portenko S. A.,  
Gaevsкая N. E., Shcherbakova S. A., Kutyrev V. V.  
**Monitoring Cholera in the Republic of Tajikistan:  
Results of Joint Russian-Tajik Studies and  
Assessment of Internal Risks of Complication of  
the Cholera Situation**



Научное издание

# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ТЕРРИТОРИИ И СНИЖЕНИЯ РИСКОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЧУМЫ И ДРУГИХ ОПАСНЫХ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ

Материалы  
XVII Межгосударственной научно-практической конференции  
8–9 октября 2024 г., Иркутск

ISBN 978-5-9624-2313-5

*Материалы публикуются в авторской редакции*  
Технический редактор *И. В. Карташова-Никитина*

---

Подписано 01.10.2024. Формат 60×90 1/8  
Усл. печ. л. 36,7. Тираж 100 экз. Заказ 292

---

ИЗДАТЕЛЬСТВО ИГУ  
664082, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 124  
тел.: +7(3952) 53-18-53  
e-mail: izdat@lawinstitut.ru