

DOI: 10.21055/0370-1069-2021-1-52-62

УДК 616.98:579.842.23

Н.В. Попов¹, Г.А. Ерошенко¹, И.Г. Карнаухов¹, А.А. Кузнецов¹, А.Н. Матросов¹, А.В. Иванова¹,
Е.Г. Оглодин¹, К.А. Никифоров¹, В.М. Корзун³, Д.Б. Вержуцкий³, Е.В. Чипанин³, Т.З. Аязбаев⁵,
А.К. Джапарова⁶, С.К. Бердиев⁶, А.А. Лопатин², В.М. Дубянский⁴, С.А. Щербакова¹, С.В. Балахонов³,
А.Н. Куличенко⁴, В.В. Кутырев¹

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ПО ЧУМЕ В 2020 г. ПРОГНОЗ ЭПИЗООТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ ОЧАГОВ ЧУМЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ДРУГИХ СТРАН СНГ НА 2021 г.

¹ФКУЗ «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб», Саратов, Российская Федерация;

²ФКУЗ «Противочумный центр», Москва, Российская Федерация; ³ФКУЗ «Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока», Иркутск, Российская Федерация; ⁴ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт», Ставрополь, Российская Федерация; ⁵Национальный научный центр особо опасных инфекций имени Масгута Айкимбаева Министерства здравоохранения Республики Казахстан, Алматы, Республика Казахстан;

⁶Республиканский центр карантинных и особо опасных инфекций Министерства здравоохранения Кыргызской Республики, Бишкек, Кыргызская Республика

Целью работы является обоснование прогноза эпидемиологической и эпизоотологической ситуации в природных очагах чумы Российской Федерации, стран ближнего и дальнего зарубежья на 2021 г. Дана характеристика распространения штаммов *Yersinia pestis* основного подвида (subspecies *pestis*) средневекового и античного биоваров, кавказского (ssp. *caucasica*) и центральноазиатского (ssp. *central asiatica*) подвидов по 45 природным очагам стран СНГ. Отмечено сохранение в текущем десятилетии разнонаправленной тенденции в динамике эпизоотической активности природных очагов стран СНГ с циркуляцией штаммов *Y. pestis pestis* средневекового биовара филогенетической ветви 2.MED1 и античного биовара филогенетических ветвей 0.ANT5, 4.ANT. Для Российской Федерации в 2021 г. прогнозируется развитие эпизоотий в Горно-Алтайском высокогорном и Тувинском горном природных очагах, обусловленных циркуляцией штаммов *Y. pestis pestis* античного биовара 4.ANT и *Y. pestis* алтайского биовара центральноазиатского подвида 0.РЕ4а. Для Республики Казахстан отмечена высокая вероятность сохранения эпизоотической активности в Северо-Приаральском, Приаральско-Каракумском, Прибалхашском, Мойынкумском, Таукумском пустынных и Илийском межгорном природных очагах с циркуляцией штаммов *Y. pestis pestis* средневекового биовара филогенетической ветви 2.MED1. Для Кыргызской Республики обоснован прогноз на развитие эпизоотий чумы, обусловленных штаммами *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетической ветви 0.ANT5 в Сарыджазском и Верхненарынском высокогорных природных очагах. Отмечена высокая эпидемическая опасность эпизоотических проявлений, обусловленных высоковирулентными штаммами *Y. pestis pestis* античного биовара 0.ANT5, 4.ANT и средневекового биовара 2.MED1 для всей территории стран СНГ. Отмечена актуальность внедрения в практику прогнозов эпидемиологической обстановки, с учетом молекулярно-генетических и эпидемиологических характеристик штаммов *Y. pestis*, циркулирующих на участках ожидаемых эпизоотических проявлений чумы.

Ключевые слова: природные очаги чумы, эпизоотическая активность, штаммы, заболеваемость, прогноз, профилактические мероприятия.

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

Для цитирования: Попов Н.В., Ерошенко Г.А., Карнаухов 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., Щербакова 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

Поступила 01.02.2021. Принята к публ. 02.03.2021.

N.V. Popov¹, G.A. Eroshenko¹, I.G. Karnaukhov¹, A.A. Kuznetsov¹, A.N. Matrosov¹, A.V. Ivanova¹,
E.G. Oglochin¹, K.A. Nikiforov¹, V.M. Korzun³, D.B. Verzhutsky³, E.V. Chipanin³, T.Z. Ayazbaev⁵,
A.K. Dzhaparova⁶, S.K. Berdiev⁶, A.A. Lopatin², V.M. Dubyansky⁴, S.A. Shcherbakova¹,
S.V. Balakhonov³, A.N. Kulichenko⁴, V.V. Kutyrev¹

Epidemiological Situation on Plague in 2020. Forecast of Epizootic Activity of Natural Plague Foci in the Russian Federation and Other CIS Countries for 2021

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

²Plague Control Center, Moscow, Russian Federation;

³Irkutsk Research Anti-Plague Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russian Federation;

⁴Stavropol Research Anti-Plague Institute, Stavropol, Russian Federation;

⁵Masgut Aikimbaev National Scientific Center for Especially Dangerous Infections of the Ministry of Healthcare of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan;

⁶Republican Center for Quarantine and Particularly Dangerous Infections of the Ministry of Health of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyz Republic

Abstract. The aim of the work was to substantiate the forecast of the epidemiological and epizootiological situation in natural foci of plague in the Russian Federation, countries of the near and far abroad for the year of 2021. Characteristics of the distribution of *Yersinia pestis* strains of the main subspecies (subspecies *pestis*) of medieval and antique biovars,

Caucasian (ssp. *caucasica*) and central Asian (ssp. *central asiatica*) subspecies by 45 natural foci of the CIS countries are presented in the paper. The persistence of a multidirectional trend in the dynamics of epizootic activity of natural foci of the CIS countries with the circulation of *Y. pestis pestis* strains of the medieval biovar of the 2.MED1 phylogenetic branch and the antique biovar of the 0.ANT5, 4.ANT phylogenetic branches in the current decade has been outlined. For the Russian Federation, the development of epizootics is predicted in the Gorno-Altai highland and Tuva mountain natural foci caused by the circulation of *Y. pestis pestis* strains of the antique biovar 4.ANT and *Y. pestis* of the Altai biovar of the Central Asian subspecies 0.PE4a in 2021. For the Republic of Kazakhstan, there is a high probability of preserving epizootic activity in the North Aral, Aral-Karakum, Balkhash, Moynunkum, Taukum desert and Ili intermountain natural foci with the circulation of *Y. pestis pestis* strains of the medieval biovar of the phylogenetic branch 2.MED1. For the Kyrgyz Republic, the forecast for the development of plague epizootics caused by *Y. pestis pestis* strains of the antique biovar 0.ANT5 phylogenetic branch in the Sarydzhash and Upper Naryn high-mountain natural foci has been substantiated. A high epidemic risk of epizootic manifestations caused by highly virulent strains of *Y. pestis pestis* of antique biovars 0.ANT5, 4.ANT and medieval biovar 2.MED1 for the entire territory of the CIS countries is noted. The relevance of implementing forecasts of the epidemiological situation into practice, taking into account the molecular-genetic and epidemiological characteristics of *Y. pestis* strains circulating in areas of expected epizootic manifestations of plague, is highlighted.

Key words: natural foci of plague, epizootic activity, strains, morbidity, forecast, preventive measures.

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

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

Citation: 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., Dzhabarova A.K., Berdiev S.K., Lopatin A.A., Dubynsky 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. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2021-1-52-62

Received 01.02.2021. Accepted 02.03.2021.

Popov N.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4099-9261>

Eroshenko G.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5403-989X>

Ivanova A.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4849-3866>

Nikiforov K.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4115-9486>

Dubynsky V.M., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3817-2513>

Shcherbakova S.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1143-4069>

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>

Эпидемические проявления чумы в 2011–2020 гг. зарегистрированы на территории 11 государств; общее число случаев заболеваний составило 6743, из них летальных – 906 (13,4 %) [1–3]. Высокая заболеваемость населения отмечалась в Африке: в Республике Мадагаскар (5451), Демократической Республике Конго (608), Республике Уганда (74) и Объединенной Республике Танзания (61) [4–7]. В Южной и Северной Америке случаи заражения зарегистрированы в Республике Перу (67), Боливии (4) и США (51) [8]. На территории Азии регистрировали спорадическую заболеваемость в Китайской Народной Республике (14), Монголии (16), Российской Федерации (3) и Кыргызской Республике (1) [9–16]. Наиболее сложная эпидемиологическая ситуация в 2011–2020 гг. складывалась на территории Республики Мадагаскар, где в 2017 г. имела место крупная вспышка легочной чумы [17–20]. В 2020 г. в четырех странах мира зарегистрировано 535 случаев заболевания (148 случаев в шести странах в 2019 г.), из которых 37 закончились летальным исходом. Эпидемиологическое неблагополучие отмечалось на территориях Демократической Республики Конго (520 случаев заболевания; 31 летальный), Китайской Народной Республики (4 случая заболевания; 2 летальных), Монголии (6 случаев заболевания; 3 летальных) и США (5 случаев заболевания; 1 летальный).

На территории Российской Федерации и других стран СНГ к настоящему времени подтверждено наличие 45 природных очагов чумы различной биоценотической структуры, функционирование которых связано с циркуляцией штаммов *Yersinia pestis pestis*

средневекового и античного биоваров, кавказского и центральноазиатского подвидов [21, 22]. Общая площадь энзоотичной по чуме территории стран СНГ составляет 2101288 км² [23, 24]. Распределение различных филогенетических популяций *Y. pestis* по территории природных очагов стран СНГ, а также ближнего зарубежья, представлено на рис. 1.

В границах исторического ареала *Y. pestis pestis* филогенетической ветви 2.MED1 на территории Прикаспийской и Туранской низменностей, а также Кавказа и Закавказья к настоящему времени расположено 33 автономных природных очага, в том числе: песчаночье (25), сусликового (6), сурчье (2) типов (табл. 1).

Площадь природных очагов сусликового типа с циркуляцией штаммов *Y. pestis pestis* средневекового биовара 2.MED1 составляет 221347 км²; песчаночье типа – 1728676 км²; сурчье типа – 18442 км². В Джунгарском высокогорном природном очаге циркуляция *Y. pestis* подтверждена только иммунологическими методами, филогенетические исследования не проводились.

На территории Кавказа (Центрально-Кавказский высокогорный очаг) отмечена сочетанная циркуляция штаммов *Y. pestis pestis* средневекового биовара филогенетических ветвей 2.MED1 и 2.MED0. В Закавказье (Приараксинский низкогорный очаг) выявлена сочетанная циркуляция штаммов *Y. pestis pestis* средневекового биовара 2.MED1 и кавказского подвида 0.PE2 [25]. В Таласском Алатау (Таласский высокогорный очаг) зарегистрирована сочетанная циркуляция штаммов *Y. pestis pestis* средневекового

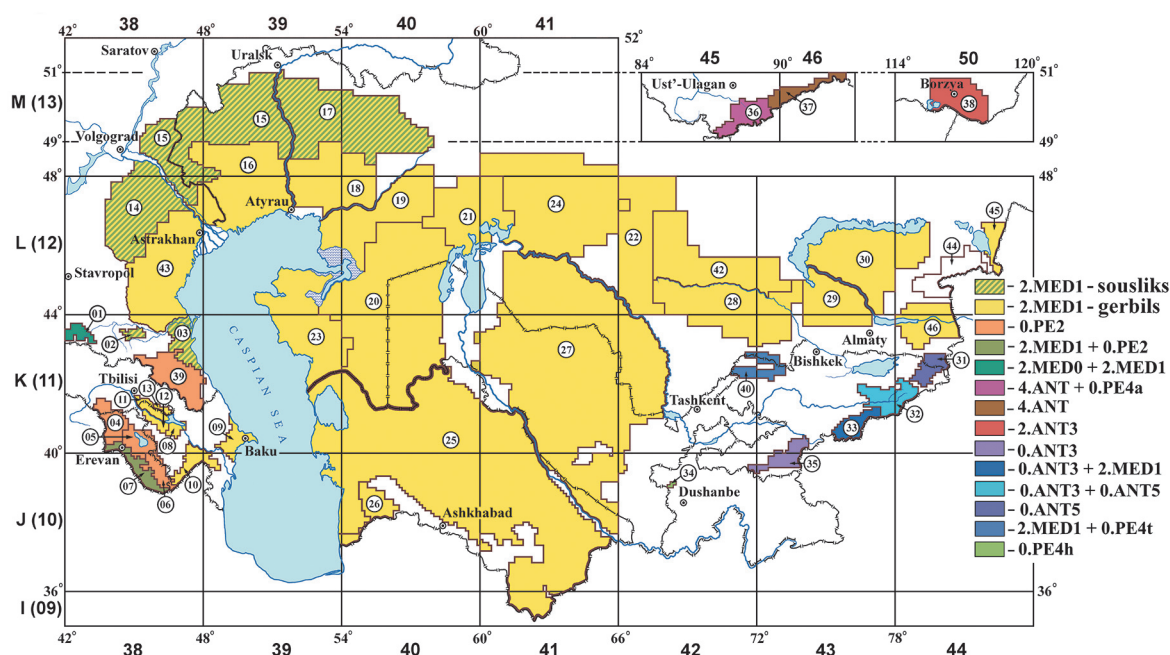


Рис. 1. Распространение различных филогенетических линий *Y. pestis* в 45 природных очагах на территории СНГ и ближнего зарубежья

Fig. 1. Distribution of various phylogenetic lineages of *Y. pestis* in 45 natural foci in the CIS and neighboring countries

биовара 2.MED1 и *Y. pestis* таласского биовара центральноазиатского подвида 0.PE4t. Последние находки зараженных животных на территории Таласского высокогорного природного очага имели место в 1996 г. На Центральном Тянь-Шане (Аксайский высокогорный очаг) выявлена сочетанная циркуляция штаммов *Y. pestis pestis* античного биовара 0.ANT3 и средневекового биовара 2.MED1.

Общая площадь природных очагов (Центрально-Кавказский, Аксайский, Таласский высокогорные, Приараксинский низкогорный), на территории которых отмечена сочетанная циркуляция штаммов *Y. pestis pestis* средневекового биовара 2.MED1 и других филогенетических ветвей разных подвигов, составляет 32531 км² (1,5 % от общей энзоотической по чуме территории стран СНГ).

Общая площадь исторического ареала штаммов *Y. pestis pestis* средневекового биовара 2.MED1 составляет 1959965 км²; т.е. 93,3 % от общей энзоотической по чуме территории стран СНГ. Эпизоотические проявления зарегистрированы на площади 352731 км² (18,0 %), эпидемические – на площади 47241 км² (2,4 %). В XX столетии в разных частях ареала *Y. pestis pestis* средневекового биовара 2.MED1 неоднократно отмечали как длительные перерывы регистрации зараженных животных, так и резкие обострения эпизоотической обстановки [26, 27]. Наблюдаемые пульсации эпизоотической активности отдельных автономных природных очагов *Y. pestis pestis* средневекового биовара 2.MED1 целиком определялись климатическими и антропогенными факторами. Следует полагать, что именно высокая экологическая пластичность штаммов *Y. pestis pestis* средневекового биовара 2.MED1 и

определила возможность их распространения в популяциях широкого видового спектра грызунов, обитающих на территориях Прикаспийской и Туранской низменностей, а также в предгорьях, низкогорьях и высокогорьях Предкавказья, Кавказа, Центрального Тянь-Шаня и Таласского Алатау.

В текущем столетии вследствие влияния современного потепления климата эпизоотический потенциал многих автономных природных очагов сусликового и песчаночьевого типа с циркуляцией штаммов *Y. pestis pestis* средневекового биовара филогенетической ветви 2.MED1 значительно снизился. В 2011–2020 гг. в Российской Федерации штаммы этой ветви выделены только в 2013–2015 гг. на территории Прикаспийского песчаного природного очага. Следует отметить, что в результате проведения в 2014–2015 гг. профилактических мероприятий (дератизация, дезинсекция) на площади всех выявленных в Прикаспийском песчаном природном очаге локальных проявлений чумы эпизоотический процесс был оперативно купирован и распространения штаммов *Y. pestis* на другие территории Северо-Западного Прикаспия и Предкавказья не произошло [28]. В других шести природных очагах чумы Российской Федерации с циркуляцией штаммов *Y. pestis pestis* средневекового биовара ветви 2.MED1 последние находки зараженных животных имели место в Волго-Уральском степном – в 1975 г., Прикаспийском Северо-Западном степном – в 1990 г., Терско-Сунженском низкогорном – в 2000 г., Дагестанском равнинно-предгорном – в 2003 г., Волго-Уральском песчаном – в 2005 г., Центрально-Кавказском высокогорном – в 2007 г.

На территории Республики Казахстан в начале

Таблица 1 / Table 1

Общие сведения о природных очагах *Y. pestis pestis* средневекового биовара филогенетической ветви 2.MED1 на территории стран СНГ и ближнего зарубежья

General information about the natural foci of *Y. pestis pestis* of the medieval biovar of the phylogenetic branch 2.MED1 in the territory of the CIS and neighboring countries

Природный очаг Natural focus		Площадь очага Focus area				
		общая, км² total, km²	с эпизоотиями with epizooties		с эпидемиями with epidemics	
шифр code	название / name of a focus		км²	%	км²	%
Автономные очаги сусликового тина / Autonomous foci of souslik type						
01	Центрально-Кавказский высокогорный (сочетанный очаг 2.MED1 и 2.MED0) / Central-Caucasian high-mountain (combined focus of 2.MED1 and 2.MED0)	4309	3950	91,7	0	0
02	Терско-Сунженский низкогорный / Tersko-Sunzhensky low-mountain	2336	360	15,4	0	0,0
03	Дагестанский равнинно-предгорный / Dagestan plain-piedmont	11150	2100	18,8	0	0,0
14	Прикаспийский Северо-Западный степной / Precaspian North-Western steppe	51152	15540	30,4	4620	9,0
15	Волго-Уральский степной / Volga-Ural steppe	85000	12000	14,1	4030	4,8
17	Урало-Уильский (Зауральский) степной / Ural-Uilsky (Trans-Ural)	67400	6300	9,3	2100	3,1
Автономные очаги песчаночьеого тина / Autonomous foci of the gerbil type						
07	Приараксинский низкогорный (сочетанные очаги 2.MED1 и 0.PE2) / Prearaksinsky low-mountain (combined foci of 2.MED1 and 0.PE2)	9780	-	-	-	-
08–13	Закавказский равнинно-предгорный (мезоочаги: Бозчельский, Кобыстанский, Мильско-Карабахский, Джейранчельский, Гянджа-Казахский, Иорский) / Trans-Caucasian plain-piedmont (meso-foci: Bozchel'sky, Kobystansky, Milsko-Karabakhsky, Dzheiranchel'sky, Gyandzha-Kazakhsky, Iorsky)	25670	-	-	-	-
16	Волго-Уральский песчаный / Volga-Ural sandy	65000	32524	50,0	4395	6,8
18	Урало-Эмбинский пустынный / Ural-Embinsky desert	57700	30842	53,4	715	1,2
19	Предустюртский пустынный / Pre-Ustyurtsky desert	74000	8795	11,8	401	0,5
20	Устюртский пустынный / Ustyurtsky desert	158000	3600*	2,3	100	0,1
21	Северо-Приаральский пустынный / North-Aral Sea desert	46500	20000	43,0	700	1,5
22	Арыкумско-Дарьялыктаырский пустынный / Aryskumsko-Dar'yalyktakyrsky desert	47000	20400	43,4	9300	19,8
23	Мангистауский пустынный / Mangistausky desert	67000	18500	27,6	6500	9,7
24	Приаральско-Каракумский пустынный / Aral Sea-Karakum desert	75000	52000	69,3	4200	5,6
25	Каракумский пустынный / Karakum desert	360000	-	-	-	-
26	Копетдагский равнинно-предгорный / Kopetdagsky plain-piedmont	15000	-	-	-	-
27	Кызылкумский пустынный / Kyzylkum desert	385000	30100*	7,8	6700	1,7
28	Мойынкумский пустынный / Moynkumsky desert	93000	16800	18,0	0	0,0
29	Таукумский пустынный / Taukumsky desert	30000	8900	29,7	100	0,3
30	Прибалхашский пустынный / Prebalkhash desert	70000	18400	26,3	2100	3,0
42	Бетпакалинский пустынный / Betpakdalinsky desert	60000	15600	26,0	0	0,0
43	Прикаспийский песчаный / Precaspian sandy	63276	19620	31,0	880	1,4
45	Приалакольский низкогорный / Pre-Alakol low-mountain	2850	1400	49,1	0	0
46	Илийский межгорный / Ili intermountain	23900	14000	58,5	400	1,7
Автономные очаги сурчьеого тина / Autonomous foci of marmot type						
40	Таласский высокогорный** (сочетанный очаг 2.MED1 и 0.PE4t) / Talas high-mountain (combined focus of 2.MED1 and 0.PE4t)	9942	1000	10,1	0	0,0
	Всего / Total	1959965	352731	18,0	47241	2,4

* – сведения по эпизоотическим и эпидемическим проявлениям чумы даны на территории Республики Казахстан; ** – известен только один штамм 2.MED1, выделенный в Таласском высокогорном очаге.

* – information on epizootic and epidemic manifestations of plague in the territory of the Republic of Kazakhstan is given; ** – only one 2.MED1 strain is known, isolated in the Talas high mountain focus.

текущего столетия в пустынных автономных природных очагах с циркуляцией *Y. pestis pestis* средневекового биовара ветви 2.MED1 последние находки зараженных животных имели место в Волго-Уральском междуречье (Волго-Уральский песчаный – в 2007 г.,

Волго-Уральский степной – в 2001 г.), в Зауралье (Урало-Уильский степной – в 2002 г.), в Урало-Эмбинском междуречье (Урало-Эмбинский пустынный – в 2001 г.), так же как и в очагах Восточного Прикаспия (Предустюртском – в 2009 г., Арыкумско-

Дарьялыктакырском (Зааральском) – в 2011 г., Устюртском – в 2011 г., Мангистауском – в 2011 г.) [29, 30]. Вплоть до настоящего времени в северной подзоне пустынной зоны Республики Казахстан эпизоотическую активность, подтвержденную выделением культур *Y. pestis pestis* средневекового биовара 2.MED1, сохранили только Северо-Приаральский и Приаральско-Каракумский пустынные природные очаги [31]. В центральной части пустынной зоны Казахстана последние проявления эпизоотической активности имели место также на территории Бетпакалинского пустынного очага – в 2014 г. Резкое снижение эпизоотической активности произошло на территории Республики Туркменистан (Копетдагский пустынный очаг – с 1969 г., Каракумский пустынный – с 2005 г.) и Республики Узбекистан (южная часть Кызылкумского пустынного очага – с 2012 г.). В южных и юго-восточных регионах Республики Казахстан высокую эпизоотическую активность регистрировали только в Прибалхашском, Мойынкумском, Таукумском пустынных и Илийском межгорном природных очагах *Y. pestis pestis* средневекового биовара филогенетической ветви 2.MED1 [32].

На территории Кавказа и Закавказья, в границах Закавказского (Гюмрийский, Присеванский, Зангезуро-Карабахский мезоочаги) и Восточно-Кавказского высокогорных природных очагов, с общей площадью в 49850 км² (2,4 % от общей площади энзоотичной по чуме территории стран СНГ), подтверждена циркуляция *Y. pestis pestis* кавказского подвида филогенетической ветви 0.PE2. Последние эпизоотии регистрировали на территории Закавказского высокогорного природного очага в Гюмрийском мезоочаге в 2005 г., в Зангезуро-Карабахском мезоочаге –

в 2006 г. В Восточно-Кавказском высокогорном природном очаге последние находки зараженных животных имели место в 2013 г.

В западной части Памиро-Алайской горной системы, в границах Гиссарского природного очага полевого типа с площадью 400 км² (0,2 % от общей площади энзоотичной по чуме территории стран СНГ), зарегистрирована циркуляция штаммов *Y. pestis pestis* гиссарского биовара центральноазиатского подвида 0.PE4h. Последние находки зараженных животных отмечены здесь в 1991 г.

В горных системах Тянь-Шаня и Памиро-Алая, в расположенных здесь Сарыджазском, Верхненарынском, Аксайском и Алайском высокогорных природных очагах [33], подтверждена циркуляция *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетических ветвей: 0.ANT3 и 0.ANT5. Причем на территории Верхненарынского высокогорного природного очага зарегистрирована сочетанная циркуляция *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетических ветвей 0.ANT3 и 0.ANT5, в Аксайском высокогорном природном очаге – античного биовара филогенетической ветви 0.ANT3 и средневекового биовара ветви 2.MED1.

В горных системах Южной Сибири на территории Тувинского горного и Горно-Алтайского высокогорного природных очагов выявлена циркуляция штаммов *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетической ветви 4.ANT. В Забайкалье расположен одноименный – Забайкальский степной природный очаг сусликового типа, на территории которого ранее (до 1970 г. включительно) регистрировали штаммы *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетической ветви 2.ANT3 (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

Общие сведения о природных очагах с циркуляцией штаммов *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетических ветвей 0.ANT3, 0.ANT5, 2.ANT3, 4.ANT на территории стран СНГ

General information on natural foci with the circulation of *Y. pestis pestis* strains of the antique biovar, phylogenetic branches 0.ANT3, 0.ANT5, 2.ANT3, 4.ANT in the territory of the CIS countries

Природный очаг Natural focus		Площадь очага Focus area				
		общая, км² total, km²	с эпизоотиями with epizooties		с эпидемиями with epidemics	
			км² km²	%	км²	%
шифр code	название / name of a focus					
Автономные очаги сусликового туна / Autonomous foci of souslik type						
37	Тувинский горный (4.ANT) / Tuva mountain (4.ANT)	10826	3702	34,2	0	0,0
38	Забайкальский степной (2.ANT3) / Trans-Baikal steppe (2.ANT3)	18150	5030	27,7	1600	8,8
Автономные очаги сурьчьево туна / Autonomous foci of marmot type						
31	Сарыджазский высокогорный (0.ANT5) / Sarydzhas high-mountain (0.ANT5)	7400	3800	51,4	-	-
32	Верхненарынский высокогорный (сочетанные очаги 0.ANT3+0.ANT5) / Upper-Naryn high-mountain (combined foci of 0.ANT3+0.ANT5)	14500	8000	55,2	100	0,7
33	Акса́йский высокогорный (сочетанный очаг 2.MED1 и ANT3) / Aksai high-mountain (combined focus of 2.MED1 and ANT3)	8500	7500	88,2	0	0,0
35	Ала́йский высокогорный (0.ANT3) / Alai high-mountain (0.ANT3)	4600	2750	59,8	0	0,0
36	Горно-Алта́йский высокогорный (сочетанные очаги 4.ANT +0.PE4a) / Gorno-Altaysky high-mountain (combined foci of 4.ANT +0.PE4a)	11597	2530	21,8	200	1,7
	Всего / Total	75573	33312	44,1	1900	2,5

Общая площадь очагов сусликового и сурочье-го типов с циркуляцией штаммов *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетических ветвей 0.ANT3, 0.ANT5, 2.ANT3, 4.ANT – 75573 км², что составляет 3,6 % от общей площади энзоотичной по чуме территории стран СНГ. Эпизоотические проявления зарегистрированы на площади 33312 км² (44,1 %), эпидемические – на площади 1900 км² (2,5 %). В последнее десятилетие отмечена активизация эпизоотического процесса в горных и высокогорных природных очагах *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетических ветвей 0.ANT5 (Кыргызская Республика), 4.ANT (Российская Федерация).

На территории Российской Федерации в 2011–2020 гг. в Тувинском горном и Горно-Алтайском высокогорном природных очагах с циркуляцией штаммов *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетической ветви 4.ANT отмечено сохранение напряженной эпизоотической и эпидемиологической обстановки [34, 35]. В Горно-Алтайском высокогорном природном очаге циркуляция штаммов *Y. pestis pestis* античного биовара ветви 4.ANT впервые установлена в 2012 г. [36]. В последующие 2013–2020 гг. на территории Горно-Алтайского очага отмечена циркуляция как штаммов *Y. pestis pestis* античного биовара 4.ANT, так и штаммов *Y. pestis* алтайского биовара центральноазиатского подвида 0.ПЕ4а. В 2014–2016 гг. здесь ежегодно регистрировали по одному случаю заражения чумой человека. В Тувинском горном очаге чумы штаммы *Y. pestis pestis* античного биовара 4.ANT выделены в 2012–2016 гг. и 2018–2020 гг.

В 2020 г. на территории Российской Федерации локальные эпизоотии чумы зарегистрированы на

территории Кош-Агачского района Республики Алтай, а также Монгун-Тайгинского, Овюрского и Тэс-Хемского кожуунов Республики Тыва. Эпизоотии чумы выявлены на территории двух (Горно-Алтайский высокогорный и Тувинский горный) из 11 природных очагов чумы Российской Федерации. Общая площадь эпизоотии составила 2604 км². Всего изолировано 19 штаммов *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетической ветви 4.ANT и 4 штамма *Y. pestis* алтайского биовара центральноазиатского подвида 0.ПЕ4а. Штаммы *Y. pestis pestis* античного биовара 4.ANT получены на территории Горно-Алтайского высокогорного (5) и Тувинского горного (14) природных очагов чумы (рис. 2). Штаммы *Y. pestis* алтайского биовара центральноазиатского подвида 0.ПЕ4а выделены в Горно-Алтайском высокогорном природном очаге чумы. В 2020 г. в Горно-Алтайском высокогорном очаге на плоскогорье Укок (участки Калгуты, Вершина р. Калгуты, Ак-Алаха) установлена циркуляция *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетической ветви 4.ANT. Южная граница выявленной новой очаговой территории на плоскогорье Укок проходит по линиям водоразделов хребтов Сайлюгем (западного окончания), Табын-Богдо-Ула, Южный Алтай. Причем хребет Южный Алтай представляет собой крайний южный форпост плоскогорья Укок и практически идентичен с ним в ландшафтном и биоценотическом отношении.

На склонах хребта Южный Алтай широко распространены поселения серого сурка – промыслового вида, имеющего высокую эпидемиологическую значимость в природных очагах чумы Монголии и Республики Алтай. Учитывая высокую вероятность

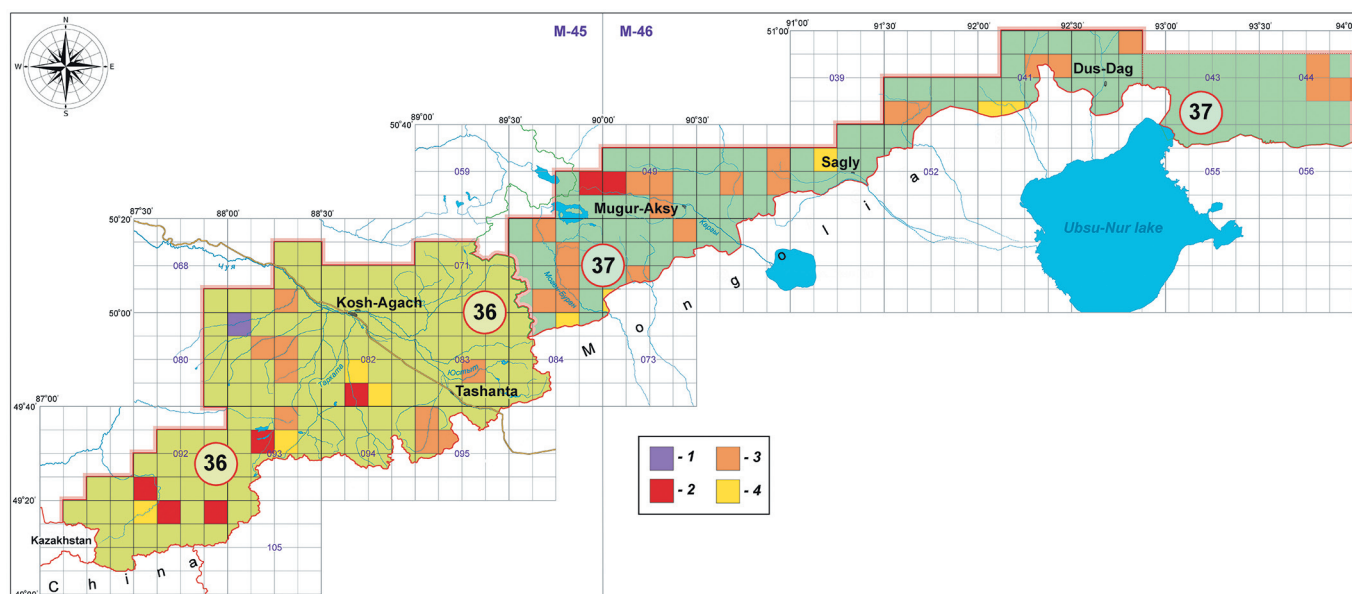


Рис. 2. Эпизоотическая активность Горно-Алтайского высокогорного и Тувинского горного природных очагов чумы в 2020 г.

Сектора: 1 – выделение штаммов *Y. pestis* алтайского биовара центральноазиатского подвида 0.ПЕ4а; 2 – выделение штаммов *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетической ветви 4.ANT; 3 – находки антител и антигенов чумного микроба; 4 – обнаружение ДНК чумного микроба

Fig. 2. Epizootic activity of the Gorno-Altai high-mountain and Tuva mountain natural plague foci in 2020

Sectors: 1 – isolation of *Y. pestis* strains of the Altai biovar of the Central-Asian subspecies 0.ПЕ4а; 2 – isolation of *Y. pestis pestis* strains of the antique biovar of the 4.ANT phylogenetic branch; 3 – findings of antibodies and antigens of the plague microbe; 4 – detection of plague microbe DNA

дальнейшего расширения ареала *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетической ветви 4.ANT в западном направлении, нельзя исключить возможность формирования новой трансграничной очаговой территории в границах хребта Южного Алтая, расположенного на стыке границ четырех государств – России, Монголии, Китая и Казахстана. Западная часть высокогорного хребта Южный Алтай расположена в Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан, восточная – отделяет территорию Российской Федерации от Синьцзян-Уйгурского автономного района Китайской Народной Республики. О наличии природных очагов чумы на склонах хребта Южный Алтай на сопредельной с Россией территории Китайской Народной Республики и Республики Казахстан ничего не известно. В связи с этим необходимо провести эпизоотологический мониторинг горных и высокогорных территорий, расположенных к западу и юго-западу от перевала Укок, в первую очередь в границах Республики Казахстан на участке от верховий р. Бухтарма между ее поймой и хребтом Южный Алтай. Кроме того, в Горно-Алтайском высокогорном природном очаге циркуляция штаммов 4.ANT также впервые выявлена на участке «Правый берег р. Чаган-Бургазы», где ранее регистрировали только *Y. pestis* алтайского биовара центральноазиатского подвида 0.PE4a.

В 2020 г., так же как и в 2016–2019 гг., обеспечение эпидемиологического благополучия в активных Горно-Алтайском высокогорном и Тувинском горном природных очагах явилось, главным образом, результатом выполнения научно обоснованного комплекса профилактических (противоэпидемических) мероприятий, усиления материально-технических и людских ресурсов ФКУЗ «Алтайская противочумная станция», ФКУЗ «Тувинская противочумная станция» Роспотребнадзора за счет командирования специалистов из других противочумных учреждений. В результате ежегодного выполнения «Комплексного плана мероприятий учреждений Роспотребнадзора по оздоровлению Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы в Кош-Агачском районе Республики Алтай» и «Программы дезинсекционных и дератизационных обработок в Горно-Алтайском высокогорном природном очаге чумы», «Комплексного плана по снижению эпидемиологических рисков заболеваний населения в Тувинском горном очаге» усилен контроль за эпидемиологической обстановкой на очаговой территории Российской Федерации и значительно снижены риски заражения населения чумой. Все профилактические (противоэпидемические) мероприятия проводились на участках прогностического обострения эпидемиологической обстановки и носили упреждающий характер [37].

В Кыргызской Республике на территории Сарыджазского высокогорного природного очага с циркуляцией штаммов *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетической ветви 0.ANT5 обострение эпизоотической обстановки имело место в 2012 г.,

после длительного перерыва с 1994 г. В последующие 2013–2020 гг. здесь отмечено сохранение напряженной эпизоотической обстановки с ежегодной регистрацией находок зараженных чумой животных. На фоне эпизоотических проявлений в популяциях серых сурков в 2013 г. в Сарыджазском очаге (Ак-Суйский район Иссык-Кульской области) был зарегистрирован случай заражения человека бубонной формой чумы с летальным исходом. В 2019–2020 гг. в Сарыджазском высокогорном очаге выделено 11 культур *Y. pestis* основного подвида античного биовара филогенетической ветви 0.ANT5. В Верхненарынском высокогорном природном очаге циркуляцию штаммов *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетической ветви 0.ANT5 в поселениях серого сурка регистрировали в 2016–2017 гг. (Иштык-Акширакский участок). В Алайском высокогорном природном очаге эпизоотические проявления не регистрируют с 2009 г. На территории Аксайского высокогорного природного очага с сочетанной циркуляцией штаммов *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетической ветви 0.ANT3 и средневекового биовара филогенетической ветви 2.MED1 эпизоотии чумы не регистрируют с 1985 г.

В условиях потепления климата в текущем десятилетии можно ожидать сохранения разнонаправленной тенденции в динамике эпизоотической активности природных очагов с циркуляцией штаммов *Y. pestis pestis* средневекового биовара филогенетической ветви 2.MED1 и античного биовара филогенетических ветвей 0.ANT5, 4.ANT [38]. На территории Российской Федерации паразитарные системы равнинных природных очагов чумы сусликового и песчаночьего типа с распространением *Y. pestis pestis* средневекового биовара ветви 2.MED1 продолжают оставаться в состоянии глубокой депрессии. Повышение температуры зимних месяцев сопровождается частым наступлением оттепелей, гололедными явлениями, что повышает риски гибели грызунов, в том числе широкого видового спектра песчанок рода *Meriones*. Повышение температур в январе-феврале приводит к раннему, волнообразному выходу из зимней спячки сусликов рода *Spermophilus*, что нарушает гон, приводит к гибели зверьков от бескормицы, затягивает период размножения. Высокие температуры, недостаточное количество осадков в весенне-летние месяцы провоцируют суховеи, выгорание растительности, что негативно сказывается на состоянии кормовой базы грызунов и генеративном потенциале их популяций. В 2020 г. фоновые показатели плотности малого суслика в равнинных природных очагах Северного (Волго-Уральский степной), Северо-Западного Прикаспия (Прикаспийский Северо-Западный степной) и Предкавказья (Дагестанский равнинно-предгорный, Терско-Сунженский низкогорный) не превышали 6,0 особи на 1 га, а общие запасы блох были повсеместно ниже среднемноголетних значений. В природных очагах песчаночьего типа (Волго-Уральский

песчаный, Прикаспийский песчаный) общая плотность полуденной и гребенщиковой песчанок составляла 1–5 особей на 1 га при общем запасе их блох от 20 до 40 экз. на 1 га, что до 10 раз ниже среднепогодного уровня. Сохраняется также депрессивное состояние численности даурского суслика (менее 1 особи на 1 га) на территории Забайкальского степного природного очага.

В условиях горных и высокогорных ландшафтов воздействие современного потепления климата на состояние паразитарных систем горных и высокогорных природных очагов чумы в силу высокой мозаичности ландшафтов выражено в меньшей степени. В 2020 г. в Центрально-Кавказском высокогорном природном очаге сусликового типа, на фоне сохранения высокой численности горного суслика, общие запасы блох вида *Citellophilus tesquorum* снизились. На территории Восточно-Кавказского высокогорного природного очага с циркуляцией *Y. pestis* кавказского подвида филогенетической ветви 0.РЕ2 численность основного носителя – обыкновенной полевки – составила весной 6,3, осенью – 7,2 особи на 1 га, а ее блох – 17 и 66 экз. на 1 га соответственно, что в 4–10 раз ниже их многолетних показателей.

В горных системах Южной Сибири, напротив, сохраняется высокий эпизоотический потенциал Тувинского горного и Горно-Алтайского высокогорного природных очагов чумы. В 2020 г. в Тувинском горном природном очаге показатели численности длиннохвостого суслика сохранились на среднепогодном уровне – 3,1 весной и 9,2 особи на 1 га летом. Численность блох также варьировала в пределах многолетних значений – от 200 до 595 экз. на 1 га. На большей части Горно-Алтайского высокогорного природного очага в 2020 г. показатели численности серого сурка достигали 1,0 жилых бутонов на 1 га. Началось восстановление численности серого сурка по долинам рек Елангаш и Ирбисту, где протекали интенсивные эпизоотии в 2015–2017 гг. Наиболее высокие показатели численности зверьков отмечены в верховьях рек Уландрык, Большие Шибеты, на плоскогорье Укок. Отмечена тенденция роста численности монгольской пищухи и длиннохвостого суслика. Сохраняется высокий уровень обилия основных переносчиков возбудителя чумы. Все это создает в высокогорных районах условия для дальнейшего развития локальных эпизоотий, обусловленных циркуляцией *Y. pestis pestis* античного биовара 4.ANT в поселениях серого сурка и длиннохвостого суслика. Также сохраняются условия для развития локальных эпизоотий, обусловленных циркуляцией *Y. pestis* алтайского биовара центральноазиатского подвида 0.РЕ4а в поселениях монгольской пищухи.

Таким образом, в 2021 г. на энзоотичной по чуме территории Российской Федерации в соответствии с долгосрочным эпизоотологическим прогнозом сохранение напряженной эпидемиологической обстановки ожидается в Горно-Алтайском высокогорном

и Тувинском горном природных очагах чумы, где на территории Республики Алтай (Кош-Агачский район) и Республики Тыва (Монгун-Тайгинский, Овюрский и Тэс-Хемский кожууны) есть все условия для развития эпизоотий, обусловленных циркуляцией штаммов *Y. pestis pestis* античного биовара 4.ANT и *Y. pestis* алтайского биовара центральноазиатского подвида 0.РЕ4а. Не ожидается активизации в 2021 г. природных очагов *Y. pestis pestis* средневекового биовара филогенетической ветви 2.MED1 (Центрально-Кавказский высокогорный, Терско-Сунженский низкогорный, Дагестанский равнинно-предгорный, Прикаспийский Северо-Западный степной, Волго-Уральский степной, Волго-Уральский песчаный, Прикаспийский песчаный), *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетической ветви 2.ANT3 (Забайкальский степной) и *Y. pestis* кавказского подвида филогенетической ветви 0.РЕ2 (Восточно-Кавказский высокогорный). Благоприятный эпизоотологический прогноз распространяется и на природные очаги *Y. pestis pestis* средневекового биовара филогенетической ветви 2.MED1 (Закавказский равнинно-предгорный, Приараксинский низкогорный) и *Y. pestis* кавказского подвида филогенетической ветви 0.РЕ2 (Закавказский высокогорный), расположенные на территории Азербайджанской Республики, Грузии и Республики Армения.

На территории Республики Казахстан сохранение высокой эпизоотической активности прогнозируется в Северо-Приаральском, Приаральско-Каракумском, Прибалхашском, Мойынкумском, Таукумском пустынных и Илийском межгорном природных очагах с циркуляцией штаммов *Y. pestis pestis* средневекового биовара филогенетической ветви 2.MED1. В Кыргызской Республике развитие эпизоотий чумы, обусловленных штаммами *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетической ветви 0.ANT5, ожидается на территории Сарыджазского и Верхненаарынского высокогорных природных очагов. Данные о состоянии природных очагов чумы на территории Республики Туркменистан, Республики Узбекистан, Республики Таджикистан отсутствуют. Настоящий прогноз впервые позволяет выполнять прогностические оценки изменения эпидемиологической обстановки с учетом молекулярно-генетических и эпидемиологических характеристик штаммов, циркулирующих на участках ожидаемых эпизоотических проявлений чумы.

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

Список литературы

1. Bertherat E. Plague around the world, 2010–2015. *Wkly Epidemiol. Rec.* 2016; 91(8):89–104. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.who.int/wer/2016/wer9108.pdf?ua=1> (дата обращения 20.01.2021).
2. Zeppelini C.G., de Almeida A.M., Cordeiro-Estrela P. Zoonoses as ecological entities: a case review of plague. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2016; 10(10):e0004949. DOI: 10.1371/journal.pntd.0004949.

3. Bertherat E. Plague around the world in 2019. *Wkly Epidemiol. Rec.* 2019; 94(25):289–292. [Электронный ресурс]. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/325482> (дата обращения 20.01.2021).
4. Butler T. Plague into the 21st century. *Clin. Infect. Dis.* 2009; 49:736–42. DOI: 10.1086/604718.
5. MacMillan K., Monaghan A.J.K., Apangu T., Griffith K.S., Mead P.S., Acayo S., Acidri R., Moore S.M., Mpanja J.T., Ensore R.E., Gage K.L., Eisen R.J. Climate predictors of the spatial distribution of human plague cases in the West Nile region of Uganda. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 2012; 86(3):514–23. DOI: 10.4269/ajtmh.2012.11-0569.
6. Piarroux R., Abedi A.A., Shako J.C., Kebela B., Karhemere S., Diatta G., Davoust B., Raoult D., Drancourt M. Plague epidemics and lice, Democratic Republic of the Congo. *Emerg. Infect. Dis.* 2013; 19(3):505–6. DOI: 10.3201/eid1903.121542.
7. Abedi A.A., Shako J.C., Gaudart J., Sudre B., Ilunga B.K., Shamamba S.K.B., Diatta G., Davoust B., Tamfum 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.
8. Campbell S.B., Nelson C.A., Hincley A.F., Kugeler K.J. Animal exposure and human plague, United States, 1970–2017. *Emerg. Infect. Dis.* 2019; 25(12):2270–3. DOI: 10.3201/eid2512.191081.
9. Qin C.Y., Xu L., Zhang R.Z., Liu Q.Y., Li G.C., Fang X.Y. [Eco-geographic landscapes of natural plague foci in China v. biological characteristics of major natural reservoirs of *Yersinia pestis*]. [In Chinese]. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi.* 2012; 33(7):692–7.
10. Вержущий Д.Б., Адьясурэн З. Природные очаги чумы в Монголии: Аннотированный список. *Байкальский зоологический журнал.* 2019; 2:92–103.
11. Адьясурэн Э., Цэрэнноров Д., Мягмар Ж., Ганхуяг Ц., Отгонбаяр Д., Баяр Ц., Вержущий Д.Б., Ганболд Д., Балахонов С.В. Современная ситуация в природных очагах чумы Монголии. *Дальневосточный журнал инфекционной патологии.* 2014; 25: 22–5.
12. Ge P., Xi J., Ding J., Jin F., Zhang H., Guo L., Zhang J., Li J., Gan Z., Wu B., Liang J., Wang Xin, Wang Xinhua. Primary case of human pneumonic plague occurring in a Himalayan marmot natural focus area Gansu Province, China. *Int. J. Infect. Dis.* 2015; 33:67–70. DOI: 10.1016/j.ijid.2014.12.044.
13. Zhao S.-S., Pulati Y., Yin X.-P., Li W., Wang B.-J., Yang K., Chen C.-F., Wang Y.-Z. Wildlife plague surveillance near the China–Kazakhstan border: 2012–2015. *Transbound. Emerg. Dis.* 2017; 64(6):e48–e51. DOI: 10.1111/tbed.12603.
14. Wang H., Cui Y., Wang Z., Wang X., Guo Z., Yan Y., Li C., Cui B., Xiao X., Yang Y., Qi Z., Wang G., Wei B., Yu S., He D., Chen H., Chen G., Song Y., Yang R. A dog-associated primary pneumonic plague in Qinghai Province, China. *Clin. Infect. Dis.* 2019; 52(2):185–90. DOI: 10.1093/cid/ciq107.
15. Арутюнов Ю.И., Пичурина Н.Л., Судьина Л.В., Трухачев А.Л. Чума в Китае: эпидемиологические и эпизоотологические аспекты. *Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение.* 2019; 8(3):70–7. DOI: 10.24411/23053496-2019-13011.
16. Feng Y., Fan M., Gao Y., Li J., Zhang D., Wang S., Wang W. Epidemiological features of four human plague cases in the Inner Mongolia Autonomous Region, China in 2019. *Biosafety and Health.* 2020; 2:44–8. DOI: 10.1016/j.bsheat.2020.02.005.
17. Andrianivoarimanana V., Kreppel K., Elissa N., Duplantier J.-M., Carniel E., Rajerison M., Jambou R. Understanding the persistence of plague foci in Madagascar. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2013; 7(11):e2382. DOI: 10.1371/journal.pntd.0002382.
18. Tsuzuki S., Lee H., Miura F., Chan Y.H., Jung S.M., Akhmetzhanov A.R., Nishiura H. Dynamics of the pneumonic plague epidemic in Madagascar, August to October 2017. *Euro Surveill.* 2017; 22(46):17-00710. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2017.22.46.17-00710.
19. Popova A.Yu., Shcherbakova S.A., Sizova Ya.V., Popov N.V., Eroshenko G.A., Bugorkova S.A., Toporkov V.P., Kuttyrev V.V. Factors contributing to high frequency of epidemic manifestations of plague on Madagascar. *Infect. Dis. Transl. Med.* 2018; 4(1):7–13. DOI: 10.11979/itdm.201801004.
20. Vallès X., Stenseth N.C., Demeure C., Horby P., Mead P.S., Cabanillas O., Ratsitorahina M., Rajerison M., Andrianivoarimanana V., Ramasindrazana B., Pizarro-Cerda J., Scholz H.C., Girod R., Hinnebusch B.J., Vigan-Womas L., Fontanet A., Wagner D.M., Telfer S., Yazdanpanah Y., Tortosa P., Carrara G., Deuve J., Belmain S.R., D’Orazio E., Baril L. Human plague: An old scourge that needs new answers. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2020; 14(8):e0008251. DOI: 10.1371/journal.pntd.0008251.
21. Eroshenko G.A., Nosov N.Y., Krasnov Y.M., Oglodin Y.G., Kukleva L.M., Guseva N.P., Kuznetsov A.A., Abdikarimov S.T., Dzharparova A.K., Kuttyrev V.V. *Yersinia pestis* strains of ancient phylogenetic branch 0.ANT are widely spread in the high-mountain plague foci of Kyrgyzstan. *PLoS One.* 2017; 12(10):e0187230. DOI: 10.1371/journal.pone.0187230.
22. Kuttyrev V.V., Eroshenko G.A., Motin V.L., Nosov N.Y., Krasnov J.M., Kukleva L.M., Nikiforov K.A., Al’kova Z.V., Oglodin E.G., Guseva N.P. Phylogeny and classification of *Yersinia pestis* through the lens of strains from the plague foci of Commonwealth of Independent States. *Front. Microbiol.* 2018; 9:1106. DOI: 10.3389/fmicb.2018.01106.
23. Атлас распространения особо опасных инфекций в Республике Казахстан. Алматы: КНЦКЗИ; 2012. 232 с.
24. Попова А.Ю., Кутырев В.В., редакторы. Кадастр эпидемических и эпизоотических проявлений чумы на территории Российской Федерации и стран ближнего зарубежья (с 1876 по 2016 год). Саратов: ООО «Амирит»; 2016. 248 с.
25. Никифоров К.А., Мелляхова Ж.В., Куклева Л.М., Нарышкина Е.А., Оглодин Е.Г., Ерошенко Г.А., Кутырев В.В. Филогенетический анализ штаммов *Yersinia pestis* кавказского подвиды из очагов Кавказа и Закавказья по данным полногеномного секвенирования. *Генетика.* 2019; 55(4):398–405. DOI: 10.1134/S0016675819040076.
26. 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(39):3–10.
27. Хронологический атлас-справочник заболеваний чумой на территории Среднеазиатского пустынного природного очага чумы в пределах Республики Казахстан. Алматы; 2020. 276 с.
28. Кутырев В.В., Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Демина Ю.В., Пакскина Н.Д., Безсмертный В.Е., Топорков В.П., Попов Н.В., Кабин В.В., Яшкульов К.Б., Бамматов Д.М., Ковтунов А.И., Санджиев Д.Н., Зенкевич Е.С., Гражданов А.К., Матросов А.Н., Кузнецов А.А., Шарова И.Н., Лопатин А.А., Григорьев М.П., Куличенко А.Н. Обеспечение эпидемиологического благополучия по чуме в условиях обострения эпизоотической обстановки в Прикаспийском песчаном природном очаге в 2014 г. *Проблемы особо опасных инфекций.* 2015; 4:22–9. DOI: 10.21055/0370-1069-2015-4-22-29.
29. Хамзин Т.Х., Сараев Ф.А., Козулина И.Г., Насиханова К.Н., Башмакова А.А., Мелляхова Ж.В., Башмаков А.А. Активность эпизоотий в Волго-Уральском песчаном очаге чумы на территории Атырауской области в последнее десятилетие и численность основных носителей. *Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане.* 2017; 1-2(34-35):34–6.
30. Попова А.Ю., Кутырев В.В., редакторы. Обеспечение эпидемиологического благополучия в природных очагах чумы на территории стран СНГ и Монголии в современных условиях. Ижевск: ООО «Принт»; 2018. 336 с. DOI: 10.23648/PRNT.2445.
31. Избанова У.А., Лухнова Л.Ю., Ерубаев Т.К., Мека-Меченко Т.В., Балибаев М.Б., Аяпов К.А., Кожамжаров Н., Зерханулы Е., Ботабаева Д., Ербошаева Э., Рысбекова А., Ким Г., Абиева А., Кунжан Н. Эпизоотическая ситуация по чуме на территории космодрома «Байконур» и сопредельных с комплексом космодрома «Байконур» природных очагов чумы в период с 2017 по 2019 годы. *Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане.* 2020; 2(41):17–23.
32. Атшабар Б.Б., Бурделов Л.А., Избанова У.А., Лухнова Л.Ю., Мека-Меченко Т.В., Мека-Меченко В.Г., Куница Т.Н., Садовская В.П., Саптаев С.К., Сарматова А.Б., Сансызбаев Е.Б., Нурмаханов Т.И., Абдел З.Ж., Кожамметова М.К., Аймаханов Б.К., Кузнецов А.Н., Сагиев З.А., Кульбаева М.М., Алыбаев С.Д., Бекшин Ж.М., Есмагаметова А.С., Жумадилова З.Б., Казаков С.В., Куатбаева А.М. Паспорт регионов Казахстана по особо опасным инфекциям. *Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане.* 2015; 1(31):1–178.
33. Абдел З.Ж. Природные очаги чумы Тянь-Шанской горной системы Казахстана и Кыргызстана. Алматы: КНЦКЗИ; 2019. 168 с.
34. Корзун В.М., Балахонов С.В., Косилко С.А., Михайлов Е.П., Мищенко А.И., Денисов А.В., Рождественский Е.Н., Чипанин Е.В., Базарова Г.Х., Ярыгина М.Б., Абибулаев Д.Э., Шефер В.В. Особенности эпизоотической и эпидемической активности Горно-Алтайского природного очага чумы в 2012–2016 годах. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика.* 2017; 1:36–8.
35. Балахонов С.В., Корзун В.М., Вержущий Д.Б., Чипанин Е.В., Михайлов Е.П., Денисов А.В., Глушков Э.А., Акимова И.С. Особенности эпизоотической активности горных природных очагов чумы Сибири в XXI веке. *Здоровье населения и среда обитания.* 2014; 12:48–50.
36. Корзун В.М., Балахонов С.В., Денисов А.В., Чипанин Е.В., Косилко С.А., Рождественский Е.Н., Михайлов Е.П., Мищенко А.И., Базарова Г.Х., Ярыгина М.Б. Интродукция возбудителя чумы основного подвиды в поселения серого сурука в Юго-Восточном Алтае. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни.* 2017; 4:20–9.
37. Попова А.Ю., Кутырев В.В., Балахонов С.В., Ежлова Е.Б., Демина Ю.В., Пакскина Н.Д., Щучинов Л.В., Попов Н.В., Косилко С.А., Дубровина В.И., Корзун В.М., Михайлов Е.П., Мищенко А.И., Денисов А.В., Рождественский Е.Н., Бугоркова С.А., Ерошенко Г.А., Краснов Я.М., Топорков В.П.,

Слудский А.А., Раздорский А.С., Матросов А.Н., Поршаков А.М., Лопатин А.А., Щербакова С.А. Координация мероприятий противочумных учреждений Роспотребнадзора по оздоровлению Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы в 2016 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2016; 4:5–10. DOI: 10.21055/0370-1069-2016-4-5-10.

38. Попов Н.В., Ерошенко Г.А., Карнаухов И.Г., Кузнецов А.А., Матросов А.Н., Иванова А.В., Поршаков А.М., Ляпин М.Н., Корзун В.М., Вержуцкий Д.Б., Аязбаев Т.З., Лопатин А.А., Ашибоков У.М., Балахонов С.В., Куличенко А.Н., Кутырев В.В. Эпидемиологическая и эпизоотическая обстановка по чуме в Российской Федерации и прогноз ее развития на 2020–2025 гг. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2020; 1:43–50. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-1-43-50.

References

- Bertherat E. Plague around the world, 2010–2015. *Wkly Epidemiol. Rec.* 2016; 91(8):89–104. (Cited: January 20, 2021). [Internet]. Available from: <http://www.who.int/wer/2016/wer9108.pdf?ua=1>.
- Zeppelini C.G., de Almeida A.M., Cordeiro-Estrela P. Zoonoses as ecological entities: a case review of plague. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2016; 10(10):e0004949. DOI: 10.1371/journal.pntd.0004949.
- Bertherat E. Plague around the world in 2019. *Wkly Epidemiol. Rec.* 2019; 94(25):289–292. (Cited: January 20, 2021). [Internet]. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/325482>.
- Butler T. Plague into the 21st century. *Clin. Infect. Dis.* 2009; 49:736–42. DOI: 10.1086/604718.
- MacMillan K., Monaghan A.J.K., Apang T., Griffith K.S., Mead P.S., Acayo S., Acidri R., Moore S.M., Mpanga J.T., Ensore R.E., Gage K.L., Eisen R.J. Climate predictors of the spatial distribution of human plague cases in the West Nile region of Uganda. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 2012; 86(3):514–23. DOI: 10.4269/ajtmh.2012.11-0569.
- Piarroux R., Abedi A.A., Shako J.C., Kebela B., Karhemere S., Diatta G., Davoust B., Raoult D., Drancourt M. Plague epidemics and lice, Democratic Republic of the Congo. *Emerg. Infect. Dis.* 2013; 19(3):505–6. DOI: 10.3201/eid1903.121542.
- Abedi A.A., Shako J.C., Gaudart J., Sudre B., Ilunga B.K., Shamamba S.K.B., Diatta G., Davoust B., Tamfum 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.
- Campbell S.B., Nelson C.A., Hinckley A.F., Kugeler K.J. Animal exposure and human plague, United States, 1970–2017. *Emerg. Infect. Dis.* 2019; 25(12):2270–3. DOI: 10.3201/eid2512.191081.
- Qin C.Y., Xu L., Zhang R.Z., Liu Q.Y., Li G.C., Fang X.Y. [Eco-geographic landscapes of natural plague foci in China v. biological characteristics of major natural reservoirs of *Yersinia pestis*]. [In Chinese]. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*. 2012; 33(7):692–7.
- Verzhutsky D.B., Adjasuren Z. [Natural foci of plague in Mongolia: Annotated list]. *Baikalsky Zoologicheskyy Zhurnal [Baikal Zoological Journal]*. 2019; 2:92–103.
- Adjasuren E., Tserenrhorov D., Myagmar Zh., Gankhuyag Ts., Otgonbayar D., Bayar Ts., Verzhutsky D.B., Ganbold D., Balakhonov S.V. [The current situation in the natural foci of plague in Mongolia]. *Dal'nevostochnyy Zhurnal Infektsionnoy Patologii. [Far Eastern Journal of Infectious Pathology]*. 2014; 25:22–5.
- Ge P., Xi J., Ding J., Jin F., Zhang H., Guo L., Zhang J., Li J., Gan Z., Wu B., Liang J., Wang X., Wang Xinhua. Primary case of human pneumonic plague occurring in a Himalayan marmot natural focus area Gansu Province, China. *Int. J. Infect. Des.* 2015; 33:67–70. DOI: 10.1016/j.ijid.2014.12.044.
- Zhao S.-S., Pulati Y., Yin X.-P., Li W., Wang B.-J., Yang K., Chen C.-F., Wang Y.-Z. Wildlife plague surveillance near the China–Kazakhstan border: 2012–2015. *Transbound. Emerg. Dis.* 2017; 64(6):e48–e51. DOI: 10.1111/tbed.12603.
- Wang H., Cui Y., Wang Z., Wang X., Guo Z., Yan Y., Li C., Cui B., Xiao X., Yang Y., Qi Z., Wang G., Wei B., Yu S., He D., Chen H., Chen G., Song Y., Yang R. A dog-associated primary pneumonic plague in Qinghai Province, China. *Clin. Infect. Dis.* 2019; 52(2):185–90. DOI: 10.1093/cid/ciq107.
- Arutyunov Yu.I., Pichurina N.L., Sud'ina L.V., Trukhachev A.L. [Plague in China: Epidemiological and Epizootic Aspects]. *Infektsionnye Bollezni: Novosti, Meneniya, Obuchenie [Infectious Diseases: News, Opinions, Training]*. 2019; 8(3):70–7. DOI: 10.24411/23053496-2019-13011.
- Feng Y., Fan M., Gao Y., Li J., Zhang D., Wang S., Wang W. Epidemiological features of four human plague cases in the Inner Mongolia Autonomous Region, China in 2019. *Biosafety and Health.* 2020; 2:44–8. DOI: 10.1016/j.bsheal.2020.02.005.
- Andrianaivoarimanana V., Kreppel K., Elissa N., Duplantier J.-M., Carniel E., Rajerison M., Jambou R. Understanding the persistence of plague foci in Madagascar. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2013;

7(11):e2382. DOI: 10.1371/journal.pntd.0002382.

18. Tsuzuki S., Lee H., Miura F., Chan Y.H., Jung S.M., Akhmetzhanov A.R., Nishiura H. Dynamics of the pneumonic plague epidemic in Madagascar, August to October 2017. *Euro Surveill.* 2017; 22(46):17-00710. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2017.22.46.17-00710.

19. Popova A.Yu., Shcherbakova S.A., Sizova Ya.V., Popov N.V., Eroshenko G.A., Bugorkova S.A., Toporkov V.P., Kutyrev V.V. Factors contributing to high frequency of epidemic manifestations of plague on Madagascar. *Infect. Dis. Transl. Med.* 2018; 4(1):7–13. DOI: 10.11979/itdm.201801004.

20. Vallès X., Stenseth N.C., Demeure C., Horby P., Mead P.S., Cabanillas O., Ratsitorahina M., Rajerison M., Andrianaivoarimanana V., Ramasindrazana B., Pizarro-Cerda J., Scholz H.C., Girod R., Hinnebusch B.J., Vigan-Womas I., Fontanet A., Wagner D.M., Telfer S., Yazdanpanah Y., Tortosa P., Carrara G., Deuve J., Belmain S.R., D'Ortenzio E., Baril L. Human plague: An old scourge that needs new answers. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2020; 14(8):e0008251. DOI: 10.1371/journal.pntd.0008251.

21. Eroshenko G.A., Nosov N.Y., Krasnov Y.M., Oglodin Y.G., Kukleva L.M., Guseva N.P., Kuznetsov A.A., Abdikarimov S.T., Dzhanparova A.K., Kutyrev V.V. *Yersinia pestis* strains of ancient phylogenetic branch O.ANT are widely spread in the high-mountain plague foci of Kyrgyzstan. *PLoS One.* 2017; 12(10):e0187230. DOI: 10.1371/journal.pone.0187230.

22. Kutyrev V.V., Eroshenko G.A., Motin V.L., Nosov N.Y., Krasnov Y.M., Kukleva L.M., Nikiforov K.A., Al'khova Z.V., Oglodin E.G., Guseva N.P. Phylogeny and classification of *Yersinia pestis* through the lens of strains from the plague foci of Commonwealth of Independent States. *Front. Microbiol.* 2018; 9:1106. DOI: 10.3389/fmicb.2018.01106.

23. [Atlas of the spread of particularly dangerous infections in the Republic of Kazakhstan]. Almaty: Kazakh Scientific Center of Quarantine and Zoonotic Infections; 2012. 232 p.

24. Popova A.Yu., Kutyrev V.V., editors. [Cadastre of Epidemic and Epizootic Manifestations of Plague in the Territory of the Russian Federation and Neighboring Countries (1876–2016)]. Saratov: LLC “Amirit”; 2016. 248 p.

25. Nikiforov K.A., Al'khova Zh.V., Kukleva L.M., Naryshkina E.A., Oglodin E.G., Eroshenko G.A., Kutyrev V.V. [Phylogenetic analysis of *Yersinia pestis* strains of the Caucasian subspecies from the foci of the Caucasus and Transcaucasia according to the data of whole genome sequencing]. *Genetika [Genetics]*. 2019; 55(4):398–405. DOI: 10.1134/S0016675819040076.

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

27. [Chronological atlas-reference book of plague cases in the territory of the Central Asian desert natural plague focus within the boundaries of the Republic of Kazakhstan]. Almaty; 2020. 276 p.

28. Kutyrev V.V., Popova A.Yu., Ezhlova E.B., Demina Yu.V., Paksina N.D., Bezsmertny V.E., Toporkov V.P., Popov N.V., Kabin V.V., Yashkulov K.B., Bamatov D.M., Kovtunov A.I., Sandzhiev D.N., Zenkevich E.S., Grazhdanov A.K., Matrosov A.N., Kuznetsov A.A., Sharova I.N., Lopatin A.A., Grigor'ev M.P., Kulichenko A.N. [Provision of Epidemiological Welfare on Plague under Aggravation of Epizootic Situation in the Pre-Caspian Sandy Natural Plague Focus in 2014]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2015;(4):22–29. DOI: 10.21055/0370-1069-2015-4-22-29.

29. Khamzin T.Kh., Saraev F.A., Kozulina I.G., Nasikhanova K.N., Bashmakova A.A., Mellyatova I.B., Bashmakov A.A. [Epizootic activity in the Volga-Ural sandy plague focus on the territory of the Atyrau region in the last decade and the number of the main carriers]. *Karantinyne i Zoonoznye Infektsii v Kazakhstane. [Quarantine and zoonotic infections in Kazakhstan]*. 2017; 1–2(34–35):34–6.

30. Popova A.Yu., Kutyrev V.V., editors. [Ensuring Epidemiological Well-Being in Natural Plague Foci in the Territory of the CIS Countries and Mongolia under Current Conditions]. Izhevsk: LLC “Print”; 2018. 336 p. DOI: 10.23648/PRNT.2445.

31. Izbanova U.A., Lukhnova L.Yu., Erubaev T.K., Meka-Mechenko T.V., Balibaev M.B., Ayapov K.A., Kozhamzharov N., Zerkhanuly E., Botabaeva D., Erboshaeva E., Rysbekova A., Kim G., Abieva A., Kunzhan N. [Epizootic situation on plague in the territory of the “Baikonur” space-vehicle launching site and adjacent to it natural foci of during the period of 2017–2019]. *Karantinyne i Zoonoznye Infektsii v Kazakhstane [Quarantine and zoonotic infections in Kazakhstan]*. 2020; 2(41):17–23.

32. Atshabar B.B., Burdellov L.A., Izbanova U.A., Lukhnova L.Yu., Meka-Mechenko T.V., Meka-Mechenko V.G., Kunitsa T.N., Sadovskaya V.P., Saptayev S.K., Sarmantayeva A.B., Sansyzbaev E.B., Nurmakanov T.I., Abdel Z.Zh., Kozhakhmetova M.K., Aimakhanov B.K., Kuznetsov A.N., Sagiev Z.A., Kul'baeva M.M., Alybaev S.D., Bekshin Zh.M., Esmagametova A.S., Zhumadilova Z.B., Kazakov S.V., Kuatbaeva A.M. [Passport of the regions of Kazakhstan for particularly dangerous infections]. *Karantinyne i Zoonoznye Infektsii v Kazakhstane [Quarantine and zoonotic infections in Kazakhstan]*.

2015; 1(31):1–178.

33. Abdel Z.Zh. [Natural Foci of Plague in the Tien Shan Mountain System of Kazakhstan and Kyrgyzstan]. Almaty: Kazakh Scientific Center of Quarantine and Zoonotic Infections; 2019. 168 p.

34. Korzun V.M., Balakhonov S.V., Kosilko S.A., Mikhailov E.P., Mishchenko A.I., Denisov A.V., Rozhdestvensky E.N., Chipanin E.V., Bazarova G.Kh., Yarygina M.B., Abibulaev D.E., Shefer V.V. [Peculiarities of the epizootic and epidemic activity of the Gorno-Altai natural plague focus in 2012–2016]. *Epidemiologiya i Vaktsinoprofilaktika [Epidemiology and Vaccinal Prevention]*. 2017; 1:36–8.

35. Balakhonov S.V., Korzun V.M., Verzhutskiy D.B., Chipanin E.V., Mikhailov E.P., Denisov A.V., Glushkov E.A., Akimova I.S. [Features of the epizootic activity of natural mountain foci of plague in Siberia in the XXI century]. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya [Public Health and Life Environment]*. 2014; 12:48–50.

36. Korzun V.M., Balakhonov S.V., Denisov A.V., Chipanin E.V., Kosilko S.A., Rozhdestvensky E.N., Mikhailov E.P., Mishchenko A.I., Bazarova G.Kh., Yarygina M.B. [Introduction of the plague causative agent of the main subspecies into the settlements of the gray marmot in the South-Eastern Altai]. *Meditsinskaya Parazitologiya i Parazitarnye Bolezni [Medical parasitology and parasitic diseases]*. 2017; 4:20–9.

37. Popova A.Yu., Kuttyrev V.V., Balakhonov S.V., Ezhlova E.B., Demina Yu.V., Paskina N.D., Shchuchinov L.V., Popov N.V., Kosilko S.A., Dubrovina V.I., Korzun V.M., Mikhailov E.P., Mishchenko A.I., Denisov A.V., Rozhdestvensky E.N., Bugorkova S.A., Eroshenko G.A., Krasnov Y.M., Toporkov V.P., Sludsky A.A., Razdorsky A.S., Matrosov A.N., Porshakov A.M., Lopatin A.A., Shcherbakova S.A. [Coordination of Measures of Plague Control Institutions, Aimed at Rehabilitation and Sanitation of Gorno-Altai High-Mountain Natural Plague Focus in 2016]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2016; 4:5–10. DOI: 10.21055/0370-1069-2016-4-5-10.

38. Popov N.V., Eroshenko G.A., Karnaukhov I.G., Kuznetsov A.A., Matrosov A.N., Ivanova A.V., Porshakov A.M., Lyapin M.N., Korzun V.M., Verzhutsky D.B., Ayazbaev T.Z., Lopatin A.A., Ashibokov U.M., Balakhonov S.V., Kulichenko A.N., Kuttyrev V.V. [Epidemiological and Epizootic Situation on Plague in the Russian Federation and Forecast for Its Development for 2020–2025]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2020; 1:43–50. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-1-43-50.

Authors:

Popov N.V., Eroshenko G.A., Karnaukhov I.G., Kuznetsov A.A., Matrosov A.N., Ivanova A.V., Oglozin E.G., Nikiforov K.A., Shcherbakova S.A., Kuttyrev V.V. Russian Research Anti-Plague Institute “Microbe”. 46, Universitetskaya St., Saratov, 410005, Russian Federation. E-mail: rusrap@microbe.ru.

Lopatin A.A. Plague Control Center. 4, Musorgskogo St., Moscow, 127490, Russian Federation. E-mail: protivochym@nl.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., Kulichenko A.N. Stavropol Research Anti-Plague Institute. 13–15, Sovetskaya St., Stavropol, 355035, Russian Federation. E-mail: stavnipchi@mail.ru.

Ayazbaev T.Z. Masgut Aikimbaev National Scientific Center for Especially Dangerous Infections of the Ministry of Healthcare of the Republic of Kazakhstan. 14, Zhahanger St., Almaty, Republic of Kazakhstan. E-mail: info@nncoi.kz.

Dzhaparova A.K., Berdiev S.K. Republican Center for Quarantine and Particularly Dangerous Infections of the Ministry of Health of the Kyrgyz Republic. 92, Skryabina St., Bishkek, Kyrgyz Republic. E-mail: rckooi@mail.ru.

Об авторах:

Попов Н.В., Ерошенко Г.А., Карнаухов И.Г., Кузнецов А.А., Матросов А.Н., Иванова А.В., Оглозин Е.Г., Никифоров К.А., Щербакова С.А., Кутырев В.В. Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб». Российская Федерация, 410005, Саратов, ул. Университетская, 46. E-mail: rusrap@microbe.ru.

Лопатин А.А. Противочумный центр. Российская Федерация, 127490, Москва, ул. Мусоргского, 4. E-mail: protivochym@nl.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. Трилиссера, 78. E-mail: adm@chumin.irkutsk.ru.

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

Аязбаев Т.З. Национальный научный центр особо опасных инфекций имени Масгута Айкимбаева Министерства здравоохранения Республики Казахстан. Республика Казахстан, Алматы, ул. Жахангер, 14. E-mail: info@nncoi.kz.

Джапарова А.К., Бердиев С.К. Республиканский центр карантинных и особо опасных инфекций Министерства здравоохранения Кыргызской Республики. Кыргызская Республика, Бишкек, ул. Скрябина, 92. E-mail: rckooi@mail.ru.