

DOI: 10.21055/0370-1069-2020-1-43-50

УДК 616.98:579.842.23(470)

**Н.В. Попов¹, Г.А. Ерошенко¹, И.Г. Карнаухов¹, А.А. Кузнецов¹, А.Н. Матросов¹, А.В. Иванова¹,
А.М. Поршаков¹, М.Н. Ляпин¹, В.М. Корзун³, Д.Б. Вержуцкий³, Т.З. Аязбаев⁵, А.А. Лопатин²,
У.М. Ашибоков⁴, С.В. Балахонов³, А.Н. Куличенко⁴, В.В. Кутырев¹**

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭПИЗООТИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ПО ЧУМЕ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ПРОГНОЗ ЕЕ РАЗВИТИЯ НА 2020–2025 ГГ.

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 Министерства здравоохранения Республики Казахстан им. М. Айтимбаева, Алматы, Республика Казахстан

Целью исследований являлась оценка эпидемиологической и эпизоотологической ситуации в природных очагах чумы Российской Федерации, стран ближнего и дальнего зарубежья в 2019 г. Отмечено негативное влияние современного потепления климата на состояние паразитарных систем природных очагов с циркуляцией чумного микроба основного подвида средневекового биовара филогенетической ветви 2.MED1. В 2019 г. локальные эпизоотии чумы зарегистрированы на территории двух (Горно-Алтайского высокогорного и Тувинского горного) из 11 природных очагов чумы Российской Федерации. Общая площадь эпизоотии составила 2248,5 км². Всего изолирована 31 культура *Yersinia pestis* основного подвида античного биовара филогенетической ветви 4.ANT и 5 культур алтайского биовара центрально-азиатского подвида филогенетической ветви 0.PE4a. Обоснован прогноз на сохранение в 2020 г., равно как и в последующие 2021–2025 гг., напряженной эпидемиологической обстановки в природных очагах с циркуляцией основного подвида античного биовара филогенетической ветви 4.ANT: Горно-Алтайском высокогорном и Тувинском горном. В остальных девяти природных очагах на территории Российской Федерации эпизоотические проявления в 2020 г. маловероятны. Настоящий прогноз свидетельствует о возможности оптимизации использования кадровых и материальных ресурсов противочумных учреждений путем максимальной концентрации профилактических мероприятий на территориях эпизоотически активных природных очагов чумы. Отмечена необходимость внедрения в практику новой усовершенствованной классификации *Y. pestis*.

Ключевые слова: природные очаги чумы, эпизоотическая активность, заболеваемость, эпизоотологический прогноз, классификация чумного микроба, носители и переносчики чумы, профилактические мероприятия.

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

Для цитирования: 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

**N.V. Popov¹, G.A. Eroshenko¹, I.G. Karnaukhov¹, A.A. Kuznetsov¹, A.N. Matrosov¹, A.V. Ivanova¹,
A.M. Porshakov¹, M.N. Lyapin¹, V.M. Korzun³, D.B. Verzhutsky³, T.Z. Ayazbaev⁵, A.A. Lopatin²,
U.M. Ashibokov⁴, S.V. Balakhonov³, A.N. Kulichenko⁴, V.V. Kutyrev¹**

Epidemiological and Epizootic Situation on Plague in the Russian Federation and Forecast for Its Development for 2020–2025

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; ⁵M. Aikimbaev National Scientific Center of Particularly Dangerous Infections, Almaty, Republic of Kazakhstan

Abstract. Objective of the investigation was to assess epidemiological and epizootiological conditions in natural plague foci of the Russian Federation, neighboring states and foreign countries in 2019. Negative effect of the current climate warming on the state of parasitic systems of natural foci with circulation of plague microbe of the main subspecies, medieval biovar, phylogenetic branch 2.MED1 is emphasized. In 2019, local plague epizooties were registered in the territory of two (Gorno-Altai high-mountain and Tuva mountain) out of 11 natural plague foci of the Russian Federation. The total area of epizooty covered 2248.5 km². All in all, 31 cultures of *Y. pestis* of the main subspecies, antique biovar, phylogenetic branch 4.ANT and 5 cultures of Altai biovar, central-asian subspecies, phylogenetic branch 0.PE4a were isolated. The forecast for continuing tense epidemiological situation, both for 2020 and for 2021–2025, has been substantiated for natural foci with circulation of the main subspecies of antique biovar, phylogenetic branch 4.ANT: Gorno-Altai high-mountain and Tuva mountain ones. In the remaining nine natural foci in the territory of the Russian Federation epizootic manifestations of plague in 2020 are highly improbable. This prognosis is an indication to optimize the deployment of human and logistical resources of plague control institutions through concentrated preventive activities in the territories of epizootically active natural plague foci. Outlined is the necessity to put a new enhanced classification of *Y. pestis* into practice.

Key words: natural plague foci, epizootic activity, incidence, epizootic forecast, classification of plague microbe, carriers and vectors of plague, preventive measures.

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

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

Citation: 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., Kutuyev 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. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2020-1-43-50

Received 05.02.20. Accepted 12.02.20.

Современное потепление климата негативно отразилось на состоянии паразитарных систем природных очагов чумы многих стран мира и обусловило снижение их активности [1, 2]. Эпидемические проявления чумы в 2010–2019 гг. зарегистрированы на территории 11 государств; общее число случаев заболеваний составило 6367, из них летальных – 871 (13,7%). Высокая заболеваемость населения отмечалась в Африке – в Республике Мадагаскар (5451), Демократической Республике Конго (636), Республике Уганда (74) и Объединенной Республике Танзания (61). В Южной и Северной Америке случаи заражения зарегистрированы в Республике Перу (67), Боливии (4) и США (48). На территории Азии регистрировали спорадическую заболеваемость в Китайской Народной Республике (15), Монголии (12), Российской Федерации (3) и Кыргызской Республике (1). Наиболее сложная эпидемиологическая ситуация складывалась на территории Республики Мадагаскар, где циркулирует основной подвид *Y. pestis* восточного биовара, вызвавший в 2017 г. вспышку легочной чумы [3].

В 2019 г. в шести странах мира зарегистрировано 148 случаев заболевания. Эпидемиологическое неблагополучие отмечалось на территориях Республики Мадагаскар (88), Республики Уганда (2), Демократической Республики Конго (50), Китайской Народной Республики (5), Монголии (2) и США (1).

В 2019 г. в странах СНГ, энзоотичных по чуме, эпидемических осложнений не регистрировали. В Республике Казахстан выделено восемь штаммов чумного микроба на территории Мойынкумского пустынного (1) и Илийского межгорного (7) природных очагов. Циркуляция чумного микроба подтверждена иммунологическими методами в Предустюртском, Устюртском, Арыкумско-Дарьялыктакырском, Приаральско-Каракумском, Кызылкумском, Таукумском, Бетпакадалинском пустынных, Таласском высокогорном и Илийском межгорном природных очагах. Общая площадь эпизоотий на территории Республики Казахстан в 2019 г. составила 6500 км². Наиболее сложная эпидемиологическая обстановка отмечена в южной части пустынной зоны в границах Алматинской и Туркестанской областей Казахстана.

В других странах, граничащих с Российской Федерацией, в 2019 г. эпидемические осложнения отмечались на территории Монголии (2) и Китая (5). Развитие эпизоотий чумы продолжалось в трансграничном Сайлюгемском природном очаге (Баян-Улгийский аймак Монголии) – выделено 35 штаммов основного подвида чумного микроба на площади 866 км². На территории трансграничного

Хархиро-Тургенского природного очага чумы (Увс аймак Монголии) зарегистрированы локальные эпизоотии чумы – выделен один штамм основного подвида чумного микроба.

Риски заражения в природных очагах чумы мира определяются свойствами штаммов чумного микроба и, в первую очередь, их вирулентностью [4, 5]. С момента открытия А. Иерсином в 1894 г. возбудителя чумы неоднократно предпринимались попытки провести классификацию штаммов *Y. pestis*, а также определить их эпидемическую значимость с использованием различных критериев [6–8]. На современном этапе по данным молекулярно-генетического анализа и секвенирования разработана генетическая номенклатура вида *Y. pestis* [9–11]. Дальнейшие отечественные исследования в области филогеографии позволили установить, что в природных очагах чумы России и сопредельных государств распространены штаммы *Y. pestis* основного подвида различных филогенетических ветвей (0.ANT3, 0.ANT5, 2.ANT3, 4.ANT античного биовара и 2.MED0, 2.MED1 средневекового биовара), а также ветвей 0.PE2, 0.PE4a, 0.PE4h, 0.PE4t неосновных подвидов. Определено также распространение штаммов основного и неосновных подвидов чумного микроба в очагах Восточной Европы и Центральной Азии [12]. Полученные данные позволили уточнить современную популяционную структуру вида *Y. pestis* с учетом эпидемиологической значимости его подвидов. Установлено, что современная структура *Y. pestis* включает основной подвид (античный, средневековый, восточный биовары и биовар *intermedium*) и шесть неосновных подвидов – *ssp. tibetica*, тибетский (0.PE7); *ssp. caucasica*, кавказский (0.PE2); *ssp. angolica*, ангольский (0.PE3); *ssp. central asiatica*, центрально-азиатский (0.PE4) – биовары алтайский (0.PE4a), гиссарский (0.PE4h), таласский (0.PE4t), *microtus* (0.PE4m); *ssp. ulegeica*, улегейский (0.PE5); *ssp. qinghaica*, цинхайский (0.PE10) [13].

Штаммы основного подвида *Y. pestis* широко распространены в природных очагах на территории Африки, Южной и Северной Америки, Европы, Центральной и Восточной Азии и обладают высокой вирулентностью и эпидемической значимостью. В то же время распространение штаммов неосновных подвидов носит региональный характер. Штаммы большинства неосновных подвидов (кавказского, тибетского, цинхайского, ангольского) характеризуются избирательной вирулентностью и низкой эпидемической значимостью. Штаммы центрально-азиатского подвида не имеют эпидемической значимости и не вызывают чуму у людей.

Новая усовершенствованная классификация *Y. pestis* рассмотрена и одобрена на Межведомственном совещании по санитарной охране территории Российской Федерации, проходившем в Саратове 12–13 декабря 2019 г. Поставлена задача по внесению новой усовершенствованной классификации *Y. pestis* в нормативно-методическую документацию по эпидемиологическому надзору, а также по включению методов определения подвидовой принадлежности штаммов *Y. pestis* в схему лабораторной диагностики возбудителя чумы.

В XX–XXI столетиях в Российской Федерации в природных очагах Прикаспия, Предкавказья и Кавказа (7 очагов: Терско-Сунженский низкогорный, Дагестанский равнинно-предгорный, Прикаспийский Северо-Западный степной, Волго-Уральский степной, Прикаспийский песчаный, Волго-Уральский песчаный и Центрально-Кавказский высокогорный) подтверждена циркуляция только основного подвида *Y. pestis pestis* средневекового биовара преимущественно филогенетической ветви 2.MED1 [14]. На территории природных очагов чумы Сибири (3 очага) выявлены штаммы основного подвида *Y. pestis pestis* античного биовара филогенетических ветвей 2.ANT3 (Забайкальский степной) и 4.ANT (Горно-Алтайский высокогорный и Тувинский горный природные очаги). В Горно-Алтайском высокогорном очаге, наряду со штаммами основного подвида *Y. pestis pestis* античного биовара 4.ANT, циркулируют штаммы неосновного – центрально-азиатского подвида *Y. pestis ssp. central asiatica* алтайского биовара филогенетической ветви 0.PE4a. В Восточно-Кавказском высокогорном природном очаге распространены штаммы неосновного – кавказского подвида *Y. pestis ssp. caucasica* филогенетической ветви 0.PE2. В целом, следует заключить, что в последние десятилетия эпизоотическая активность природных очагов чумы, обусловленная циркуляцией основного подвида *Y. pestis pestis* средневекового биовара филогенетической ветви 2.MED1, значительно снизилась.

В 2010–2019 гг. на территории Российской Федерации штаммы возбудителя чумы основного подвида филогенетической ветви 4.ANT античного биовара выделены на территории Горно-Алтайского высокогорного (2012–2019 гг.) и Тувинского горного (2012–2016 и 2018–2019 гг.) природных очагов, а филогенетической ветви 2.MED1 средневекового биовара – в Прикаспийском песчаном (2013–2015 гг.) природном очаге. Штаммы кавказского подвида 0.PE2 выделены в Восточно-Кавказском высокогорном (2010–2013 гг.); алтайского биовара центрально-азиатского подвида 0PE4a – в Горно-Алтайском высокогорном природных очагах. Всего выделено 656 штаммов *Y. pestis*, в том числе 370 – основного подвида *Y. pestis* филогенетической ветви 4.ANT античного биовара, 71 – основного подвида *Y. pestis* филогенетической ветви 2.MED1 средневекового биовара; неосновных подвидов: 205 – центрально-азиатского

(алтайский биовар) ветви 0.PE4a, 10 – кавказского подвида *ssp. caucasica* ветви 0.PE2. Общая площадь выявленных в 2010–2019 гг. эпизоотий чумы составила 18974 км².

Отмечаемое в начале XXI столетия снижение эпизоотической активности природных очагов чумы *Y. pestis* основного подвида средневекового биовара, расположенных в различных ландшафтно-географических зонах и поясах гор, свидетельствует о негативном влиянии на ритмику их эпизоотической активности глобальных факторов, в первую очередь – современного потепления климата. Существенно, что в 50–60-е годы прошлого столетия на фоне развития предшествующей волны значительного потепления климата отмечена элиминация с территорий Северного, Северо-Западного Прикаспия и Предкавказья штаммов *Y. pestis* основного подвида средневекового биовара филогенетических ветвей 2.MED4 и 2.MED1 [15]. С 1971 г. на территории Забайкальского степного природного очага не регистрируют эпизоотии чумы, обусловленные штаммами *Y. pestis* основного подвида античного биовара филогенетической ветви 2.ANT3. Изменения климата в 50–70-х годах прошлого столетия явились основной причиной прекращения развития эпизоотий в равнинных природных очагах, расположенных в центральной и восточной части территории Китайской Народной Республики [16, 17].

В текущем столетии на фоне очередной волны потепления климата отмечено прекращение эпизоотий в природных очагах сусликового и песчаночьевого типов, расположенных на территории Волго-Уральского междуречья (Волго-Уральский песчаный с 2008 г., Волго-Уральский степной – с 2002 г.), Зауралья (Урало-Уильский степной – с 2003 г.) и Урало-Эмбенского междуречья (Урало-Эмбенский песчаный – с 2002 г.), равно как и в других ландшафтных районах северной подзоны пустынь в Республике Казахстан [18, 19]. Прекращение в начале текущего столетия эпизоотий чумы в группе природных очагов Северного, Северо-Западного Прикаспия и Предкавказья, характеризующихся различной биоценотической структурой, косвенно подтверждает наличие выраженного негативного влияния современного потепления климата на эпизоотический потенциал природных очагов чумы. Расшифровка механизма этого феномена показала, что депрессивное состояние паразитарных систем природных очагов Российской Федерации, где основным носителем чумы является малый суслик (Прикаспийского Северо-Западного степного, Волго-Уральского степного, Дагестанского равнинно-предгорного, Терско-Сунженского низкогорного), обусловлено влиянием климатических факторов на сроки прохождения фенологических фаз жизнедеятельности этого вида. В 2000–2019 гг. за счет повышения температуры зимних месяцев пробуждение малых сусликов стало проходить в более ранние сроки, чем в первые десятилетия прошлого века – в январе–феврале. В

связи с этим отмечалось разбалансирование сроков всех последующих явлений их жизнедеятельности (гон, размножение, расселение молодняка, залегание в спячку). Вследствие повышения температуры весенне-летних месяцев и раннего выгорания растительности значительно сократились сроки подготовки к спячке («нажировки») молодняка малого суслика. Отмечена тенденция увеличения общей длительности периода спячки молодых зверьков (июль–январь или февраль). Все это негативно отразилось на генеративном потенциале популяций малого суслика и явилось одной из основных причин развития глубокой депрессии его численности в регионах Северного, Северо-Западного Прикаспия и Предкавказья. В настоящее время фоновые показатели плотности малого суслика в этой группе очагов составляют 1–6 особей на 1 га, а общая численность блох повсеместно низкая. С 70-х годов прошлого столетия глубокая депрессия численности даурского суслика и его блох сохраняется и в Забайкальском степном природном очаге чумы.

Паразитарные системы равнинных природных очагов чумы песчаночьего типа Российской Федерации, где основными носителями чумы являются полуденная и гребенщикова песчанки (Волго-Уральский песчаный, Прикаспийский песчаный), также остаются в состоянии глубокой депрессии. В 2019 г. в Волго-Уральском песчаном природном очаге общая плотность полуденной и гребенщиковой песчанок составляла 1–5 особей на 1 га при общей численности их блох 30–40 экз. на 1 га. В Прикаспийском песчаном очаге средние показатели количества полуденных и гребенщикова песчанок не превышали 2 особей на 1 га при крайне низких показателях численности их блох. Усиление процессов потепления климата на территории Прикаспийской низменности приводит к ухудшению кормовой базы малых песчанок и повышает риски гибели зверьков в зимний период вследствие частого наступления оттепелей.

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 2010–2019 гг. на территории Центрально-Кавказского высокогорного очага средние показатели численности основного носителя чумы – горного суслика – сохранились на среднемноголетнем уровне: 20–25 особей на 1 га. Наиболее крупные поселения горного суслика, характеризующиеся высокой плотностью зверьков (до 50 особей на 1 га и выше), расположены в субальпийском поясе. Более низкая плотность этого вида (12–16 особей на 1 га) отмечена для ксерофитных горностепных участков. Общие запасы блох горного суслика – основного переносчика возбудителя чумы *CiteloPhillus tesquorum* – также сохраняются здесь на уровне среднемноголетних значений. Вместе с тем, несмотря на высокий и стабильный уровень численности горного суслика и его

блох в последние годы, с 2008 г. эпизоотии чумы в очаге не зарегистрированы. Снижение эпизоотической активности Центрально-Кавказского высокогорного очага совпало с периодом увеличения среднегодовой и среднемесячных температур воздуха как в теплый, так и холодный периоды года на территории северного склона Большого Кавказа [20].

В Восточно-Кавказском высокогорном очаге в 2015–2019 гг. средние показатели численности основного носителя чумы – обыкновенной полевки – продолжали оставаться ниже среднемноголетних значений (2019 г. – 6,1 особи на 1 га). Сохраняется низкий уровень общей численности ее блох (2019 г. – 17,6 экз. на 1 га): с 2014 г. здесь также не регистрируют эпизоотических проявлений.

В отличие от описанных выше 9 природных очагов Российской Федерации, в 2000–2019 гг. повышение эпизоотического потенциала наблюдалось на территориях Горно-Алтайского высокогорного и Тувинского горного природных очагов. Сложившееся положение вызвано трансформацией экосистем Центральной Азии в связи со значительными изменениями климатических условий за последние несколько десятилетий [21].

В Горно-Алтайском высокогорном природном очаге, на территориях, где в 2014–2018 гг. протекали интенсивные эпизоотии, вызванные штаммами 4.ANT античного биовара, в 2019 г. численность серого сурка снизилась и в среднем составила весной 0,3, а осенью 0,7 жилых бутанов на 1 га. Высокая плотность серого сурка (до 5 жилых бутанов на 1 га) отмечена на высотах от 2500 до 2900 м над ур. м., где эпизоотии ранее не регистрировали. Как правило, большая часть стоянок животноводов – основного контингента риска заболеваний чумой – располагается ниже этого уровня. Высокие показатели численности (до 3,5 жилых бутанов на 1 га, в среднем – 1,7) отмечены также на плоскогорье Укок. Численность монгольской пищухи превысила среднемноголетние показатели. Весной она составила 9,1 жилых нор на 1 га (2018 г. – 6,2), осенью – 8,8 жилых нор на 1 га (2018 г. – 7,2). Численность длиннохвостого суслика составила весной 4,2 (в 2018 г. – 3,2), осенью – 3,6 (в 2018 г. – 7,0) особей на 1 га. В настоящее время отмечена тенденция снижения индексов обилия (ИО) блох серого сурка. На фоне роста численности монгольской пищухи ИО ее блох значительно возросли. Индексы обилия блох длиннохвостого суслика остаются на уровне среднемноголетних значений. В 2019 г. на территории очага зарегистрированы эпизоотии чумы на площади 587,4 км², в том числе обусловленные циркуляцией штаммов основного подвида античного биовара ветви 4.ANT – 421,6 км², центрально-азиатского подвида (алтайский биовар) – 165,8 км². Изолировано 13 штаммов чумного микроба, из них 8 основного и 5 центрально-азиатского подвидов. Штаммы *Y. pestis pestis* получены от блох *Frontopsylla hetera* с даурских пищух – 1, от блох *Rhadinopsylla dahurica* из входов нор длиннохвостого

го суслика – 1, от блох *Oropsylla alaskensis* с длиннохвостого суслика – 1, от добытых длиннохвостых сусликов – 3, от добытых серых сурков – 2. Штаммы центрально-азиатского подвида алтайского биовара изолированы от блох *Paramonopsyllus scalonae* – 1 и *Ctenophyllus hirticus* – 1 с даурских пищух, от блох *P. scalonae* – 1 и *C. hirticus* – 2 с монгольских пищух. Получено 13 положительных результатов серологических исследований на антитела к чумному микробу, 11 – на наличие капсульного антигена. Методом ПЦР специфичные фрагменты ДНК *Y. pestis* детектированы в 84 пробах. Впервые ДНК основного подвида *Y. pestis* зарегистрирована в пробе полевого материала (серый сурок) на плоскогорье Укок в верхней части долины р. Калгуты.

В Тувинском горном очаге показатели численности основного носителя чумы – длиннохвостого суслика – значительно варьируют в различных ландшафтах и поясах гор. В 2019 г. средние показатели плотности длиннохвостого суслика весной снизились до 3,8 особи на 1 га (в 2018 г. – 5,1); в летний период возросли до 7,9 особи на 1 га (2018 г. – 6,5). Сохраняется высокий уровень численности основного переносчика – блох длиннохвостого суслика *Citellophilus tesquorum*. В 2019 г. средний ИО блох на зверьках составил 5,7; во входах нор – 0,47; в гнездах – 68,9. В 2019 г. на территории очага лишь в трех смежных секторах выделено 23 культуры *Y. pestis* филогенетической ветви 4.ANT. Обнаружено 68 мелких млекопитающих с антителами к чумному микробу, получено 3 положительных результата на антиген возбудителя чумы, 155 положительных проб на ДНК чумного микроба. Эпизоотическая ситуация

в Тувинском природном очаге чумы в 2019 г. характеризовалась широким распространением основного подвида чумного микроба вдоль государственной границы с Монголией (на протяжении 340 км). Культуры *Y. pestis* основного подвида античного биовара 4.ANT выделены от блох длиннохвостого суслика: *Citellophilus tesquorum* (20), *Rhadinopsylla li transbaikalica* (1), *Oropsylla alaskensis* (1) и *Neopsylla mana* (1). Общая площадь эпизоотии составила 1661,1 км² (2018 г. – 1807 км²). Пространственное распределение эпизоотических участков с циркуляцией штаммов основного подвида античного биовара ветви 4.ANT на территории Горно-Алтайского высокогорного и Тувинского горного природных очагов чумы в 2019 г. представлено на рис. 1.

Для обеспечения в 2019 г. эпидемиологического благополучия по чуме на территории эпизоотически активных Горно-Алтайского высокогорного и Тувинского горного природных очагов чумы разработаны и реализованы «Комплексный план мероприятий учреждений Роспотребнадзора по оздоровлению Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы в Кош-Агачском районе Республики Алтай в 2019 г.» и «Комплексный план по снижению эпидемиологических рисков заболеваний населения в Тувинском горном очаге в 2019 г.». Все профилактические (противоэпидемические) мероприятия в природных очагах чумы Российской Федерации проводились с учетом краткосрочных прогнозов эпизоотической обстановки, внедренных в практику учреждений Роспотребнадзора (Письма Руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия

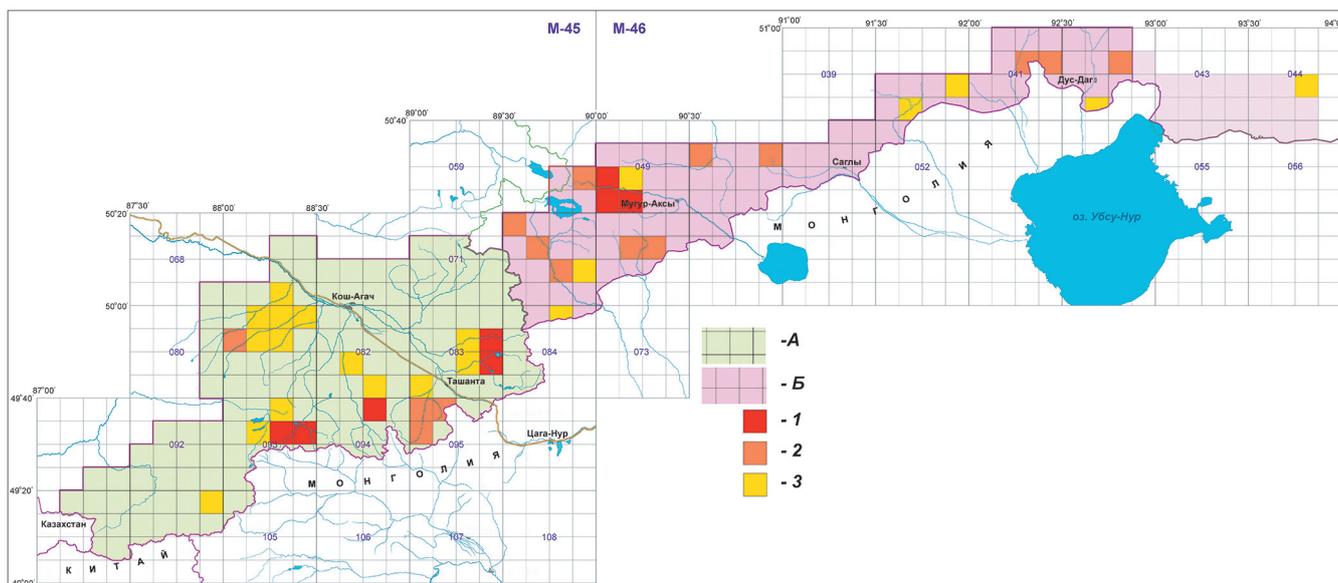


Рис. 1. Эпизоотическая активность Горно-Алтайского высокогорного (А) и Тувинского горного (В) природных очагов чумы в 2019 г.:

1 – участки выделения штаммов *Y. pestis* основного подвида античного биовара ветви 4.ANT; 2 – участки, где циркуляция *Y. pestis pestis* подтверждена иммунологическими методами; 3 – участки, где циркуляция *Y. pestis pestis* подтверждена методом ПЦР

Fig. 1. Epizootic activity of Gorno-Altai high-mountain (A) and Tuva mountain (B) natural plague foci in 2019:

1 – areas of isolation of *Y. pestis* strains belonging to the main subspecies, antique biovar, 4.ANT branch; 2 – areas where circulation of *Y. pestis pestis* is confirmed by immunological methods; 3 – areas where circulation of *Y. pestis pestis* is confirmed by PCR

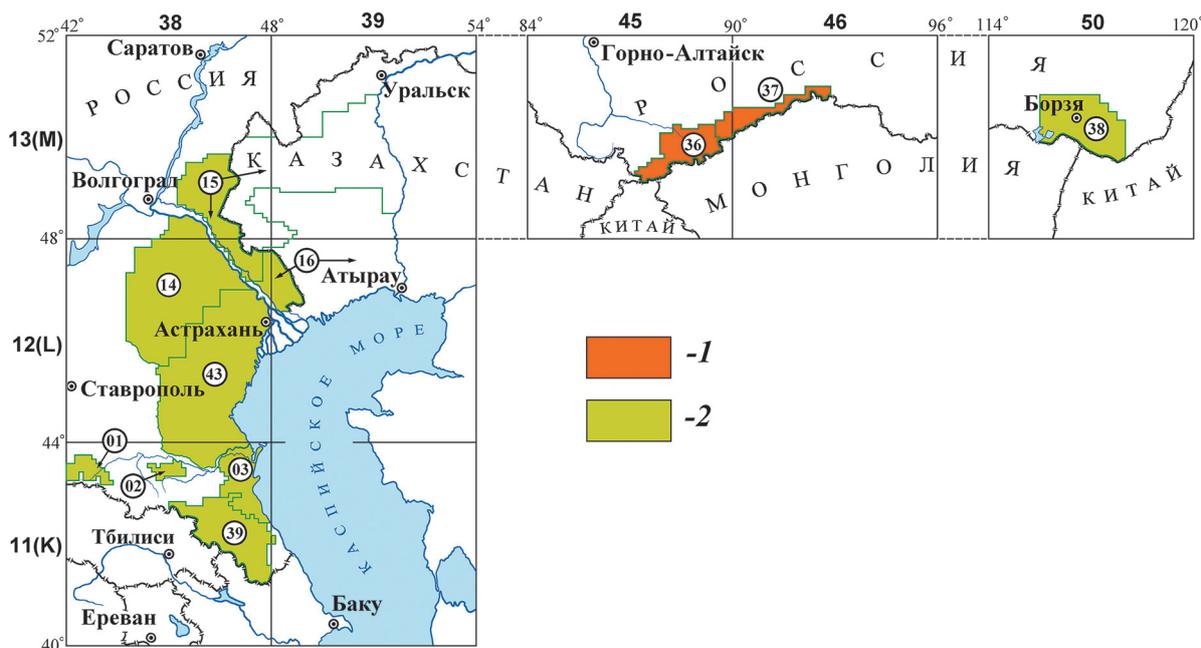


Рис. 2. Прогноз эпизоотической активности природных очагов чумы Российской Федерации на 2020–2025 г.:

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

Fig. 2. Forecast of epizootic activity of natural plague foci of the Russian Federation for 2020–2025:

1 – continuing epizootic activity; 2 – absence of findings of infected animals

человека А.Ю. Поповой от 07.04.2019 г. № 01/4300-16-32 «О прогнозе эпизоотической активности природных очагов чумы на территории Российской Федерации на первое полугодие 2019 г.» и от 29.07.2019 г. № 02/10765-2019-32 «О прогнозе эпизоотической активности природных очагов чумы на территории Российской Федерации на второе полугодие 2019 г.». Заблаговременное проведение профилактических мероприятий на участках прогностического обострения эпизоотической обстановки снизило риски заражения, что послужило основой обеспечения эпидемиологического благополучия по чуме в 2019 г.

В связи с выраженной современной тенденцией потепления климата [22, 23] возможно дальнейшее усиление негативного влияния этого фактора на состояние паразитарных систем природных очагов с циркуляцией *Y. pestis* основного подвида средневекового биовара филогенетической ветви 2.MED1. К настоящему времени на территории Российской Федерации длительность перерывов в регистрации зараженных животных в степных и полупустынных природных очагах сусликового типа (5 очагов) достигает 16–49 лет, песчаночьевого типа (2 очага) – 4–14 лет. Сохраняется также низкая эпизоотическая активность высокогорных природных очагов Кавказа (Центрально-Кавказского и Восточно-Кавказского природных очагов). В связи с этим долгосрочный прогноз эпизоотологической ситуации в природных очагах чумы на территории Российской Федерации [24], согласно которому в 2019–2020 гг. ожидалась активизация группы равнинных и предгорных при-

родных очагов чумы сусликового и песчаночьевого типа в Северном, Северо-Западном Прикаспии и Предкавказье, требует коррекции. В частности, на фоне современного депрессивного состояния паразитарных систем этой группы природных очагов чумы в ближайшие годы их активизация маловероятна. Представленные выше материалы обосновывают долгосрочный прогноз на сохранение, вплоть до 2025 г., низкой эпизоотической активности 9 природных очагов чумы: Терско-Сунженского низкогорного, Дагестанского равнинно-предгорного, Прикаспийского Северо-Западного степного, Волго-Уральского степного, Забайкальского степного, Волго-Уральского песчаного, Прикаспийского песчаного, Центрально-Кавказского высокогорного, Восточно-Кавказского высокогорного. Развитие эпизоотий чумы в период 2020–2025 гг. прогнозируется только на территории Горно-Алтайского высокогорного и Тувинского горного природных очагов чумы (рис. 2).

Таким образом, в соответствии с долгосрочным эпизоотологическим прогнозом в 2020 г., равно как и в последующие 2021–2025 гг., сохранение напряженной эпидемиологической обстановки ожидается в Горно-Алтайском высокогорном и Тувинском горном природных очагах чумы, расположенных на территории Республики Алтай (Кош-Агачский район) и Республики Тыва (Монгун-Тайгинский, Овюрский и Тэс-Хемский кожууны). В остальных природных очагах на территории Российской Федерации эпизоотические проявления в 2020 г. маловероятны. Для природных очагов чумы, на территории которых

возбудитель чумы не выделяется в течение десяти и более лет, целесообразна разработка специального алгоритма обследования, нацеленного на подтверждение отсутствия циркуляции возбудителя чумы. Настоящий прогноз позволяет оптимально использовать людские и материальные ресурсы противочумных учреждений путем максимальной концентрации профилактических мероприятий на территории эпизоотически активных природных очагов чумы.

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

Список литературы

- Zenkovich E.S., Popov N.V. Влияние потепления климата на динамику эпидемических проявлений чумы в XX–XXI столетиях. *Здоровье населения и среда обитания*. 2017; 6:38–40.
- Bertherat E. Plague around the world, 2010–2015. *Wkly epidemiol. rec.* 2016; 91(8):89–93.
- 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/idthm.201801004.
- Кутырев В.В., Попова Ю.А., 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.
- Онищенко Г.Г., Кутырев В.В., редакторы. Природные очаги чумы Кавказа, Прикаспия, Средней Азии и Сибири. М.: Медицина; 2004. 191 с.
- Безсонова А.А. О двух разновидностях *Y. pestis*, обнаруживаемых при росте на глицериновых средах. *Вестник микробиологии, эпидемиологии и паразитологии*. 1928; 7(3):325–6.
- Devignat R. Variétés de l'espèce *Pasteurella pestis*. Nouvelle hypothèse. *Bull. World Health Organ.* 1951; 4(2):241–63. PMID: 14859080. PMCID: PMC2554099.
- Мартиневский И.Л. Биология и генетические особенности чумного и близкородственных ему микробов. М.: Медицина; 1969. 295 с.
- Achtman M., Morelli G., Zhu P., Wirth T., Diehl I., Kusecek B., Vogler A.J., Wagner D.M., Allender C.J., Easterday W.R., Chenal-Francois V., Worsham P., Thomson N.R., Parkhill J., Lindler L.E., Carniel E., Keim P. Microevolution and history of the plague bacillus, *Yersinia pestis*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2004; 101(51):17837–42. DOI: 10.1073/pnas.0408026101.
- Morelli G., Song Y., Mazzoni C.J., Eppinger M., Roumagnac P., Wagner D.M., Feldkamp M., Kusecek B., Vogler A.J., Li Y., Cui Y., Thomson N.R., Jombart T., Leblois R., Lichtner P., Rahalison L., Petersen J.M., Balloux F., Keim P., Wirth T., Ravel J., Yang R., Carniel E., Achtman M. *Yersinia pestis* genome sequencing identifies patterns of global phylogenetic diversity. *Nat. Genet.* 2010; 42(12):1140–3. DOI: 10.1038/ng.705.
- Cui Y., Yu C., Yan Y., Li D., Li Y., Jombart T., Weinert L.A., Wang Z., Guo Z., Xu L., Zhang Y., Zheng H., Qin N., Xiao X., Wu M., Wang X., Zhou D., Qi Z., Du Z., Wu H., Yang X., Cao H., Wang H., Wang J., Yao S., Rakin A., Li Y., Falush D., Balloux F., Achtman M., Song Y., Wang J., Yang R. Historical variations in mutation rate in an epidemic pathogen, *Yersinia pestis*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2013; 110(2):577–82. DOI: 10.1073/pnas.1205750110.
- 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., Kutyrev 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.
- Kutyrev V.V., Eroshenko G.A., Motin V.L., Nosov N.Y., Krasnov J.M., Kukleva L.M., Nikiforov K.A., Al'hova J.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.
- Попова А.Ю., Кутырев В.В., редакторы. Обеспечение эпидемиологического благополучия в природных очагах чумы на территории стран СНГ и Монголии в современных условиях. Ижевск: изд-во ООО «Принт»; 2018. 336 с. DOI: 10.23648/PRNT.2445.
- Ерошенко Г.А., Попов Н.В., Альхова Ж.В., Балыкова А.Н., Куклева Л.М., Кутырев В.В. Филогенетический анализ штаммов *Y. pestis* средневекового биоценоза, выделенных в

Прикаспийском Северо-Западном степном очаге чумы в XX столетии. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2019; 2:55–61. DOI: 10.21055/0370-1069-2019-2-55-61.

16. Xu L., Stige L. Chr., Kausrud K.L., Ari T.B., Wang S., Fang X., Schmid B.V., Liu Q., Stenseth N. Chr., Zhang Z. Wet climate and transportation routes accelerate spread of human plague. *Proc. R. Soc.* 2014; 281(1780):20133159. DOI: 10.1098/rspb.2013.3159.

17. Xu L., Schmid B.V., Liu J., Si X., Stenseth N.C., Zhang Z. The trophic responses of two different rodent–vector–plague systems to climate change. *Proc. R. Soc.* 2015; 282(1800):20141846. DOI: 10.1098/rspb.2014.1846.

18. Агшабар 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., Сармантаева А.Б., Сансызбаев Е.Б., Нурмаханов М., Абдел З.Ж., Кожахметова М.К., Аймаханов Б.К., Кузнецов А.Н., Сагиев З.А., Кульбаева М.М., Альбаев 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):5–177.

19. Хамзин Е.Х., Сараев Ф.А., Козулина И.Г., Насиханова К.Н., Башмакова А.А., Меллятова И.Б., 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):34–6.

20. Кондратьева Н.В., Федченко Л.М., Разумов В.В., Бекчиев М.Ю. Оценка возможных изменений активности сельских процессов на северном склоне Большого Кавказа в результате региональной климатической изменчивости. *Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета*. 2017; 49:32–7.

21. Балахонов С.В., Корзун В.М., редакторы. Горно-Алтайский природный очаг чумы: Ретроспективный анализ, эпизоотологический мониторинг, современное состояние. Новосибирск: Наука-Центр; 2014. 272 с.

22. Колчин Е.А., Бармин А.Н., Крыжиновская Г.В., Валов М.В. Особенности климатических изменений аридной территории Российской Федерации. *Геология, география и глобальная энергия*. 2017; 4:113–22.

23. Золотокрылин А.Н., Титкова Т.Б., Черенкова Е.А., Виноградова В.В. Тренды увлажнения и биофизических параметров засушливых земель европейской части России за период 2000–2014 гг. *Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса*. 2015; 12(2):155–61.

24. Попов Н.В., Топорков В.П., Безсмертный В.Е., Попов В.П., Кузнецов А.А., Матросов А.Н., Слуцкий А.А., Удовиков А.И., Караваяева Т.Б., Меркулова Т.К., Кутырев В.В. Долгосрочный прогноз эпизоотической активности природных очагов чумы в Российской Федерации как основа повышения эффективности профилактических мероприятий. *Жизнь без опасностей. Здоровье. Профилактика. Долголетие*. 2012; 7(3):13–7.

References

- Zenkovich E. S., Popov N.V. [Global warming influences dynamics of plague's epidemic manifestations in XX–XXI centuries]. *Zdorovie Naseleniya i Sreda Obitaniya [Public Health and Life Environment]*. 2017; 6:38–40.
- Bertherat E. Plague around the world, 2010–2015. *Wkly epidemiol. rec.* 2016; 91(8):89–93.
- 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/idthm.201801004.
- Kutyrev V.V., Popova A. Yu., editors. [Cadastr of Epidemic and Epizootic Manifestations of Plague in the Territory of the Russian Federation and Former Soviet Union (1876–2016)]. Saratov: "AMIRIT" LLC, 2016. 248 p.
- Onishchenko G.G., Kutyrev V.V., editors. [Natural Plague Foci in the Territory of Caucasus, Caspian-Sea Region, Central Asia and Siberia]. M.: "Meditsina"; 2004. 191 p.
- Bezsonova A.A. [About two varieties of *Y. pestis*, detected when cultivated on glycerin media]. *Byulleten Mikrobiologii, Epidemiologii i Parazitologii [Bulletin of Microbiology, Epidemiology, and Parasitology]*. 1928; 7(3):325–6.
- Devignat R. Variétés de l'espèce *Pasteurella pestis*. Nouvelle hypothèse. *Bull. World Health Organ.* 1951; 4(2):241–63. PMID: 14859080. PMCID: PMC2554099.
- Martinevsky I.L. [Biology and Genetic Peculiarities of Plague and Closely Related Microbes]. M.: "Meditsina"; 1969. 295 p.
- Achtman M., Morelli G., Zhu P., Wirth T., Diehl I., Kusecek B., Vogler A.J., Wagner D.M., Allender C.J., Easterday W.R., Chenal-Francois V., Worsham P., Thomson N.R., Parkhill J., Lindler L.E., Carniel E., Keim P. Microevolution and history of the plague bacillus, *Yersinia pestis*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2004; 101(51):17837–42.

DOI: 10.1073/pnas.0408026101.

10. Morelli G., Song Y., Mazzone C.J., Eppinger M., Roumagnac P., Wagner D.M., Feldkamp M., Kusecek B., Vogler A.J., Li Y., Cui Y., Thomson N.R., Jombart T., Leblois R., Lichtner P., Rahalison L., Petersen J.M., Balloux F., Keim P., Wirth T., Ravel J., Yang R., Carniel E., Achtman M. *Yersinia pestis* genome sequencing identifies patterns of global phylogenetic diversity. *Nat. Genet.* 2010; 42(12):1140–3. DOI: 10.1038/ng.705.

11. Cui Y., Yu C., Yan Y., Li D., Li Y., Jombart T., Weinert L.A., Wang Z., Guo Z., Xu L., Zhang Y., Zheng H., Qin N., Xiao X., Wu M., Wang X., Zhou D., Qi Z., Du Z., Wu H., Yang X., Cao H., Wang H., Wang J., Yao S., Rakin A., Li Y., Falush D., Balloux F., Achtman M., Song Y., Wang J., Yang R. Historical variations in mutation rate in an epidemic pathogen, *Yersinia pestis*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2013; 110(2):577–82. DOI: 10.1073/pnas.1205750110.

12. Eroshenko G.A., Nosov N.Y., Krasnov Y.M., Ogolodin Y.G., Kukleva L.M., Guseva N.P., Kuznetsov A.A., Abdikarimov S.T., Dzharparova A.K., Kutyrev 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.

13. Kutyrev V.V., Eroshenko G.A., Motin V.L., Nosov N.Y., Krasnov J.M., Kukleva L.M., Nikiforov K.A., Al'hova J.V., Ogolodin 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.

14. Popova A.Yu., Kutyrev V.V., editors. [Provision of epidemiological welfare in natural plague foci in the territory of CIS member-states and Mongolia under current conditions]. Izhevsk: «Print» LLC; 2018. 336 p. DOI: 10.23648/PRNT.2445.

15. Eroshenko G.A., Popov N.V., Alkhova Zh.V., Balykova A.N., Kukleva L.M., Kutyrev V.V. [Phylogenetic analysis of *Yersinia pestis* strains of Medieval biovar, isolated in Precaspian North-Western steppe plague focus in the XX Century]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2019; 2:55–61. DOI: 10.21055/0370-1069-2019-2-55-61.

16. Xu L., Stige L.Chr., Kausrud K.L., Ari T.B., Wang S., Fang X., Schmid B.V., Liu Q., Stenseth N.Chr., Zhang Z. Wet climate and transportation routes accelerate spread of human plague. *Proc. R. Soc.* 2014; 281(1780):20133159. DOI: 10.1098/rspb.2013.3159.

17. Xu L., Schmid B.V., Liu J., Si X., Stenseth N.C., Zhang Z. The trophic responses of two different rodent–vector–plague systems to climate change. *Proc. R. Soc.* 2015; 282(1800):20141846. DOI: 10.1098/rspb.2014.1846.

18. Atshabar B.B., Burdelov 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., Sarmantaeva A.B., Sansyzbaev E.B., Nurmakhanovm, Abdel Z.Zh., Kozhakhmetova M.K., Aimakhanov B.K., Kuznetsov A.N., Sagiev Z.A., Kul'baeva A.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 on particularly dangerous infections]. *Karantinnye i Zoonoznye Infektsii v Kazakhstane [Quarantine and Zoonotic Infections in Kazakhstan]*. Almaty; 2015; 1(31):5–177.

19. Khamzin E.Kh., Saraev F.A., Kozulina I.G., Nasikhanova K.N., Bashmakova A.A., Mellyatova I.B., Bashmakov A.A. [Activity of epizooties in Volga-Ural sandy plague focus in the territory of Atyraus Region over the past decade and numbers of the main carriers]. *Karantinnye i Zoonoznye Infektsii v Kazakhstane [Quarantine and Zoonotic Infections in Kazakhstan]*. Almaty; 2017; (1–2):34–6.

20. Kondratieva N.V., Fedchenko L.M., Razumov V.V., Bekkiev M.Yu. [Evaluation of possible changes in the activity of mudflow-processes on the northern slope of the Great Caucasus as a result of regional climate variability]. *Uchenye Zapiski Rossiiskogo*

Gosudarstvennogo Gidrometeorologicheskogo Universiteta [Studies of the Russian State Hydro-Meteorological University]. 2017; 49:32–7.

21. Balakhonov S.V., Korzun V.M., editors. [Gorno-Altai natural plague focus: retrospective analysis, epizootiological monitoring, current condition]. Novosibirsk: “Nauka-Tsentr”; 2014. 272 p.

22. Kolchin E.A., Barmin A.N., Kryzhinovskaya G.V., Valov M.V. [Features of climatic changes of arid territory of the Russian Federation]. *Geologia, Geografia i Globalnaya Energiya [Geology, Geography and Global Energy]*. 2017; 4:113–22.

23. Zolotokrylin A.N., Titkova T.B., Cherenkova E.A., Vinogradova V.V. [Trends of moisture indexes and biophysical parameters of European Russia dry lands for the period of 2000–2014]. *Sovremennye Problemy Distantionnogo Zondirovaniya Zemli iz Kosmosa [Current Problems in Remote Sensing of the Earth from Space]*. 2015; 12(2):155–61.

24. Popov N.V., Toporkov V.P., Bezsmertny V.E., Popov V.P., Kuznetsov A.A., Matrosov A.N., Sludsky A.A., Udovikov A.I., Karayaeva T.B., Merkulova T.K., Kutyrev V.V. [Long-term prognosis of epizootic activity of natural plague foci in the Russian Federation as the basis of efficacy enhancement of prophylactic measures]. *Zhizn bez Opasnostey. Zdorovie. Profilaktika. Dolgoletie. [Life without Hazards. Health. Prophylaxis. Longevity]*. 2012; 7(3):13–7.

Authors:

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

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

Korzun V.M., Verzhutsky D.B., 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.

Ashibokov U.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. National Scientific Center of Particularly Dangerous Infections named after M. Aykimbaev. Republic of Kazakhstan, 050054, Almaty, Zhahanger St., 14. E-mail: ncorg@kscqzd.kz.

Об авторах:

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

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

Корзун В.М., Вержуцкий Д.Б., 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.

Ашибокоев У.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 им. М. Айкимбаева. Республика Казахстан, 050054, Алматы, ул. Жахангер, 14. E-mail: ncorg@kscqzd.kz.

Поступила 05.02.20.

Принята к публ. 12.02.20.