

DOI: 10.21055/0370-1069-2022-1-35-42

УДК 616.98:579.842.23(470)

Н.В. Попов¹, И.Г. Карнаухов¹, А.А. Кузнецов¹, А.Н. Матросов¹, В.А. Сафронов¹, А.М. Поршаков¹,
 А.В. Иванова¹, К.С. Марцоха¹, В.М. Корзун², Д.Б. Вержуцкий², Е.В. Чипанин², А.А. Лопатин⁴,
 В.М. Дубянский³, У.М. Ашибокров³, А.Ю. Газиева³, Е.С. Зенкевич⁵, С.В. Балахонов², А.Н. Куличенко³,
 В.В. Кутырев¹

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА В ПРИРОДНЫХ ОЧАГАХ ЧУМЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ПРОГНОЗ ИХ ЭПИЗООТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА 2022 г.

¹ФКУЗ «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб», Саратов, Российская Федерация;
²ФКУЗ «Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока», Иркутск,
 Российская Федерация; ³ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт», Ставрополь,
 Российская Федерация; ⁴ФКУЗ «Противочумный центр», Москва, Российская Федерация; ⁵Федеральная служба по надзору
 в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Москва, Российская Федерация

Целью работы являлась оценка эпизоотической активности природных очагов чумы Российской Федерации в 2021 г. и прогноз на 2022 г. Выявлена активизация эпизоотического процесса, после перерыва с 2007 г., в Центрально-Кавказском высокогорном очаге чумы. Отмечено продолжение развития локальных эпизоотий в Тувинском горном, Горно-Алтайском высокогорном природных очагах. Общая площадь эпизоотий в 2021 г. в Российской Федерации составила 1649,5 км². Изолировано 28 культур чумного микроба. Не обнаружены зараженные чумой животные в Терско-Сунженском низкогорном, Дагестанском равнинно-предгорном, Прикаспийском Северо-Западном степном, Волго-Уральском степном, Забайкальском степном, Волго-Уральском песчаном, Прикаспийском песчаном, Восточно-Кавказском высокогорном природных очагах. Обосновано, что эпидемиологическое благополучие по чуме в Российской Федерации в 2017–2021 гг. достигнуто в результате ежегодного эпизоотологического мониторинга энзоотичных по чуме территорий, оперативного выявления эпизоотий и проведения упреждающего комплекса профилактических (противоэпидемических) мероприятий, направленных на снижение рисков заражения. Обоснован прогноз на сохранение в 2022 г. напряженной эпидемиологической обстановки на территории Карачаево-Черкесской и Кабардино-Балкарской республик, Республики Алтай, Республики Тыва. Обоснована перспективность использования программы EpiTracker для оперативной оценки реально складывающейся эпидемиологической обстановки в природных очагах чумы.

Ключевые слова: природные очаги чумы, эпизоотическая активность, заболеваемость, эпизоотологический прогноз, профилактические мероприятия, программа EpiTracker.

Корреспондирующий автор: Попов Николай Владимирович, e-mail: rusrap1@microbe.ru.

Для цитирования: Попов Н.В., Карнаухов И.Г., Кузнецов А.А., Матросов А.Н., Сафронов В.А., Поршаков А.М., Иванова А.В., Марцоха К.С., Корзун В.М., Вержуцкий Д.Б., Чипанин Е.В., Лопатин А.А., Дубянский В.М., Ашибокров У.М., Газиева А.Ю., Зенкевич Е.С., Балахонов С.В., Куличенко А.Н., Кутырев В.В. Совершенствование эпидемиологического надзора в природных очагах чумы Российской Федерации и прогноз их эпизоотической активности на 2022 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2022; 1:35–42. DOI: 10.21055/0370-1069-2022-1-35-42

Поступила 15.03.2022. Принята к публ. 18.03.2022.

N.V. Popov¹, I.G. Karnaukhov¹, A.A. Kuznetsov¹, A.N. Matrosov¹, V.A. Safronov¹, A.M. Porshakov¹,
 A.V. Ivanova¹, K.S. Martsokha¹, V.M. Korzun², D.B. Verzhutsky², E.V. Chipanin², A.A. Lopatin⁴,
 V.M. Dubyansky³, U.M. Ashibokov³, A.Yu. Gazieva³, E.S. Zenkevich⁵, S.V. Balakhonov²,
 A.N. Kulichenko³, V.V. Kutyrev¹

Enhancement of Epidemiological Surveillance in Natural Plague Foci of the Russian Federation and Forecast of Epizootic Activity for 2022

¹Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation;

²Irkutsk Research Anti-Plague Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation;

³Stavropol Research Anti-Plague Institute, Stavropol, Russian Federation;

⁴Plague Control Center, Moscow, Russian Federation;

⁵Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumers Rights Protection and Human Welfare, Moscow, Russian Federation

Abstract. The aim of the research was to assess epizootic activity of natural plague foci in the Russian Federation in 2021 and provide a prognosis for 2022. Activation of epizootic process has been detected in Central-Caucasian high-mountain natural plague focus after a recess since 2007. Local epizootics persist to develop in Tuva Mountain and Gorno-Altai high-mountain plague foci. Total area of epizooties in Russia in 2021 amounted to 1649.5 km². 28 plague microbe strains were isolated. Animals infected with plague were not found in Tersko-Sunzhensky low-mountain, Dagestan plain-piedmont, Precaspian north-western steppe, Volga-Ural steppe, Trans-Baikal steppe, Volga-Ural sandy, Caspian sandy and East-Caucasian high-mountain natural plague foci. It is demonstrated that epidemiological welfare as regards plague in Russia in 2017–2021 was achieved through annual epizootic monitoring of plague-enzootic territories, timely epizooty detection and preventive activities aimed at reducing the risk of infection. Substantiated has been the forecast for tense epidemiological situation on the territory of Karachay-Cherkessia, Kabardino-Balkaria, Altai Republic and Tuva Republic in 2022. A new EpiTracker application has been proven to be prospective for rapid assessment of actual epidemiological situation in natural plague foci.

Key words: natural plague foci, epizootic activity, morbidity, epizootiological forecast, preventive measures, EpiTracker application.

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

Corresponding author: Nikolay V. Popov, e-mail: rusrapi@microbe.ru.

Citation: Popov N.V., Karnaukhov I.G., Kuznetsov A.A., Matrosov A.N., Safronov V.A., Porshakov A.M., Ivanova A.V., Martsokha K.S., Korzun V.M., Verzhutsky D.B., Chipanin E.V., Lopatin A.A., Dubyansky V.M., Ashibokov U.M., Gazieva A.Yu., Zenkevich E.S., Balakhonov S.V., Kulichenko A.N., Kutyrev V.V. Enhancement of Epidemiological Surveillance in Natural Plague Foci of the Russian Federation and Forecast of Epizootic Activity for 2022. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2022; 1:35–42. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2022-1-35-42

Received 15.03.2022. Accepted 18.03.2022.

Popov N.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4099-9261>
 Karnaukhov I.G., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8181-6727>
 Kuznetsov A.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0677-484>
 Matrosov A.N., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4893-7188>
 Safronov V.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9563-2833>
 Porshakov A.M., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3363-765X>
 Ivanova A.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4849-3866>
 Martsokha K.S., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2913-3766>
 Korzun V.M., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1947-5252>
 Verzhutsky D.B., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5139-616X>

Chipanin E.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6051-1409>
 Lopatin A.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5426-3311>
 Dubyansky V.M., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3817-2513>
 Ashibokov U.M., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9197-588X>
 Gazieva A.Yu., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8775-97-0087>
 Zenkevich E.S., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2366-6182>
 Balakhonov S.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4201-5828>
 Kulichenko A.N., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9362-3949>
 Kutyrev V.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3788-3452>

В последнее десятилетие отмечено сохранение напряженной эпидемиологической обстановки по чуме во многих странах мира [1–5]. В 2021 г. заболевания зарегистрированы на территории Демократической Республики Конго (121 случай; 13 летальных), Республики Мадагаскар (118 случаев; 15 летальных), Соединенных Штатов Америки (3 случая; 1 летальный), Китайской Народной Республики (1 случай) и Монголии (1 случай). Всего зарегистрировано 244 случая заражения чумой. Сохранение высоких рисков заражения обусловлено наличием интенсивных контактов населения с биоценотическими комплексами очаговых территорий, промыслом носителей чумы, развитием эпизоотий среди синантропных и полусинантропных видов грызунов, заносом возбудителя домашними животными, в первую очередь кошками, собаками [6–9].

На территории Российской Федерации в 2017–2021 гг. обеспечено эпидемиологическое благополучие по чуме. Последнее достигнуто в результате ежегодного эпизоотологического мониторинга энзоотических по чуме территорий, оперативного выявления эпизоотий и проведения упреждающего комплекса профилактических (противоэпидемических) мероприятий, направленных на снижение рисков заражения. Такой активный эпидемиологический надзор за природными очагами чумы, кроме Российской Федерации, успешно используется для обеспечения эпидемиологического благополучия противочумными учреждениями Республики Казахстан, Киргизской Республики, Монголии, Китайской Народной Республики [10–14].

Подчеркнем, что в 2021 г. все профилактические (противоэпидемические) мероприятия в природных очагах чумы Российской Федерации проводились с учетом долгосрочных, среднесрочных и краткосрочных прогнозов эпизоотической обстановки, внедренных в практику учреждений Роспотребнадзора. Складывающаяся в 2021 г. эпизоотологическая ситуация в 11 природных очагах чумы Российской Федерации полностью соответствовала долгосрочному эпизоотологическому прогнозу на 2020–2025 гг. [15]. В частности, в 2021 г.

локальные эпизоотии чумы зарегистрированы в прогностические сроки в горных и высокогорных районах Центрального Кавказа, Горного Алтая и Южной Тувы. Общая площадь эпизоотий составила 1649,5 км². Всего в 2021 г. изолировано 28 культур чумного микроба, в том числе: 11 – средневекового биовара основного подвида *Yersinia pestis pestis*, 13 – античного биовара основного подвида *Y. pestis pestis* и 4 – алтайского биовара центральноазиатского подвида *Y. pestis*. Паразитарные системы равнинных, предгорных и низкогорных природных очагов чумы Российской Федерации продолжают оставаться в состоянии глубокой депрессии.

В Центрально-Кавказском высокогорном природном очаге в 2021 г., после перерыва с 2007 г., эпизоотии выявлены в Карачаевском районе Карачаево-Черкесской Республики в трех небольших по площади поселениях горного суслика в трех смежных секторах (рис. 1). Методом ПЦР циркуляция возбудителя чумы подтверждена на 15 участках, в том числе на территории Карачаевского и Мало-Карачаевского районов Карачаево-Черкесской Республики (8) и Эльбрусском районе Кабардино-Балкарской Республики (7).

Культуры средневекового биовара основного подвида *Y. pestis* филогенетической ветви 2.MED0 (11) изолированы при исследовании проб полевого материала от горных сусликов и блох вида *Citellophilus tesquorum*, добытых в урочищах Джуакалыкол (4), Еникол (2), Бийтук-Тюбе (5). Общая площадь локальных эпизоотий составила 0,75 км². Штаммы 2.MED0 являются эндемичными для территории Центрально-Кавказского природного очага чумы и не встречаются в других энзоотических по чуме регионах мира. Ранее здесь также регистрировали циркуляцию другого геноварианта средневекового биовара основного подвида *Y. pestis* филогенетической ветви 2.MED1.

Эпизоотический процесс был оперативно купирован ФКУЗ «Кабардино-Балкарская противочумная станция» Роспотребнадзора. На всех эпизоотических участках в августе были проведены полевая дератизация и дезинсекция. Постановлением главного

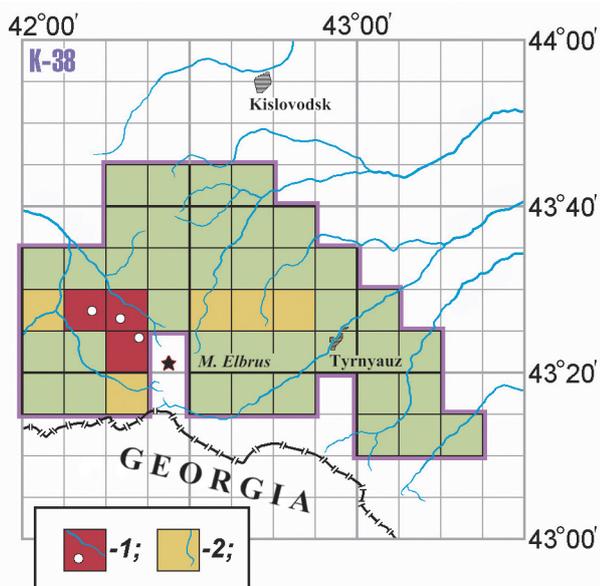


Рис. 1. Участки с подтвержденной циркуляцией возбудителя чумы на территории Центрально-Кавказского высокогорного природного очага чумы в 2021 г.

1 – сектора с точками выделения штаммов чумного микроба; 2 – сектора с обнаружением ДНК чумного микроба

Fig. 1. Areas with confirmed circulation of plague agent on territory of Central-Caucasian high-mountain natural plague focus in 2021:

1 – sectors of plague microbe strain isolation; 2 – sectors of plague microbe DNA detection

государственного санитарного врача по Карачаево-Черкесской Республике от 29.07.2021 № 948/1 «О проведении мероприятий по санитарной охране территории Карачаево-Черкесской Республики в 2021 году» внедрен в практику комплекс профилактических (противоэпидемических) мероприятий, направленный на снижение рисков заражения чумой на территории Карачаевского и Мало-Карачаевского районов Карачаево-Черкесской Республики. В последующем эти мероприятия усилены постановлением главного государственного санитарного врача по Карачаево-Черкесской Республике от 06.08.2021 № 973 «О противоэпидемических мероприятиях на территории природного очага чумы в Карачаевском районе 2021 году». В целях предупреждения эпидемических осложнений запрещена хозяйственная, исследовательская, поисковая и иная деятельность на срок, необходимый для ликвидации эпизоотических проявлений, а также запрещены промысловая охота и вывоз сена, зерна, фуража и других санитарно-опасных грузов за пределы зоны эпизоотии, запрещена туристическая, в том числе неорганизованная, деятельность на территории урочища Бийтюк-Тюбе. В связи с выявлением эпизоотии чумы 11.08.2021 в г. Черкесске проведено межведомственное рабочее совещание по вопросам организации противоэпидемических мероприятий в Карачаево-Черкесской Республике на территории Центрально-Кавказского высокогорного природного очага чумы.

В 2022 г. сохраняется высокая вероятность выявления локальных эпизоотий в поселениях гор-

ного суслика на территории Карачаевского, Мало-Карачаевского районов Карачаево-Черкесской и Эльбрусского района Кабардино-Балкарской республик. Для снижения эпидемических рисков предусмотрено выполнение «Комплексного плана мероприятий учреждений Роспотребнадзора по оздоровлению Центрально-Кавказского высокогорного природного очага чумы в 2022 г.». Поставлена задача усиления контроля за временными контингентами населения (туристы, рабочие и др.) на всей территории Центрально-Кавказского высокогорного природного очага чумы.

В Горно-Алтайском высокогорном природном очаге в 2021 г. локальные эпизоотии зарегистрированы в Кош-Агачском районе Республики Алтай на шести участках общей площадью 500,0 км². Циркулирующая чумного микроба античного биовара основного подвида *Y. pestis* выявлена на площади 333,8 км², алтайского биовара центральноазиатского подвида – 166,2 км². Изолировано 9 штаммов чумного микроба, из них 5 – *Y. pestis* ssp. *pestis*, 4 – *Y. pestis* ssp. *central asiatica* bv. *altaica*. Штаммы возбудителя чумы основного подвида выделены из блох *Citellophilus tesquorum* (3 штамма) и *Oropsylla alaskensis* (1 штамм), снятых с длиннохвостого суслика, и от серого сурка (остатки стола хищных птиц). Штаммы чумного микроба центральноазиатского подвида получены от блох монгольской пищухи: 1 – от *Amphalius runatus*, собранных с шерсти, а также от блох, собранных из входов ее нор, – 2 от *Ctenophyllus hirticrus* и 1 от *Paramonopsyllus scalonae*.

Эпизоотии, вызванные возбудителем основного подвида, зарегистрированы в Талдуайском (участок Вершина р. Бар-Бургазы), Уландрыкском (участок Середина р. Большие Шибеты) и Джазаторском (участки Окрестности озер Караколь-Нур и Зерликоль-Нур, Вершина р. Тархата) мезоочагах. Эпизоотии, обусловленные чумным микробом алтайского биовара центральноазиатского подвида, выявлены в Тархатинском (участок Междуречье Чаган-Бургазы – Тархата) и Курайском (участок Центральная часть Курайского хребта) мезоочагах. Получено 25 положительных результатов серологических исследований на специфичные антитела к чумному микробу в семи секторах на шести участках в Уландрыкском, Тархатинском и Талдуайском мезоочагах. Методом ПЦР специфичные фрагменты ДНК *Y. pestis* детектированы в 63 пробах, из них в 27 случаях они отнесены к основному подвиду и в 34 – к центральноазиатскому. Положительные результаты методом ПЦР получены на 19 участках в Уландрыкском, Тархатинском, Джазаторском, Талдуайском и Курайском мезоочагах. Впервые получены положительные результаты методом ПЦР в верхней части долины р. Бугузун на склонах хр. Чихачева, в местности, прилегающей к границе с Тувой (рис. 2).

В соответствии с «Комплексным планом мероприятий учреждений Роспотребнадзора по оздоров-

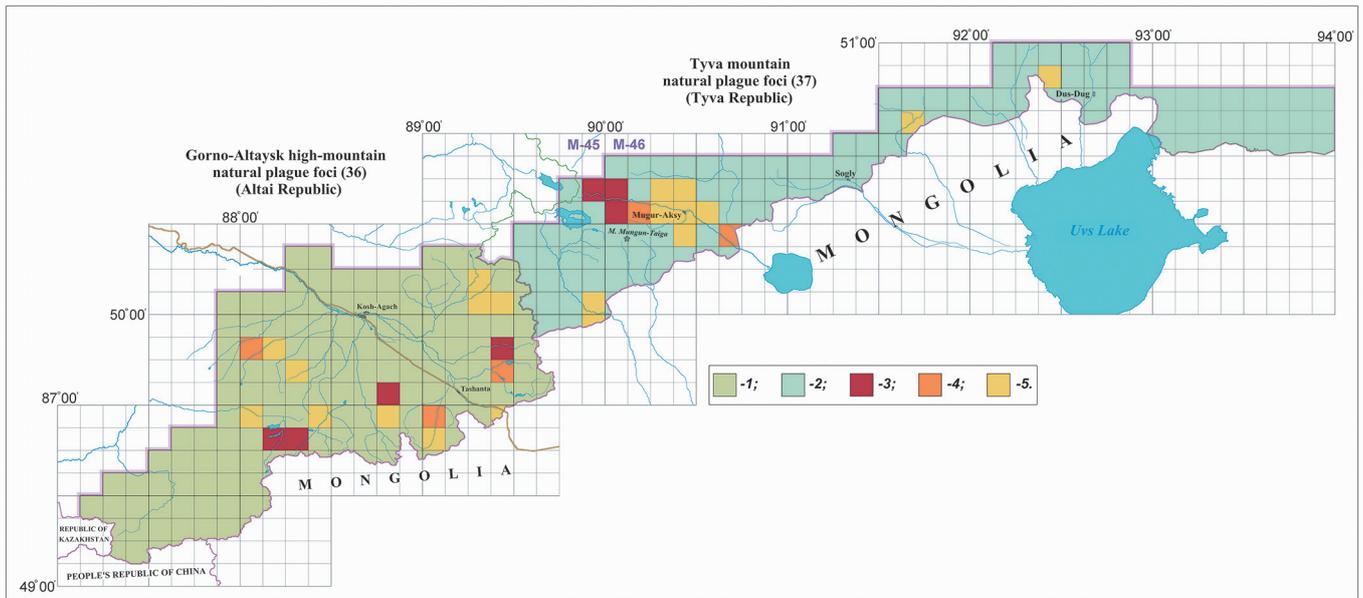


Рис. 2. Участки (сектора) на территории Горно-Алтайского высокогорного (1) и Тувинского горного (2) природных очагов чумы с обнаружением: 3 – штаммов *Y. pestis* античного биовара основного подвида; 4 – серопозитивных зверьков; 5 – ДНК микроба чумы

Fig. 2. Areas (sectors) on the territory of Gorno-Altai high-mountain (1) and Tuva mountain (2) natural plague foci where 3 – *Y. pestis* strains of antique biovar, main subspecies; 4 – sero-positive mammals; and 5 – plague microbe DNA are detected

лению Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы в Кош-Агачском районе Республики Алтай в 2021 г.», «Программой дезинсекционных и дератизационных обработок в Горно-Алтайском высокогорном природном очаге чумы в 2021 г.», «Планом мероприятий (“дорожная карта”) по снижению рисков возникновения эпидемических осложнений на территории Горно-Алтайского природного очага чумы на 2019–2023 годы» (утв. распоряжением Правительства Республики Алтай от 11.01.2019 № 2-р), постановлением главного санитарного врача Республики Алтай от 26.01.2021 № 2 «О проведении мероприятий по профилактике чумы в Республике Алтай в 2021 году», на очаговой по чуме территории Республики Алтай в 2021 г. был выполнен весь комплекс запланированных профилактических (противоэпидемических) мероприятий. Эпизоотологическое обследование проведено на площади 12425,6 км². При выполнении профилактических (истребительных) мероприятий основное внимание уделялось инсектицидным обработкам в смешанных поселениях носителей чумы в окрестностях стоянок животноводов, располагающихся на эпизоотических участках 2014–2021 гг. Прививочная кампания была развернута в марте – апреле 2021 г. В Республике Алтай всего было привито 18258 человек (план выполнен на 110 %), в том числе 1462 человека временного населения. В Кош-Агачском районе вакцинировано против чумы 16328 человек (в том числе 5569 детей). В 2021 г., до начала кочевки животноводов на высокогорные пастбища, силами ФКУЗ «Алтайская противочумная станция» Роспотребнадзора и прикомандированных специалистов ФКУЗ «РосНИПЧИ «Микроб», ФКУЗ «Иркутский НИПЧИ», ФКУЗ «Ставропольский

НИПЧИ» Роспотребнадзора на участках высокого риска заражения проведена полевая дезинсекция. Всего в 2021 г. обработаны поселения носителей чумного микроба в окрестностях 80 стоянок животноводов и объектов пограничной службы. Общая площадь полевой дезинсекции составила 27,4 км². Поселковая дератизация была проведена на площади 76,5 тыс. м², поселковая дезинсекция – 11,2 тыс. м². Эффективность инсектицидных обработок составила в целом по очагу 98,5 %, поселковой дератизации и дезинсекции – 100 %.

В 2022 г. развитие эпизоотий, обусловленных чумным микробом основного подвида, ожидается в поселениях серого сурка и длиннохвостого суслика в высокогорной местности на склонах хребтов Сайлюгем, Южно-Чуйский, Чихачева и на плоскогорье Укок. Развитие эпизоотий, вызванных возбудителем чумы центральноазиатского подвида, возможно в поселениях монгольской пищухи в отрогах хребтов Сайлюгем, Южно-Чуйский и Курайский. Для минимизации эпидемических рисков необходимо выполнение «Комплексного плана мероприятий учреждений Роспотребнадзора по оздоровлению Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы в Кош-Агачском районе Республики Алтай в 2022 г.».

В Тувинском горном природном очаге в 2021 г. локальные эпизоотии чумы выявлены в Монгун-Тайгинском, Овюрском и Тэс-Хемском кожуунах Республики Тыва на 22 участках (урочищах) на общей площади 1148,7 км² (2020 г. – 2019,1 км²). Выделено 8 штаммов возбудителя чумы античного биовара основного подвида (2020 г. – 14), из них 5 – от блох из входов нор длиннохвостого суслика (*Citellophilus tesquorum* – 2, *Oropsylla alaskensis* – 2, *Neopsylla mana* – 1), 1 – от блохи *N. mana*, снятой с

даурской пищухи, 1 – от трупа длиннохвостого суслика и 1 – от вшей, счесанных с этого трупа. Одна культура чумного микроба получена из урочища Кызыл-Бом, 4 – из урочища Узун-Хем, 3 – из урочища Кужурлуг-Хову. Все урочища расположены в Каргинском мезоочаге чумы. Антитела к чумному микробу выявлены в 17 пробах (в 2020 г. – 90), из них 16 – от отловленных длиннохвостых сусликов и 1 – от трупа длиннохвостого суслика. Зверьки с антителами обнаружены в урочищах Бичи-Чалыяш, Чалыяш, Верхний Оюк-Хем и Суур-Тайга, расположенных в пределах одного сектора Каргинского мезоочага и урочища Кужурлуг-Хову, находящегося в другом секторе этого же мезоочага, а также в урочище Чолдак-Арт (Верхне-Барлыкский мезоочаг). Зарегистрировано 73 положительных на чуму пробы в ПЦР (рис. 2).

В соответствии с «Комплексным планом мероприятий учреждений Роспотребнадзора по снижению рисков в Тувинском природном очаге чумы в Монгун-Тайгинском, Овюрском и Тэс-Хемском районах (кожуунах) Республики Тыва в 2021 г.» силами ФКУЗ «Тувинская противочумная станция» Роспотребнадзора и прикомандированных специалистов ФКУЗ РосНИПЧИ «Микроб», ФКУЗ Иркутский НИПЧИ, ФКУЗ «Читинская противочумная станция» Роспотребнадзора эпизоотологический мониторинг проведен на площади 9861,1 км². В населенных пунктах и на стоянках животноводов проведена поселковая дератизация на площади 65,1 тыс. м², полевая дезинсекция выполнена на площади 64,5 км², вакцинировано против чумы 9489 человек.

В 2022 г., в связи с высоким уровнем запаса блох, в первую очередь *Citellophilus tesquorum*, ожидается продолжение активных эпизоотий. Для обеспечения эпидемиологического благополучия необходимо выполнение «Комплексного плана мероприятий учреждений Роспотребнадзора по снижению рисков в Тувинском природном очаге чумы в Монгун-Тайгинском, Овюрском и Тэс-Хемском районах (кожуунах) Республики Тыва в 2022 г.».

В 2021 г. в восьми природных очагах: Терско-Сунженском низкогорном, Дагестанском равнинно-предгорном, Прикаспийском Северо-Западном степном, Волго-Уральском степном, Забайкальском степном, Волго-Уральском песчаном, Прикаспийском песчаном, Восточно-Кавказском высокогорном – не выявлено зараженных чумой животных.

Представленные выше материалы также обосновывают прогноз на сохранение в 2022 г. напряженной эпидемиологической обстановки в Центрально-Кавказском высокогорном (Карачаево-Черкесская и Кабардино-Балкарская республики), Горно-Алтайском высокогорном (Республика Алтай), Тувинском горном (Республика Тыва) природных очагах чумы (рис. 3). По оперативным сведениям о росте численности носителей можно ожидать возобновления эпизоотической активности в Прикаспийском песчаном и Дагестанско-равнинном предгорном очагах чумы. В остальных шести природных очагах на территории Российской Федерации эпизоотических проявлений не ожидается.

Для дальнейшего повышения эффективности противоэпидемической защищенности населения Российской Федерации и других стран СНГ,

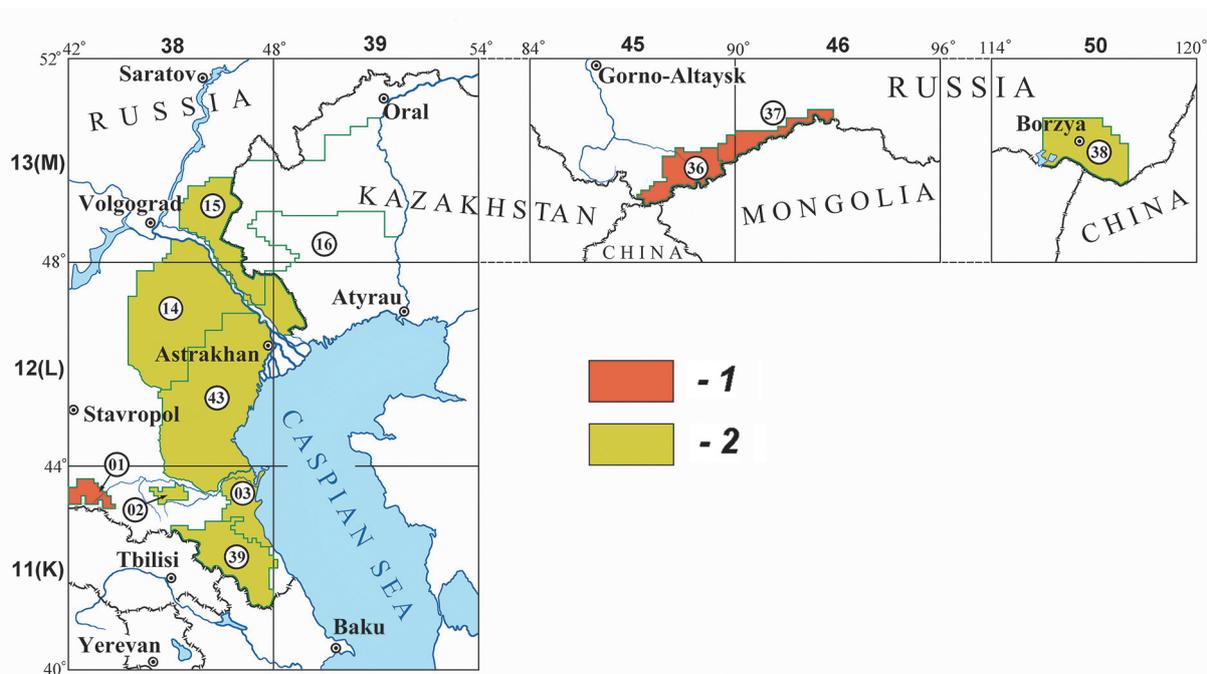


Рис. 3. Прогноз эпизоотической активности природных очагов чумы Российской Федерации на 2022 г.:

1 – сохранение эпизоотической активности; 2 – отсутствие находок зараженных животных

Fig. 3. Forecast of epizootic activity in the natural plague foci of Russia in 2022:

1 – continuing epizootic activity; 2 – no findings of infected animals

предупреждения и минимизации эпидемических рисков, прогнозирования не только времени, но и конкретных территорий с высоким уровнем потенциальной эпидемической опасности, необходима дальнейшая цифровизация эпизоотологического мониторинга природных очагов чумы и других особо опасных инфекционных болезней [16–19]. В рамках реализации стратегии «Санитарный щит страны – безопасность для здоровья» на 2021–2024 гг. и государственной программы «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации» в настоящее время активно ведется разработка электронных баз эпизоотологических, эпидемиологических и молекулярно-генетических данных и паспортов природных очагов чумы России, на основе которых возможно качественное изменение алгоритма принятия оперативных решений при планировании и проведении профилактических (противоэпидемических) мероприятий, а также ликвидации эпидемических очагов. В этом плане особенно перспективно внедрение в практику работы противочумных учреждений специальных программных инструментов сбора информации в полевых условиях. Возможность автоматического геокодирования и маркировки собираемого полевого материала, наряду с удобным пользовательским интерфейсом, содержащим справочники типов материала и видового состава носителей и переносчиков, позволяет собирать данные в едином формате в режиме реального времени непосредственно при осуществлении эпизоотологического мониторинга.

Особенность данных решений состоит в обеспечении работы в поле без доступа к интернету, что исключает использование веб-сервисов, так как значительные территории природных очагов находятся вне зоны покрытия сотовой связью. Вторым условием является необходимость взаимосвязи с лабораторным звеном с возможностью проследить обработку собранного материала от конкретной географической точки через этапы доставки, разбора материала, формирования проб и проведения исследования до получения результата, который, в свою очередь, может наглядно отражаться на электронной карте. Третьей составляющей программного комплекса является возможность масштабирования и просмотра информации с учетом разделения прав доступа, что обеспечивает независимую работу отдельных зоо групп, лабораторий в режиме, который позволяет свободно оперировать данными, созданными в рамках каждого учреждения с индивидуальными настройками, но исключает просмотр или изменение данных других учреждений.

На основе представленных требований в 2021 г. РосНИПЧИ «Микроб» совместно с ООО «Интегро» разработана программа Eptracker, состоящая из одноименного мобильного приложения (общедоступно для устройств на платформе Android версии 7.1 и выше) для полевого сбора данных и специализированного интернет-сервиса (учетная запись предо-

ставляется по заявке) для наглядного отображения данных на интерактивной электронной карте и обеспечения информацией автоматизированных рабочих мест специалистов по лабораторной диагностике. Зоолог после добавления новой точки (место сбора материала фиксируется автоматически или по введенным координатам) вносит в мобильное приложение сведения, формируя электронную «этикетку» с номером (предусмотрена функция использования штрихкода, который привязывается к единице материала и служит меткой для лаборатории). Если известно, что соединение через интернет не будет обеспечено, то перед выездом зоо группы в зону работы есть возможность загрузить в приложение соответствующий участок карты. Данные по точкам и собранному материалу первоначально накапливаются на мобильном устройстве и синхронизируются с центральной базой данных по действию пользователя при наличии доступа к интернету. После синхронизации данные электронной «этикетки» отображаются на электронной карте и становятся доступными для лабораторного звена с указанием того, какой материал будет доставлен и на какие виды исследования он ориентирован. Специалисты по лабораторной диагностике при поступлении материала считают штрихкод (или выбирают в списке ожидаемых материалов необходимый пункт) и таким образом получают информацию для разбора материала и последующих этапов лабораторной диагностики.

К настоящему времени апробация системы Eptracker позволила собрать данные по сотням точек отбора материала в девяти странах. Полученные результаты подтверждают реальную возможность значительно повысить координацию работы полевых зоо групп при исследовании трансграничных природных очагов, в случае если одна группа обследует зарубежный участок очага, а вторая действует на территории Российской Федерации (рис. 4).

Развитие представленного подхода к полевому сбору данных позволяет сформировать единое информационное пространство эпизоотологического мониторинга, в том числе в трансграничных очагах, с оперативным представлением и обновлением данных с целью выработки эффективных управленческих решений для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Дальнейшая цифровизация и автоматизация процессов информационного взаимодействия эпидемиологов, зоологов и лабораторных специалистов противочумных учреждений Роспотребнадзора на территории Российской Федерации при выполнении эпизоотологического обследования является одним из главных перспективных инструментов совершенствования надзора в очагах чумы и сочетанных с ней инфекций.

В заключение отметим, что, вследствие постоянной эпизоотической активности горных и высокогорных природных очагов чумы Российской Федерации и зарубежных стран, сохраняется высокая потен-

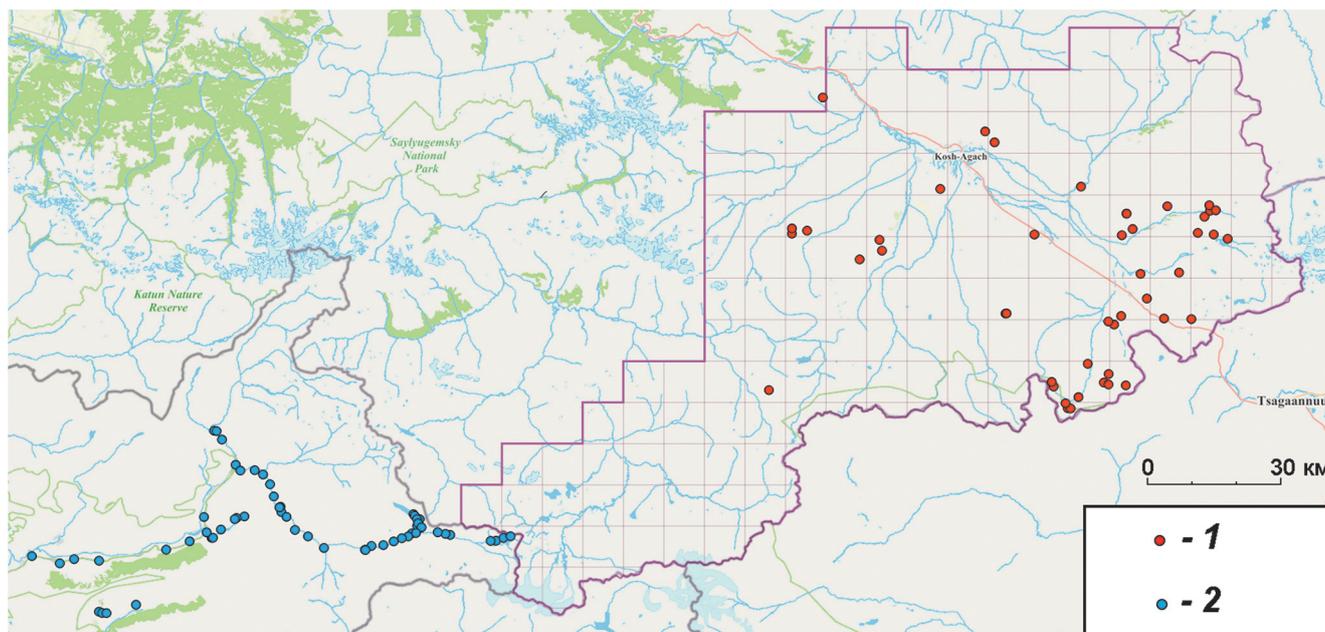


Рис. 4. Точки отбора проб полевого материала на территории Горного Алтая в июле – августе 2021 г.:

1 – в границах России в Горно-Алтайском высокогорном очаге; 2 – в границах Республики Казахстан

Fig. 4. Points of field sample collection on the territory of Altai Mountains in July – August 2021:

1 – within the borders of Russia, in Gorno-Altai high-mountain plague focus; 2 – within the borders of the Republic of Kazakhstan

циальная эпидемическая опасность заноса (завоза) возбудителя чумы на смежные, в том числе трансграничные, очаговые территории. Минимизация эпидемических рисков в условиях локальных проявлений чумы в труднодоступных районах горных систем Центрального Кавказа, Горного Алтая, Южной Тувы во многом зависит от своевременности их выявления, локализации и эффективности купирования эпизоотического процесса. Причем для оперативной оценки реально складывающейся эпидемиологической обстановки, выполнения пространственного эпидемиологического анализа и дифференциации территорий по риску заражения необходимо широкое внедрение в практику эпидемиологического надзора за чумой ГИС-технологий, равно как и завершение электронной паспортизации всех энзоотичных по чуме территорий Российской Федерации.

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

Список литературы

1. Abedi A.A., Shako J.-C., Gaudart J., Sudre B., Ilunga B.K., Shamamba S.K.B., Diatta G., Davoust B., Tamfum J.-J.M., Piarroux R., Piarroux M. Ecologic features of plague outbreak areas, Democratic Republic of the Congo, 2004–2014. *Emerg. Infect. Dis.* 2018; 24(2):210–20. DOI: 10.3201/eid2402.160122.
2. Munyenyiwa A., Zimba M., Nhwatiwa T., Barson M. Plague in Zimbabwe from 1974 to 2018: a review article. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2019; 13(11):e0007761. DOI: 10.1371/journal.pntd.0007761.
3. Andrianavoarimanana V., Piola P., Wagner D.M., Rakotomanana F., Maheriniaina V., Andrianalimanana S., Chanteau S., Rahalison L., Ratsitorahina M., Rajerison M. Trends of human plague, Madagascar, 1998–2016. *Emerg. Infect. Dis.* 2019; 25(2):220–8. DOI: 10.3201/eid2502.171974.
4. Altantugs B., Byambasuren D., Maralmaa G., Naranbaatar R., Saltanat S., Uganjavkhaa B., Erdenechimeg L., Altantogtokh D.

Epidemiology of human plague in Mongolia. In: *Current Issues on Zoonotic Diseases*. UlaanBaatar; 2017. Vol. 22. P. 26–33.

5. Barbieri R., Signoli M., Chevè D., Costedoat C., Tzortzis S., Aboudharam G., Raoult D., Drancourt M. *Yersinia pestis*: the natural history of plague. *Clin. Microbiol. Rev.* 2020; 34(1):e00044-19. DOI: 10.1128/CMR.00044-19.

6. Schaffer P.A., Brault S.A., Hershkowitz C., Harris L., Dowers K., House J., Aboellail T.A., Morley P.S., Daniels J.B. Pneumonic plague in a dog and widespread potential human exposure in a veterinary hospital, United States. *Emerg. Infect. Dis.* 2019; 25(4):800–3. DOI: 10.3201/eid2504.181195.

7. Dai R., Wei B., Xiong H., Yang X., Peng Y., He J., Jin J., Wang Y., Zha X., Zhang Z., Liang Y., Zhang Q., Xu J., Wang Z., Li W. Human plague associated with Tibetan sheep originates in marmots. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2018; 12(8):e0006635. DOI: 10.1371/journal.pntd.0006635.

8. Melman S.D., Ettestad P.E., VinHatton E.S., Ragsdale J.M., Takacs N., Onischuk L.M., Leonard P.M., Master S.S., Lucero V.S., Kingry L.C., Petersen J.M. Human case of bubonic plague resulting from the bite of a wild Gunnison’s prairie dog during translocation from a plague endemic area. *Zoonoses Public Health.* 2018; 65(1):e254–8. DOI: 10.1111/zph.12419.

9. Gage K.L., Dennis D.T., Orloski K.A., Ettestad P., Brown T.L., Reynolds P.J., Pape W.J., Fritz C.L., Carter L.G., Stein J.D. Cases of cat-associated human plague in the Western US, 1977–1998. *Clin. Infect. Dis.* 2000; 30(6):893–900. DOI: 10.1086/313804.

10. Кузнецов А.Н., Сыздыков М.С., Ерубаев Т.К. Оценка комплексной системы эпидемиологического надзора за чумой в Казахстане. *Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане.* 2019; 2:3–10.

11. Абдикаримов С.Т., Ибрагимов Э.Ш., Эгембергенов Ч.Э. Современное эпизоотическое состояние природных очагов чумы Кыргызской Республики и мероприятия, направленные на обеспечение эпидемиологического благополучия по чуме. *Проблемы особо опасных инфекций.* 2018; 2:45–8. DOI: 10.21055/0370-1069-2018-2-45-48.

12. Щучинов Л.В. Проблема организации противоэпидемических мероприятий в природном очаге чумы. *Национальные приоритеты России.* 2016; 4:68–71.

13. Sariyeva G., Abdel Z., Shabunin A., Sagiyev Z., Abdikarimov S., Bazarkanova G., Kendirbaev D., Maimulov R., Dzhaparova A., Sofeikov V., Abdirassilova A., Mussagaliyeva R., Kurmanov B., Aitbaeva Z., Almazbek D. Current status of the Sari-Dzhas natural focus of plague, Kyrgyzstan: epizootic activity and marmot population. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2018; 18(10):524–32. DOI: 10.1089/vbz.2017.2200.

14. Du H.-W., Wang Y., Zhuang D.-F., Jiang X.-S. Temporal and spatial distribution characteristics in the natural plague foci

of Chinese Mongolian gerbils based on spatial autocorrelation. *Infect. Dis. Poverty*. 2017; 6(1):124. DOI: 10.1186/s40249-017-0338-7.

15. Попов Н.В., Ерошенко Г.А., Карнаухова И.Г., Кузнецов А.А., Матросов А.Н., Иванова А.В., Оглодин Е.Г., Никифоров К.А., Корзун В.М., Вержуцкий Д.Б., Чипанин Е.В., Аязбаев Т.З., Джапарова А.К., Бердиев С.К., Лопатин А.А., Дубянский В.М., Щербаклова С.А., Балахонов С.В., Куличенко А.Н., Кутырев В.В. Эпидемиологическая ситуация по чуме в 2020 г. Прогноз эпизоотической активности природных очагов чумы Российской Федерации и других стран СНГ на 2021 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2021; 1:52–62. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-1-52-62.

16. Кузнецов А.А., Поршаков А.М., Матросов А.Н., Куклев Е.В., Коротков В.Б., Мезенцев В.М., Попов Н.В., Топорков В.П., Топорков А.В., Кутырев В.В. Перспективы ГИС-паспортизации природных очагов чумы Российской Федерации. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2012; 1:48–53. DOI: 10.21055/0370-1069-2012-1(111)-48-53.

17. Toms M. Remote sensing and GIS for ecologists: Using open source software. *Bird Study*. 2017; 64(1):116–9. DOI: 10.1080/00063657.2016.1253665.

18. Kanga S., Sudhanshu, Meraj G., Farooq M., Nathawat M.S., Singh S.K. Reporting the management of COVID-19 threat in India using remote sensing and GIS based approach. *Geocarto International*. 2020; 1–8. DOI: 10.1080/10106049.2020.1778106.

19. Рызанова А.Г., Герасименко Д.К., Буравцева Н.П., Мезенцев В.М., Логвин Ф.В., Головинская Т.М., Семенова О.В., Аксенова Л.Ю., Перехожева С.В., Чмеренко Д.К., Куличенко А.Н. Применение геоинформационных технологий для оценки эпизоотологической и эпидемиологической обстановки по сибирской язве в Волгоградской области. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2021; 4:112–9. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-4-112-119.

References

1. Abedi A.A., Shako J.-C., Gaudart J., Sudre B., Ilunga B.K., Shamamba S.K.B., Diatta G., Davoust B., Tamfum J.-J.M., Piarroux R., Piarroux M. Ecologic features of plague outbreak areas, Democratic Republic of the Congo, 2004–2014. *Emerg. Infect. Dis*. 2018; 24(2):210–20. DOI: 10.3201/eid2402.160122.

2. Muniyeniwa A., Zimba M., Nhwatiwa T., Barson M. Plague in Zimbabwe from 1974 to 2018: a review article. *PLoS Negl. Trop. Dis*. 2019; 13(11):e0007761. DOI: 10.1371/journal.pntd.0007761.

3. Andrianaivoarimanana V., Piola P., Wagner D.M., Rakotomanana F., Maheriniaina V., Andrianalimanana S., Chanteau S., Rahalison L., Ratsitorahina M., Rajerison M. Trends of human plague, Madagascar, 1998–2016. *Emerg. Infect. Dis*. 2019; 25(2):220–8. DOI: 10.3201/eid2502.171974.

4. Altantugs B., Byambasuren D., Maralmaa G., Naranbaatar R., Saltanat S., Uganjavkhaa B., Erdenechimeg L., Altantogtokh D. Epidemiology of human plague in Mongolia. In: Current Issues on Zoonotic Diseases. Ulaanbaatar; 2017. Vol. 22. P. 26–33.

5. Barbieri R., Signoli M., Chev e D., Costedoat C., Tzortzis S., Aboudharam G., Raoult D., Drancourt M. *Yersinia pestis*: the natural history of plague. *Clin. Microbiol. Rev*. 2020; 34(1):e00044-19. DOI: 10.1128/CMR.00044-19.

6. Schaffer P.A., Brault S.A., Hershkovitz C., Harris L., Dowers K., House J., Aboellail T.A., Morley P.S., Daniels J.B. Pneumonic plague in a dog and widespread potential human exposure in a veterinary hospital, United States. *Emerg. Infect. Dis*. 2019; 25(4):800–3. DOI: 10.3201/eid2504.181195.

7. Dai R., Wei B., Xiong H., Yang X., Peng Y., He J., Jin J., Wang Y., Zha X., Zhang Z., Liang Y., Zhang Q., Xu J., Wang Z., Li W. Human plague associated with Tibetan sheep originates in marmots. *PLoS Negl. Trop. Dis*. 2018; 12(8):e0006635. DOI: 10.1371/journal.pntd.0006635.

8. Melman S.D., Ettestad P.E., VinHatton E.S., Ragsdale J.M., Takacs N., Onischuk L.M., Leonard P.M., Master S.S., Lucero V.S., Kingry L.C., Petersen J.M. Human case of bubonic plague resulting from the bite of a wild Gunnison's prairie dog during translocation from a plague endemic area. *Zoonoses Public Health*. 2018; 65(1):e254–8. DOI: 10.1111/zph.12419.

9. Gage K.L., Dennis D.T., Orloski K.A., Ettestad P., Brown T.L., Reynolds P.J., Pape W.J., Fritz C.L., Carter L.G., Stein J.D. Cases of cat-associated human plague in the Western US, 1977–1998. *Clin. Infect. Dis*. 2000; 30(6):893–900. DOI: 10.1086/313804.

10. Kuznetsov A.N., Syzdykov M.S., Erubaev T.K. [Assessment of the complex system of plague surveillance in Kazakhstan]. *Karantinnnye i Zoonoznye Infektsii v Kazakhstane [Quarantine and zoonotic infections in Kazakhstan]*. 2019; 2(39):3–10.

11. Abdikarimov S.T., Ibragimov E.S., Egembergenov S.E. [Current epizootic condition of natural plague foci in Kyrgyz Republic and measures aimed at provision of epidemiological welfare as regards plague]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii*

[Problems of Particularly Dangerous Infections]. 2018; (2):40–4. DOI: 10.21055/0370-1069-2018-2-45-48.

12. Shchuchinov L.V. [Problems of organizing anti-epidemic measures in a natural plague focus]. *Natsionalnye Prioritety Rossii [National Priorities of Russia]*. 2016; 4(22):68–71.

13. Sariyeva G., Abdel Z., Shabunin A., Sagiyev Z., Abdikarimov S., Bazarkanova G., Kendirbaev D., Maimulov R., Dzharparova A., Sofeikov V., Abdirassilova A., Mussagaliyeva R., Kurmanov B., Aitbaeva Z., Almazbek D. Current status of the Sari-Dzhas natural focus of plague, Kyrgyzstan: epizootic activity and marmot population. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2018; 18(10):524–32. DOI: 10.1089/vbz.2017.2200.

14. Du H.-W., Wang Y., Zhuang D.-F., Jiang X.-S. Temporal and spatial distribution characteristics in the natural plague foci of Chinese Mongolian gerbils based on spatial autocorrelation. *Infect. Dis. Poverty*. 2017; 6(1):124. DOI: 10.1186/s40249-017-0338-7.

15. Popov N.V., Eroshenko G.A., Karnaukhov I.G., Kuznetsov A.A., Matrosov A.N., Ivanova A.V., Oglodin E.G., Nikiforov K.A., Korzun V.M., Verzhutsky D.B., Chipanin E.V., Ayazbaev T.Z., Dzharparova A.K., Berdiev S.K., Lopatin A.A., Dubyansky V.M., Shcherbakova S.A., Balakhonov S.V., Kulichenko A.N., Kutyrev V.V. [Epidemiological situation on plague in 2020. Forecast of epizootic activity of natural plague foci in the Russian Federation and other CIS countries for 2021]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2021; (1):52–62. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-1-52-62.

16. Kuznetsov A.A., Porshakov A.M., Matrosov A.N., Kouklev E.V., Korotkov V.B., Mezentsev V.M., Popov N.V., Toporkov V.P., Toporkov A.V., Kutyrev V.V. [Prospects of GIS-passportization of natural plague foci in the territory of the Russian Federation]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2012; (1):48–53. DOI: 10.21055/0370-1069-2012-1(111)-48-53.

17. Toms M. Remote sensing and GIS for ecologists: Using open source software. *Bird Study*. 2017; 64(1):116–9. DOI: 10.1080/00063657.2016.1253665.

18. Kanga S., Sudhanshu, Meraj G., Farooq M., Nathawat M.S., Singh S.K. Reporting the management of COVID-19 threat in India using remote sensing and GIS based approach. *Geocarto International*. 2020; 1–8. DOI: 10.1080/10106049.2020.1778106.

19. Ryazanova A.G., Gerasimenko D.K., Buravtseva N.P., Mezentsev V.M., Logvin F.V., Golovinskaya T.M., Semenova O.V., Aksенова Л.Ю., Perekhozheva S.V., Chmerenko D.K., Kulichenko A.N. [Application of geoinformation technologies for assessment of the epizootiological and epidemiological situation on anthrax in the Volgograd Region]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2021; (4):112–9. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-4-112-119.

Authors:

Popov N.V., Karnaukhov I.G., Kuznetsov A.A., Matrosov A.N., Safronov V.A., Porshakov A.M., Ivanova A.V., Martsohka K.S., Kutyrev V.V. Russian Research Anti-Plague Institute “Microbe”. 46, Universitetskaya St., Saratov, 410005, Russian Federation. E-mail: rusrap@microbe.ru.

Korzun V.M., Verzhutsky D.B., Chipanin E.V., Balakhonov S.V. Irkutsk Research Anti-Plague Institute of Siberia and Far East. 78, Trilissera St., Irkutsk, 664047, Russian Federation. E-mail: adm@chumin.irkutsk.ru.

Dubyansky V.M., Ashibokov U.M., Gazieva A.Yu., Kulichenko A.N. Stavropol Research Anti-Plague Institute. 13–15, Sovetskaya St., Stavropol, 355035, Russian Federation. E-mail: stavnipchi@mail.ru.

Lopatin A.A. Plague Control Center. 4, Musorgskogo St., Moscow, 127490, Russian Federation. E-mail: protivochym@nl.ru.

Zenkevich E.S. Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumers Rights Protection and Human Welfare. 18, Bld. 5 and 7, Vadkovsky Pereulok, Moscow, 127994, Russian Federation.

Об авторах:

Попов Н.В., Карнаухова И.Г., Кузнецов А.А., Матросов А.Н., Сафронов В.А., Поршаков А.М., Иванова А.В., Марцоха К.С., Кутырев В.В. Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб». Российская Федерация, 410005, Саратов, ул. Университетская, 46. E-mail: rusrap@microbe.ru.

Корзун В.М., Вержуцкий Д.Б., Чипанин Е.В., Балахонов С.В. Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока. Российская Федерация, 664047, Иркутск, ул. Трилисера, 78. E-mail: adm@chumin.irkutsk.ru.

Дубянский В.М., Ашибокоев У.М., Газиева А.Ю., Куличенко А.Н. Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт. Российская Федерация, 355035, Ставрополь, ул. Советская, 13–15. E-mail: stavnipchi@mail.ru.

Лопатин А.А. Противочумный центр. Российская Федерация, 127490, Москва, ул. Мусоргского, 4. E-mail: protivochym@nl.ru.

Зенкевич Е.С. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Российская Федерация, 127994, Москва, Вадковский переулок, 18, стр. 5 и 7.