

DOI: 10.21055/0370-1069-2024-1-37-47

УДК 616.98:579.842.23(575.3)

**А.Н. Матросов¹, З.Г. Гулмахмадзода², М.Х. Тиллоева², К.С. Марцоха¹, А.А. Слудский¹, Э.Р. Кудратов²,
А.М. Поршаков¹, С.П. Муродов², О.Д. Назарова², Е.В. Куклев¹, И.Н. Шарова¹, М.А. Макашова¹,
А.С. Абдрашитова¹, Е.А. Михеева¹, Д.Т. Токаев², А.Ш. Амонов², Н.Г. Каримов², О.Ф. Умаров²,
М.Г. Гиесиддинзода², Е.Н. Кондратьев¹, А.Г. Селенина¹**

Оценка современного состояния Гиссарского высокогорного природного очага чумы в Республике Таджикистан

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

²ГУ «Республиканский центр по борьбе с карантинными заболеваниями» Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан, Душанбе, Республика Таджикистан

Обзор посвящен обсуждению результатов исследований в Гиссарском высокогорном природном очаге чумы на территории Республики Таджикистан в 2015–2023 гг. Регулярное исследование в очаге проводилось в 1970–1991 гг. По его результатам основным носителем возбудителя чумы является арчовая полевка, в популяции которой устойчиво циркулировал штамм неосновного центральноазиатского подвида (0.РЕ4) возбудителя чумы гиссарского биовара (0.РЕ4h), считающегося авирулентным для человека. За этот период в очаге выделено 853 штамма, из которых 799 (93,7 %) пришлось на долю арчовой полевки и ее блох. Второстепенные носители – серебристая полевка, малая лесная мышь и серый хомячок – вовлекались в эпизоотии редко. Особое положение в очаге занимает красный сурок, имеющий эпидемиологическое значение в связи с его промыслом местным населением. Социально-политические явления в конце XX – начале XXI столетия обусловили длительный перерыв в работе Таджикской противочумной станции. В 2008 г. станция преобразована в Республиканский центр по борьбе с карантинными заболеваниями при Министерстве здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан. В 2015 г. исследования были возобновлены, но осуществлялись в небольших объемах. В 2021–2023 гг. эпизоотологический мониторинг в Гиссарском очаге проводился совместно с российскими специалистами с исследованием проб полевого материала на чуму и другие природно-очаговые инфекции. В настоящее время на фоне низкой численности и заселенности мелкими млекопитающими и их кровососущими эктопаразитами – потенциальными носителями и переносчиками зоонозов – циркуляция возбудителей чумы, туляремии, псевдотуберкулеза, клещевого вирусного энцефалита, иксодового клещевого боррелиоза, гранулоцитарного анаплазмоза человека, моноцитарного эрлихиоза человека не зарегистрирована. Выявлены маркеры (ДНК) возбудителей лептоспироза и кишечного иерсиниоза. Совместное таджикско-российское сотрудничество по вопросам обеспечения эпидемиологического благополучия населения Республики Таджикистан необходимо продолжить.

Ключевые слова: чума, зоонозы, эпидемиология, природный очаг, эпизоотии, носители и переносчики, Гиссарский высокогорный очаг чумы, эпидемиологический надзор.

Корреспондирующий автор: Матросов Александр Николаевич, e-mail: rusrapi@microbe.ru.

Для цитирования: Матросов А.Н., Гулмахмадзода З.Г., Тиллоева М.Х., Марцоха К.С., Слудский А.А., Кудратов Э.Р., Поршаков А.М., Муродов С.П., Назарова О.Д., Куклев Е.В., Шарова И.Н., Макашова М.А., Абдрашитова А.С., Михеева Е.А., Токаев Д.Т., Амонов А.Ш., Каримов Н.Г., Умаров О.Ф., Гиесиддинзода М.Г., Кондратьев Е.Н., Селенина А.Г. Оценка современного состояния Гиссарского высокогорного природного очага чумы в Республике Таджикистан. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2024; 1:37–47. DOI: 10.21055/0370-1069-2024-1-37-47

Поступила 20.11.2023. Принята к публ. 16.01.2024.

**A.N. Matrosov¹, Z.G. Gulmakhmadzoda², M.Kh. Tilloeva², K.S. Martsokha¹, A.A. Sludsky¹,
E.R. Kudratov², A.M. Porshakov¹, S.P. Murodov², O.D. Nazarova², E.V. Kuklev¹, I.N. Sharova¹,
M.A. Makashova¹, A.S. Abdrashitova¹, E.A. Mikheeva¹, D.T. Tokaev², A.Sh. Amonov², N.G. Karimov²,
O.F. Umarov², M.G. Giesiddinzoda², E.N. Kondrat'ev¹, A.G. Selenina¹**

Assessment of the Current State of the Hissar High-Mountain Natural Plague Focus in the Republic of Tajikistan

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

²Republican Center for Combating Quarantine Diseases of the Ministry of Health and Social Protection of the Population of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

Abstract. The review is devoted to discussing the results of survey in the Hissar high-mountain natural plague focus on the territory of the Republic of Tajikistan in 2015–2023. Regular examination of the focus was carried out in 1970–1991. According to its results, the main carrier of the plague pathogen was the juniper vole, in the population of which a strain of the non-main subspecies *central asiatica* (0.РЕ4) of Hissar biovar (0.РЕ4h) was steadily circulating, the strain considered avirulent for humans. During that period, 853 strains were isolated in the focus, of which 799 (93.7%) were from the juniper vole and its fleas. Secondary carriers – the silver vole, the pygmy wood mouse, and the gray hamster – were rarely involved in epizootics. The red marmot, which has epidemiological significance due to its hunting by the local population, occupies a special position in the focus. Socio-political phenomena at the end of the 20th – early 21st century caused a long break in the work of the Tajik Plague Control Station. In 2008, the Station was transformed into the Republican Center for Combating Quarantine Diseases under the Ministry of Health and Social Protection of the Population of the

Republic of Tajikistan. In 2015, studies were resumed, but carried out on a small scale. In 2021–2023, epizootiological monitoring in the Hissar focus was performed jointly with Russian specialists with the testing of field material samples for plague and other natural-focal infections. Currently, against the background of low numbers and population density of small mammals and their blood-sucking ectoparasites – potential carriers and vectors of zoonoses – the circulation of agents of plague, tularemia, pseudotuberculosis, tick-borne viral encephalitis, Ixodidae tick-borne borreliosis, human granulocytic anaplasmosis, human monocytic ehrlichiosis has not been registered. Markers (DNA) of causative agents of leptospirosis and intestinal yersiniosis have been identified. Joint Tajik-Russian cooperation on issues of ensuring the epidemiological well-being of the population of the Republic of Tajikistan must be continued.

Key words: plague, zoonoses, epidemiology, natural focus, epizootics, carriers and vectors, Hissar high-mountain plague focus, epidemiological surveillance.

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

Funding: The authors declare no additional financial support for this study.

Corresponding author: Alexander N. Matrosov, e-mail: rusrapi@microbe.ru.

Citation: Matrosov A.N., Gulmakhmadzoda Z.G., Tilloeva M.Kh., Martsokha K.S., Sludsky A.A., Kudratov E.R., Porshakov A.M., Murodov S.P., Nazarova O.D., Kuklev E.V., Sharova I.N., Makashova M.A., Abdrashitova A.S., Mikheeva E.A., Tokaev D.T., Amonov A.Sh., Karimov N.G., Umarov O.F., Giesiddinzoda M.G., Kondrat'ev E.N., Selenina A.G. Assessment of the Current State of the Hissar High-Mountain Natural Plague Focus in the Republic of Tajikistan. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2024; 1:37–47. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2024-1-37-47

Received 20.11.2023. Accepted 16.01.2024.

Matrosov A.N., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4893-7188>
 Gulmakhmadzoda Z.G., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5540-3988>
 Tilloeva M.Kh., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0594-9747>
 Martsokha K.S., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2913-3766>
 Sludsky A.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4705-6151>
 Kudratov E.R., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8867-4119>
 Porshakov A.M., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3363-765X>
 Murodov S.P., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6781-3450>

Nazarova O.D., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9647-4195>
 Kuklev E.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9686-9020>
 Sharova I.N., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0037-3048>
 Makashova M.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7713-7959>
 Abdrashitova A.S., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1803-4156>
 Mikheeva E.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7218-2446>
 Kondrat'ev E.N., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7508-4355>
 Selenina A.G., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1596-864X>

Глобальные, региональные и местные изменения климата оказывают воздействие на естественные патобиоценозы [1, 2], в ряде случаев провоцируя активизацию природных очагов зоонозов [3, 4]. На равнинных и горных территориях Центральной Азии наиболее значимой особо опасной инфекционной болезнью остается чума, возбудитель которой, возможно, формировался здесь и устойчиво циркулировал в природных условиях в популяциях мелких млекопитающих-землероев с помощью трансмиссивного механизма передачи, обеспеченного высокой численностью кровососущих эктопаразитов – специфических переносчиков чумного микроба [5, 6]. Эпидемиологическая роль сурков, являющихся объектом промысла и спортивной охоты в горных очагах чумы, неоднократно изучалась и обсуждалась исследователями [7–12].

Республика Таджикистан располагается в Центральной Азии, занимая горные районы Тянь-Шаня, Памира и Гиссаро-Алая. Климат резкоконтинентальный, сухой, в долинах – субтропический. На всей территории преобладают горные ландшафты, характеризующиеся высокой мозаикой природных комплексов. Растительный и животный мир здесь формировался на стыке фаунистических областей и регионов, что обусловило большое биоразнообразие на ограниченной по размерам территории. Здесь встречаются млекопитающие 81 вида, птицы – 365, пресмыкающиеся – 49 и беспозвоночные животные – свыше 10 тыс. видов. Из млекопитающих в качестве резервуарных хозяев – носителей патогенов – большое значение имеют представители отряда грызунов, составляя 36,1 % от общего числа видов этого отряда [13, 14]. Из беспозвоночных животных многочисленны и имеют важное медицин-

ское значение кровососущие членистоногие из классов паукообразных (клещи) и насекомых (блохи).

Чума на территории Туркестана – историко-географического региона в Центральной Азии, куда входили земли Казахстана, Туркменистана, Узбекистана, Киргизии, Таджикистана, части Китая и Афганистана, – неоднократно упоминается в различных источниках VI, VII, X, XIX и XX столетий. Крупная эпидемия чумы описана в Самарканде, горах Киргизии и Каратегине (Гармская группа районов Центрального Таджикистана) в XVI в. [15]. В границах современного Таджикистана скольконибудь точные данные о заболеваниях людей чумой до конца XIX в. отсутствуют. В 1898 г. в кишлаке Анзоб, относившемся административно в то время к Искандерской волости Самаркандского уезда Туркестанского генерал-губернаторства на территории Российской империи, на высоте 2000 м в узкой долине реки Ягноб между Гиссарским и Зеравшанским хребтами была зарегистрирована крупная вспышка чумы [16–18]. Население кишлака состояло из таджиков, занимавшихся животноводством и земледелием. Люди жили в каменных строениях, плотно прилегающих друг к другу, без окон, с отверстием в крыше – дымоходом. Происхождение вспышки до настоящего времени не установлено, но достоверность этиологии и клиники заболевания подтверждена выделением штаммов возбудителя чумы из содержимого бубонов, мокроты и крови больных в Анзобе [19].

Циркуляция рамнозопозитивных штаммов основного центральноазиатского подвида *Yersinia pestis* subsp. *central asiatica* гиссарского биовара 0.PE4h на территории Гиссарского высокогорного очага чумы, несмотря на авирулентные или слабо-

вирулентные свойства возбудителя для крупных теплокровных животных, включая человека, не может быть основанием к отказу от проведения эпидемиологического надзора за этой особо опасной инфекцией в очаге. Случаи заражения людей рамнозопозитивными штаммами возбудителя чумы на Кавказе и в Монголии дают основание утверждать, что отдельные такие штаммы обладают высокой вирулентностью и способны вызывать инфекционный процесс и у людей [20–23]. Кроме того, в ряде природных очагов чумы увеличение эпидпотенциала полевочных очагов может произойти в результате замещения рамнозопозитивных штаммов на рамнозонегативные. Так, в 1991 г. в Гиссарском очаге были выделены пять рамнозонегативных штаммов возбудителя чумы, что свидетельствовало о возможности появления в очаге вирулентных штаммов, в результате чего могут развиваться эпидемические осложнения [24]. Аналогичная ситуация имела место в Сайлюгемском высокогорном природном очаге чумы на территории Российской Федерации и Монголии, где на протяжении более 50 лет отмечали только циркуляцию возбудителей чумы неосновного центральноазиатского подвида *Y. pestis* subsp. *central asiatica* алтайского и улегейского биоваров с избирательной вирулентностью в популяциях пищух, а с 2012 г. начали выделять основной высоковирулентный подвид *Y. pestis* subsp. *pestis* от серых сурков, длиннохвостых сусликов и их блох [25, 26]. В результате такой трансформации в очаге были зарегистрированы три случая заражения людей бубонной формой чумы при промысле и разделке тушек больных серых сурков [27, 28]. Аналогичные изменения статуса очага могут произойти и на территории Гиссарского хребта в Республике Таджикистан, где обитает красный сурок, являющийся объектом промысла для местного населения.

С 1956 г. специалистами Таджикской противочумной станции началось обследование горных районов Памиро-Алая (Фанские горы) на чуму с акцентом на территории с высокой численностью красного сурка. С учетом Анзобской вспышки были предприняты исследования Гиссарского хребта, увенчавшиеся успехом. В 1967–1968 гг. при исследовании сывороток крови красного сурка выявили наличие специфических антител к чумному микробу. В 1970 г. культуры чумного микроба впервые были изолированы от красного сурка, арчовой полевки, малой лесной мыши, лесной соны и от блох этих грызунов [29]. По результатам многолетних исследований в 1970–1991 гг. на высотах от 1500 до 3400 м выделен и описан в административных границах Айнинского района Ленинабадской (ныне Согдийской) области Гиссарский высокогорный очаг чумы (рис. 1), характеризующийся устойчивой циркуляцией возбудителя чумы центральноазиатского подвида O.PE4 в популяции массового вида грызунов – арчовой полевки (*Neodon juldaschi*). В соответствии с номенклатурой разграфки карты 1:1000000,

применяющейся при паспортизации очагов чумы стран СНГ, он располагается в четырех секторах: 104202941(34), 104202942(34), 104202934(34) и 104202943(34). Площадь очага составила около 400 км², индекс эпизоотичности за указанный период исследований – 0,39 [30, 31].

В 1970–1991 гг. возбудитель чумы выделялся от 6 видов грызунов-носителей, 14 видов их блох и 1 вида иксодовых клещей. На долю блох выпадало 70 % выделенных штаммов. При этом число культур прямо пропорционально коррелировало с численностью переносчиков на арчовой полевке, что указывает на большое эпизоотологическое значение блох [19]. В эпизоотии чумы вовлекались красный сурок (*Marmota caudata*), малая лесная мышь (*Sylvaemus uralensis*), серый хомячок (*Cricetulus migratorius*), серебристая полевка (*Alticola argentatus*), лесная соя (*Dryomys nitedula*), их блохи: *Amphipsylla anceps*, *A. phaiomydis*, *A. montana*, *Callopsylla caspia*, *Frontopsylla elata*, *F. frontalis*, *F. ornata*, *F. protera*, *Leptopsylla nana*, *L. nemorosa*, *Neopsylla meridian*, *N. pleskei*, *Oropsylla silantiewi*, *Rhadinopsylla altifrons* и клещ *Ixodes crenulatus*. По сезонам в течение года эпизоотии чумы на Гиссарском хребте развивались с апреля по ноябрь, с максимумом интенсивности эпизоотического процесса в июне [32, 33]. Наибольшая активность эпизоотий чумы отмечалась в сезоны и годы высокой численности арчовой полевки и ее блох. В разные эпизоотические циклы доля зараженных полевок этого вида варьировала от 0,1 до 2,5 %. Важно отметить выраженную сезонную динамику в развитии эпизоотий: они начинались в поселениях арчовой полевки в 3-й декаде апреля, заканчиваясь во 2-й декаде ноября с выраженными пиками подъемов в 1–2-й декадах июня, 3-й декаде июля и 2-й декаде сентября. При этом подчеркивалось, что наблюдаются большие различия в активности участия разных видов блох в эпизоотиях [34].

Длительный перерыв в изучении состояния Гиссарского очага чумы, обусловленный социально-политическими явлениями в Республике Таджикистан, в течение ряда лет не позволял адекватно оценить обстановку по этой опасной инфекции. В 1991–2014 гг., в результате тектонической деятельности и селевой активности, на территории очага произошли существенные изменения, которые осложнили обстановку в горной местности. Селевыми потоками в долине рек Караколь, Ходжикешвар, Мура в 1993 г. были уничтожены существующие поселения основного носителя – арчовой полевки, разрушены дороги и удобные подъезды к участку стойкой энзоотии чумы, выявленному в 1970–1991 гг.

Целью настоящего обзора является анализ информации о современной обстановке по чуме и другим инфекционным болезням на территории Гиссарского высокогорного природного очага чумы, необходимой для оценки происходящих изменений

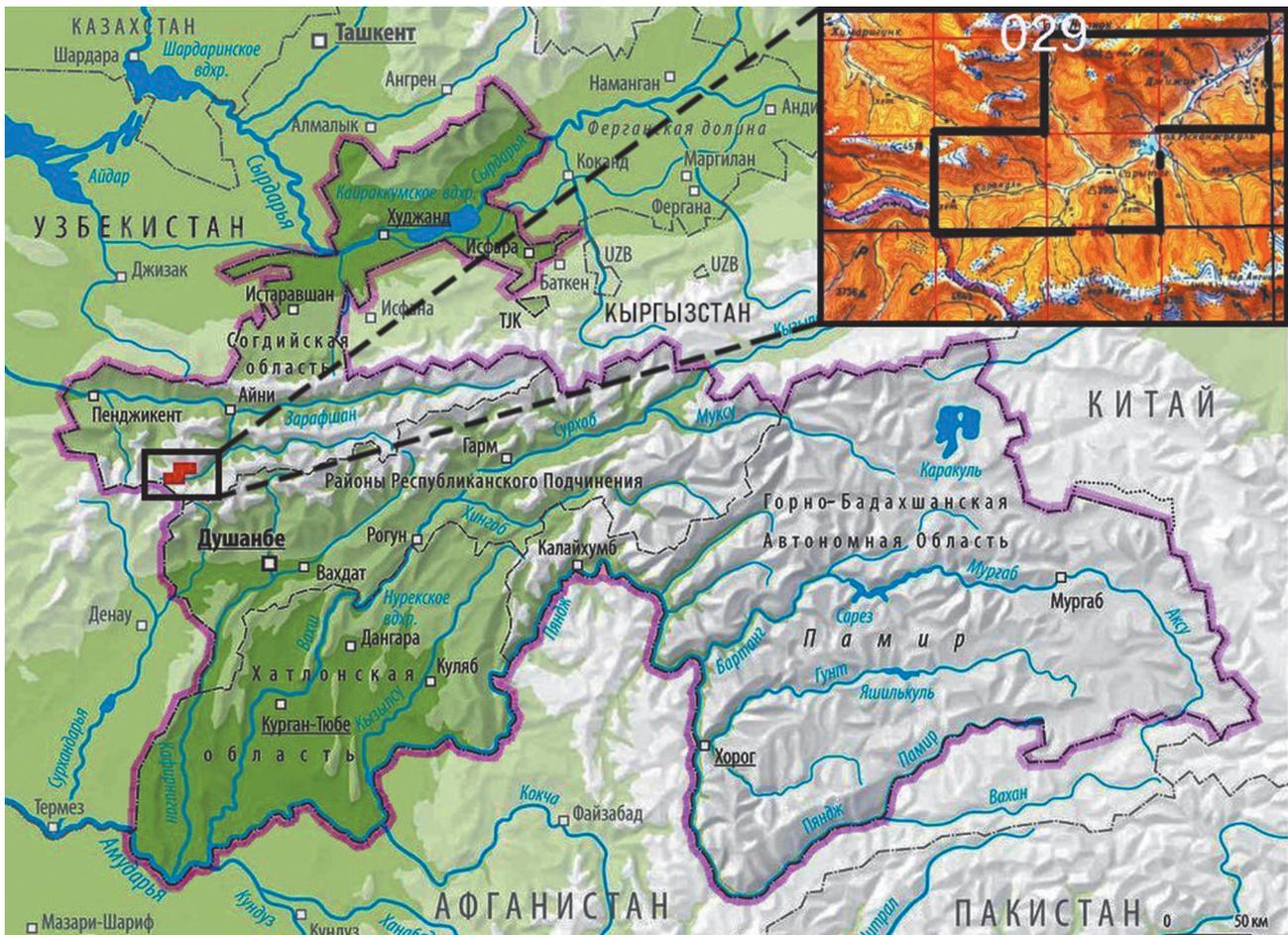


Рис. 1. Расположение Гиссарского высокогорного природного очага чумы на карте Республики Таджикистан

Fig. 1. Location of the Hissar high-mountain natural plague focus on the map of the Republic of Tajikistan

в его биоценотической структуре и определяющей риск эпидемических осложнений в очаге.

Для характеристики обстановки в Гиссарском высокогорном природном очаге чумы использованы архивные и литературные данные, полученные в 1970–1991 гг. специалистами Таджикской противочумной станции, курируемой специалистами Среднеазиатского научно-исследовательского противочумного института. Длительный перерыв в обследовании очага в 1992–2014 гг. связан со сложной социально-политической обстановкой в республике. В 2008 г. Таджикская противочумная станция реорганизована в Республиканский центр по борьбе с карантинными болезнями при Министерстве здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан (далее – Республиканский центр), что потребовало некоторой перестройки деятельности учреждения. Исследования на чуму в очаге были возобновлены в 2015 г. и проводились уже ежегодно.

При проведении работ руководствовались методическими рекомендациями «Организация и проведение эпидемиологического надзора в природных очагах чумы на территории государств – участников Содружества независимых государств» (Душанбе, 2019).

Обследование Гиссарского высокогорного природного очага чумы осуществлялось в 2015–2023 гг. силами специальных обследовательских зооотрядов и сезонного противоэпидемического отряда, выставяемого в ур. Сарытаг на территории Айнинского района Согдийской области. В 2021–2023 гг., в соответствии с договором от 21.12.2017 о сотрудничестве в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения между Российским противочумным институтом «Микроб» Роспотребнадзора и Республиканским центром, распоряжениями Правительства Российской Федерации от 12.10.2019 № 2403, от 18.04.2023 № 973-р, решениями рабочих совещаний от 16.03.2021, 19.07.2022, 09.08.2022 и 14.06.2023 с участием представителей Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан и Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, в очаге осуществлялись совместные исследования. Собранный материал исследовался в лаборатории эпидотряда методами, регламентированными действующими инструкциями Республиканского центра, приказами Министерства здравоохранения Республики Таджикистан по совершенствованию эпидемиологического надзора инфекционных болезней, а также в соответствии с ме-

тодическими документами, принятыми в Российской Федерации.

Очаг располагается на территории горного узла западной части Памиро-Алая. В 2015–2023 гг. здесь отловлена 991 особь мелких млекопитающих 7 видов, собрано 1625 экземпляров блох 19 видов. Вылов зверьков проводился с помощью давилок Геро методом ловушко-линий, а в поселениях основного носителя – арчовой полевки – при выставлении ловушек по колониям. Блохи собирались при очесе зверьков, раскопке нор арчовой полевки и сборе мигрирующих норových блох. Видовое определение собранного зоологического материала осуществлялось в полевых условиях.

Большое внимание уделялось эпидемиологической направленности исследований. В процессе работы осуществляли сбор эпидемиологических данных: численность и размещение постоянного и временного населения, характер пребывания в очаге, структура медицинской сети и др.

При проведении эпизоотологического мониторинга Гиссарского высокогорного природного очага чумы осуществляли комплексное исследование биологического материала и проб объектов окружающей среды на наличие возбудителей чумы, туляремии, лептоспироза, иерсиниозов, клещевого вирусного энцефалита (КВЭ), Крымской геморрагической лихорадки (КГЛ), иксодового клещевого боррелиоза (ИКБ), гранулоцитарного анаплазмоза человека (ГАЧ), моноцитарного эрлихиоза человека (МЭЧ) с использованием бактериологического анализа, комплекса методов ускоренной диагностики. Подготовку проб, бактериологический анализ выполняли на базе полевой лаборатории противоэпидемического отряда силами специалистов Республиканского центра, индикацию возбудителей методами иммуноферментного анализа (ИФА), полимеразной цепной реакции (ПЦР) – на базе мобильной МЛЭД (микробиологической лаборатории экспресс-диагностики) Республиканского центра совместной группой российских и таджикских специалистов.

В ходе эпизоотологического обследования при проведении исследований на чуму использовали алгоритм, который предусматривает на первом этапе постановку ПЦР, на втором, при получении положительных результатов, – посев на питательные среды для выделения культуры возбудителя. При получении положительного результата ПЦР для его подтверждения проводилось повторное выделение ДНК и постановка реакции с тест-системами разных производителей.

С целями навигации и позиционирования применяли инструменты ГИС-технологий для GPS-трекеров, необходимых для нанесения маршрутов учета и регистрации координат мест забора полевого материала. В процессе полевых исследований большое внимание уделялось образовательной деятельности и обучению специалистов работе в МЛЭД.

Необходимо отметить, что высокогорные районы Таджикистана труднопроходимы, что значительно осложняет или ограничивает передвижение на автотранспорте. Как правило, крупные населенные пункты относительно доступны, в то время как до отдельных летних стоянок и аулов можно добраться только на вьючном транспорте (лошади, ослы) или пешком по горным тропам. Участок стойкой очаговости чумы на Гиссаре располагается в урочище Ходжикешвар, где ранее размещалась стационарная база противочумного отряда. В 1993 г. долины горных рек здесь были заполнены селевыми потоками, разрушившими строения, – база перестала существовать. В настоящее время расположение Гиссарского противоэпидемического отряда представляет собой палаточный лагерь, размещающийся на берегу р. Караколь близ кишлака Сарытаг в 10 км от ядра очага. Проход зоогруппы на этот участок достаточно затруднен и сопряжен с преодолением значительного расстояния по пересеченной местности с бродами и горными тропами. В процессе работ в 2015–2023 гг. зоогруппа проходила с грузом орудий лова до 8–16 км пути в день. Это значительно осложняло работу специалистов, не все намеченные планы участка удавалось охватить.

На основании многолетних исследований на территории Айнинского района Согдийской области Республики Таджикистан в 1970–1991 гг. был описан Гиссарский высокогорный очаг чумы [19, 35]. В этот период отловлено 187296 экземпляров грызунов: 50478 арчовых полевок (индекс доминирования – 27,0 %), 25317 малых лесных мышей (13,5 %), 9071 серебристая полевка (4,8 %), 4029 серых хомячков (2,2 %), 2413 лесных сонь (1,3 %) и 2340 красных сурков (1,2 %).

Динамика фауны носителей чумы формировалась под действием природных факторов, а также под влиянием антропогенного пресса, связанного с сельскохозяйственной деятельностью (развитие животноводства, расширение площадей агроценозов), освоением месторождений полезных ископаемых, дорожным строительством. В процессе исследований в 1970–1991 гг. пристальное внимание было уделено красному сурку, имеющему большое эпидемиологическое значение в связи с промыслом этого вида [9]. Ареал сурка мозаичен, поселения локальны и небольшие по площади, заселенность ими энзоотической территории низкая, а на части ее отсутствует вовсе. По результатам лабораторной диагностики основным носителем в очаге является арчовая полевка: из 853 выделенных штаммов возбудителя чумы 93,7 % изолировали от *N. juldaschi* (226 штаммов) и ее блох (573). От красного сурка выделено 8 штаммов, от его блохи *O. silantiewi* – лишь 1. Вместе с тем в 1967, 1970 и 1972 гг. по результатам серологических исследований сывороток крови сурков антитела к фракции 1 чумного микроба обнаруживали у 6,1–10,1 % проб [29]. Роль второстепенных носителей чумы в очаге выполняют серебристая полевка, малая

лесная мышь и серый хомячок. От этих видов выделен 21 штамм. Случайными носителями являются лесная соня и ласка, на долю которых пришлось лишь 2 штамма чумного микроба. Важное значение имела интродукция в населенные пункты на территории очага синантропного вида серой крысы *Rattus norvegicus* [36], экологический, эпизоотологический и эпидемиологический статус которой на настоящее время неясен.

Фауна блох Таджикистана представлена 83 видами и подвидами, относящимися к 30 родам. В границах очага зарегистрирован 41 вид и подвид блох из 19 родов отряда Siphonaptera [34]. По численности явно доминировали памиро-алайские горные формы, паразитирующие на фоновых видах мелких грызунов: сурке, мышах и полевках. Блохи сурков представлены в основном *O. silantiewi*, пищух – *Amphalius clarus*. Доминировали на арчевой полевке блохи *Frontopsylla elata vara*, *Amphipsylla phaiomydis*, *Callopsylla caspia*, *Leptopsylla nana* и *Neopsylla pleskei ariana*. На других мелких мышевидных грызунах специфичными являлись виды *Amphipsylla dumalis*, *Amphalius montana*, *Leptopsylla nemorosa*, *Frontopsylla elata glabra* [19]. При этом исследователи отмечают интенсивный обмен эктопаразитами между мышами и полевками, в то время как паразитарные контакты сурков и мелких мышевидных не выражены [37].

В 1970–1991 гг. всего спонтанно зараженными чумным микробом в Гиссарском очаге выявлены 14 видов блох – специфических паразитов арчевой полевки. Наибольшее количество штаммов микроба чумы от блох выделено от *F. elata* (201), несколько меньше – от *A. phaiomydis* (181), *Cl. caspia* (93), *L. nana* (47), *N. pleskei* (41) и *L. nemorosa* (10). Таким образом, блохи *F. elata*, *A. phaiomydis*, *Cl. caspia* и *N. pleskei* являются здесь основными переносчиками. Несмотря на большое количество штаммов, выделенных в очаге от блох *L. nana*, этот вид считается лишь дополнительным переносчиком, так как имаго к весне вымирают [19, 38].

Для основного носителя чумы – арчевой полевки – показаны значительные изменения численности популяции во времени и пространстве. При этом в разные годы плотность населения зверьков варьировала от 1 до 75 особей на 1 га. Восстановление численности после депрессии связано с высокими репродуктивными способностями этого вида при благоприятных защитных и кормовых условиях, обусловленных погодными явлениями. На высотах до 2800 м регистрировали самок, приносящих до четырех пометов в год. В условиях микроклимата высокогорий основным лимитирующим фактором является увлажнение: в годы и сезоны засухи размножение прекращается. По данным исследований, в 1976–1991 гг. за пределами Гиссарского очага средняя численность арчевой полевки составляла 62,2 особи/га при колебаниях от 11 до 220 особей/га [19, 39]. В современный период ее численность

в поселениях регистрируется на низком уровне – 15,8 особи/га.

Красный сурок на территории очага относится к Гиссаро-Дарвазской популяции. По литературным данным, к 80-м гг. прошлого столетия численность вида значительно сократилась в результате активного промысла населением. Так, в 1970–1971 гг. средняя плотность сурка составляла 3,8 особи/га, но уже в 1977–1978 гг. сократилась до 0,7 особи/га. После 1990-х гг. наблюдался некоторый рост численности вида, но заселенность им участков ниже 2800 м над уровнем моря оставалась низкой. В настоящее время красный сурок остается обычным видом в очаге, но поселения его достаточно локальны. Плотность вида на территории очага в среднем составляет всего 0,07 жилых бутан на 1 гектар. В районе ур. Хаджикичвар, считающегося ядром энзоотии чумы на Гиссарском хребте, численность в его небольших по площади ленточных или островных поселениях составляет 2,6 особи/га. При посещении местности в окрестностях кишлака Марзич в 2023 г., где более сотни лет назад началась вспышка чумы среди населения, мы регистрировали также высокую плотность – 2,3 особи/га.

Численность мелких мышевидных грызунов, являющихся второстепенными носителями чумы: малой лесной мыши, серебристой полевки, серого хомячка, – также подвержена большим колебаниям по годам, но по причине большей эвритопности они распространены более равномерно и широко в сравнении с арчевой полевкой. Несмотря на некоторые конкурентные межвидовые отношения у этой группы грызунов, в многолетнем плане отмечалась выраженная синхронность колебаний численности, что вполне объяснимо с учетом основного лимитирующего фактора – влажности, определяющей состояние растительности и, как следствие, защитные и кормовые условия горных степей и полупустынь. В настоящее время средняя численность всех мышевидных грызунов, включая арчевую полевку, при отлове давилками составила 6,7 % попадания. Требуется уточнение состояния популяции серой крысы в населенных пунктах, проникшей в Гиссарскую долину в середине 90-х гг. прошлого столетия и расширившей здесь свой ареал к настоящему времени.

В современный период произошли существенные изменения в фауне, распределении и численности блох – переносчиков возбудителя чумы на территории Гиссарского очага в сравнении с предыдущим периодом исследований. В 2015–2023 гг., по материалам энтомологического обследования, зарегистрировано 19 видов блох, собранных с шерсти зверьков, из их нор и гнезд. При этом в современных сборах существенно доминировали блохи полевков и мышей: *F. protera*, *F. elata*, *F. ornata*, *A. phaiomydis*, *A. montana*, *L. nana*, *Rhadinopsylla nemorosus* и *N. pleskei*. Важно отметить, что в высокогорьях Таджикистана, в отличие от аналогичных участков ареала сурка, расположенных севернее, отмечается миграция блох

во входы нор. Так, при учетах в поселениях красного сурка блохи отмечены в 12,5 % нор (ИВ, индекс встречаемости) с достаточно высоким индексом обилия (ИО) – 0,43 экз. на одно устье норы. При этом были встречены блохи трех видов: *Pulex irritans* (индекс доминирования ИД=85,3 %), *A. phaiomydis* (8,8 %) и *Citellophyllus lebedewi* (5,9 %).

При раскопке гнезд арчовой полевки ИО блох составил 21 экз., из которых были представлены три вида: *F. elata* (ИД=57,2 %), *F. ornata* (33,3 %) и *Neopsylla meridiana* (9,5 %). С учетом отлова зверьков в основном в ночное время с помощью давилок, не представляется возможным оценить численность блох в шерсти грызунов-прокормителей по причине схода насекомых с погибших зверьков. По материалам многолетних исследований А.А. Слудского, при отлове живоловками на эпизоотологическом стационаре в 1974–1982 гг. с апреля по октябрь суммарный ИО специфических блох в шерсти арчовой полевки в среднем составлял 1,5, при разбросе от 0,7 до 2,9 [39].

Таким образом, в настоящее время наиболее массовым видом блох в Гиссарском высокогорном очаге чумы остается *F. elata*, ИД которой составляет 18,0 %. Регистрируется достаточно значительная доля *Pectinostenus nemorosus* – 14,7 %, ранее идентифицируемой как *L. nemorosa*, а также *F. protera* (12,3 %). На всех видах мышевидных паразитируют также *F. ornata* (9,2), *N. pleskei* (8,8), *L. nana* (6,9), *A. montana* (6,8), *A. phaiomydis* (6,6). Обычными, но немногочисленными видами на них встречены *Amphipsylla anceps* (3,7) и *Cl. caspia* (0,6). Блоха *P. irritans* составила в сборах 1,8 %. Важно указать, что этот высокоэффективный переносчик возбудителя в большом количестве встречался в устьях нор красного сурка. Следует отметить, что фрагментарность полученных

данных, небольшой промежуток времени наблюдений и низкая численность эктопаразитов пока не позволяют оценить истинное соотношение и структуру таксоценоза блох в очаге. В единичных экземплярах нами собраны блохи *A. primaria*, *Callopsylla lagomys*, *Citellophyllus lebedewi*, *Ceratophyllus sciurorum*, *N. meridiana* и *Rhadinopsylla dahurica*. Последний вид нами отмечен на Гиссарском хребте впервые. С учетом заселения крупных населенных пунктов серой крысой важно определить наличие и эпизоотологический статус ее специфических блох: *Nosopsyllus fasciatus* и *Xenopsylla cheopis*.

Всего при проведении лабораторной диагностики в ходе эпизоотологического мониторинга Гиссарского природного очага чумы в 2022–2023 гг. исследовано 448 проб биологического материала, выполнено 1040 исследований. В результате эпизоотологического мониторинга в 2015–2023 гг. обследовано около 130 пунктов в границах ядра энзоотии чумы, выявленного в 1970–1991 гг. Собран и исследован в лаборатории 991 экз. мелких млекопитающих 7 видов: арчовой полевки – 270, серебристой полевки – 252, малой лесной мыши – 252, лесной сони – 135, красного сурка – 4, серого хомячка – 1, памирской белозубки – 1. Собрано со зверьков, из гнезд и устьев нор грызунов, доставлено и исследовано на чуму 1625 экз. блох 19 видов. Положительных результатов на чуму при исследовании бактериологическим, серологическим и молекулярно-генетическим (ПЦР) методами не получено.

Данные о точной географической привязке обследованных пунктов в границах ядра энзоотии чумы, выявленного в 1970–1991 гг., приведены только по материалам совместных таджикско-российских исследований в 2021–2023 гг. (рис. 2). В этот период, помимо чумы, проводилось исследование полевых

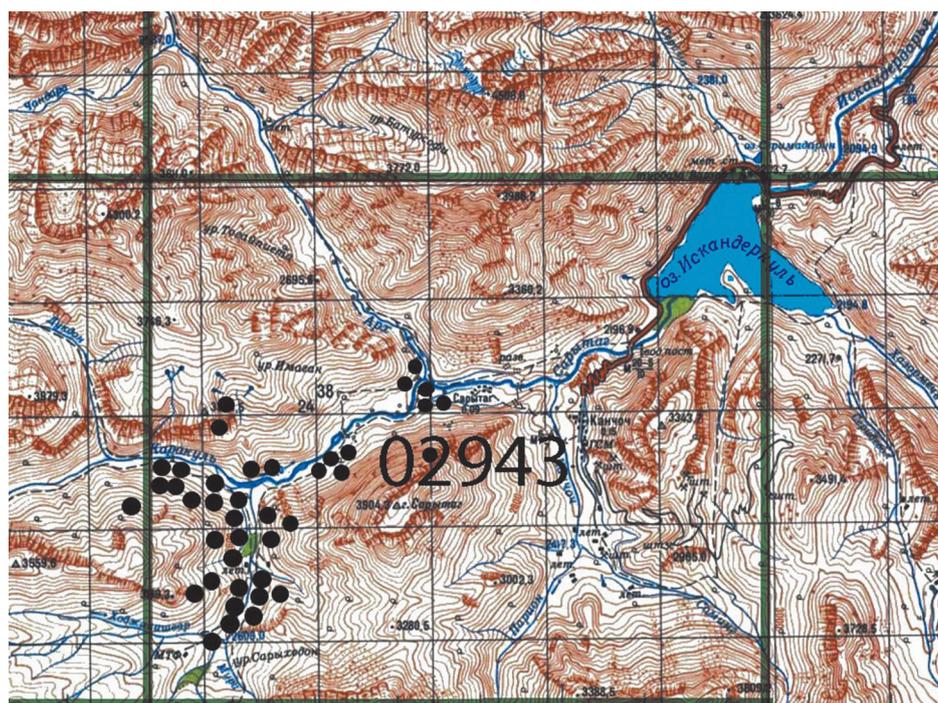


Рис. 2. Пункты обследования на чуму и другие инфекции на территории Гиссарского высокогорного очага чумы в 2021–2023 гг.

Fig. 2. Points of survey for plague and other infections on the territory of the Hissar high-mountain plague focus in 2021–2023

проб от грызунов и их эктопаразитов на туляремию, лептоспироз, псевдотуберкулез и кишечный иерсиниоз. В 2023 г. также проводились исследования на вирусные инфекции: клещевой энцефалит, боррелиоз, Крымскую геморрагическую лихорадку, анаплазмоз и эрлихиоз.

По результатам этих исследований циркуляция возбудителей туляремии и псевдотуберкулеза не выявлена. В 2023 г. при исследовании на лептоспироз 68 проб из суспензий органов грызунов методом ПЦР выявлены РНК патогенных лептоспир со значениями Ct 25,19; 22,92; 13,59; 21,04; 23,89; 23,73 в 6 (8,8 %) пробах от 4 малых лесных мышей и 2 лесных сонь. При исследовании на кишечный иерсиниоз 268 проб от грызунов и их блох методом ПЦР получено 23 положительных результата (выявлена ДНК *Y. enterocolitica*, значения Ct – более 30). В дальнейшем с данными пробами проведена ПЦР с использованием смеси для дифференциации ДНК вирулентных и авирулентных штаммов *Y. enterocolitica*. Факторы вирулентности *Y. enterocolitica* (локусы прикрепления и инвазии, адгезии и энтеротоксин) не выявлены ни в одной из проб. Пробы, в которых выявлена ДНК *Y. enterocolitica* (23 пробы), исследовали бактериологическим методом. В посевах из 15 проб отмечен рост культур на чашках, которые затем исследовали с помощью метода ПЦР. В 13 случаях обнаружена ДНК *Y. enterocolitica*, факторы вирулентности *Y. enterocolitica* не обнаружены.

В процессе работы собраны эпидемиологические сведения о населении Айнинского административного района, в границах которого располагается Гиссарский очаг чумы. Район в настоящее время включает 3 поселка городского типа, 1 сельский поселок и 8 сельских общин (джамоатов), в структуре которых 52 кишлака. Кроме них в летний период животноводы перекочевывают в аулы – небольшие временные поселения, насчитывающие до нескольких десятков человек. Общая площадь района составляет 5158,6 км², средняя высота – 2400 м. Численность населения в последние годы выросла и составила 85780 человек, плотность – до 16,6 чел./км². По национальному составу преобладают таджики и узбеки. На территории района также проживают ягнобцы (малочисленная ираноязычная народность). Конфессиональный состав – мусульмане-сунниты. Сельские жители составляют 98 %.

На территории насчитывается в настоящее время около 256 крестьянских хозяйств, специализирующихся на животноводстве и овощеводстве. Имеются хозяйства, занимающиеся пчеловодством, птицеводством, выращиванием целебных трав. Орошаемые земли занимают площадь 3140 га (0,8 % от всей территории), пахотные земли – 1441 га (0,3 %), сады – 658 га (0,2 %). Промышленность развита слабо. Имеются богатые месторождения мрамора, гранита, золота и других драгоценных металлов, многие из которых арендованы и разрабатываются иностранными компаниями. Есть местные предприятия по произ-

водству кирпича, прочих строительных материалов, продуктов питания. Транспорт также развит слабо. Общая длина автодорог в районе составляет 80 км. Функционирует только автобусное сообщение.

Территория Таджикистана активно посещается туристами из Душанбе, других городов страны и соседних республик, а также со всего мира. Ежегодно на территорию Гиссарского высокогорного очага чумы прибывают организованные и «дикие» группы, большинство из которых останавливаются в кишлаках в отелях, гостевых домах или палаточных городках. Размещением и обслуживанием туристов занимаются государственные фирмы, профсоюзы и другие неправительственные компании, частные коммерческие фирмы. В течение года в республике регистрируется пребывание 300–400 тыс. туристов. Наиболее развиты горно-пешеходный, этнографический и экологический туризм, альпинизм, велотуризм, джип-туры и рафтинг (сплав по горным рекам). Многие туристические проекты финансируются совместно с иностранными компаниями из Швейцарии, Франции, Германии, Китая, ряда арабских стран. Кроме туристов на территорию страны, в том числе в Айнинский район, ежегодно прибывают категории временного населения, часть из которого – иностранные граждане, занятые на горных промыслах, строительстве автодорог, мостов и тоннелей. В границах очага в связи с малой доступностью большого наплыва туристов не отмечается. Вместе с тем красота пейзажей Фанских гор, наличие участка Шелкового пути, альпийских лагерей, отелей и гостевых домов, обилие местных достопримечательностей привлекают приезжих из числа иностранных туристов и отдыхающих с разных территорий республики.

Повышение активности высокогорных природных очагов чумы в Евразии привело к эпидемическим осложнениям по этой инфекции в России, Монголии и Китае. Гиссарский природный очаг чумы в Памиро-Алайской горной области на территории Таджикистана относится к группе полевочных очагов, где по результатам исследования в 1970–1991 гг. в поселениях арчовой полевки устойчиво циркулировал чумной микроб неосновного подвида *Y. pestis* subsp. *hissarica*.

В результате разделения Советского Союза на ряд самостоятельных государств, последующих вслед за этим социально-политических и военных потрясений, приведших к экономическому ослаблению бывших союзных республик, в течение 30 лет не представлялось возможности регулярно обследовать этот природный очаг. В такой обстановке в Республике Таджикистан удалось сохранить противочумную станцию – специализированную структуру здравоохранения, реорганизованную в Республиканский центр по борьбе с карантинными заболеваниями. В его функции вошли контроль за чумой и другими особо опасными природно-очаговыми инфекциями на территории республики, обеспечение эпидемиологического благополучия населения.

В настоящее время в рамках сотрудничества стран СНГ, ШОС, ВЕЦА, международных соглашений в области здравоохранения представляются новые возможности объединения усилий по надзору за чумой и другими инфекционными болезнями, природные очаги которых не имеют административных границ. Возобновление исследований на территории Гиссарского высокогорного природного очага чумы объединенной таджикско-российской группой специалистов, в соответствии с распоряжениями Правительства Российской Федерации от 12.10.2019 № 2403-р, действующими соглашениями между Республиканским центром и ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора, позволяет восстановить полномасштабный надзор за болезнями и обеспечить эпидемиологическое благополучие населения республики. Эффективность профилактики инфекций во многом зависит от объективной оценки состояния их природных очагов, получения современной информации о численности и размещении резервуарных животных, изучения условий циркуляции и свойств возбудителей болезней.

В 2015–2023 гг. в Гиссарском высокогорном природном очаге чумы проведено эпизоотологическое обследование в границах наиболее стойкого проявления энзоотии чумы в поселениях основного носителя – арчовой полевки. По его результатам можно отметить существенные изменения состояния природного очага чумы. Предпринятые в последние девять лет рекогносцировочные исследования не выявили какой-либо активности очага: штаммы возбудителя чумы на территории не выделялись; ДНК *Y. pestis* в пробах не обнаруживалась; отсутствуют находки серопозитивных зверьков. Отрицательные результаты получены при исследовании проб на наличие возбудителей туляремии и псевдотуберкулеза, КГЛ, КВЭ, ИКБ, ГАЧ, МЭЧ. Вместе с тем получены данные о циркуляции на территории очага возбудителей лептоспироза и кишечного иерсиниоза.

В процессе работы получены новые данные о современных изменениях территории природного очага, уточнены сведения о размещении и численности грызунов и эктопаразитов, выявлены доступные маршруты обследования различных участков очага. Специфика работы в очаге связана с отсутствием или плохим состоянием автодорог, необходимостью преодоления сотрудниками зоогруппы больших расстояний, опасностью передвижения по горным тропам в пешем порядке и ночлегом на дальних труднодоступных участках. Определены этапы и содержание мероприятий, позволяющих устранить выявленные трудности полевой работы, обеспечивающие безопасность персонала, соблюдение режимных требований и эффективность исследований на чуму и другие инфекции.

По результатам исследований в 2015–2023 гг. в Гиссарском высокогорном природном очаге чумы уточнены данные о видовом составе фоновых видов грызунов и их эктопаразитов – потенциальных носи-

телей и переносчиков чумы. На участках постоянного норения арчовой полевки – основного носителя чумного микроба – ее численность составила 4,0 жилых колонии на 1 га. Общая численность мышевидных грызунов по материалам учетов на ловушко-линиях составила 9,0 % попадания. В локальных поселениях красного сурка число жилых бутанов в среднем равнялось 0,07 на 1 га.

Видовой состав эктопаразитов оказался небогатым: с арчовых полевков собраны их специфические блохи *A. phaiomydis* и *P. nemorosus*, и ранее встречающиеся здесь в качестве переносчиков чумы (ИО=0,11). Наиболее высокая численность блох отмечена на лесных мышах (ИО=0,77), на которых кроме перечисленных видов обнаружена также *A. montana*.

Результаты исследований на территории Гиссарского высокогорного очага чумы свидетельствовали об эффективности использования МЛЭД на базе автомобиля «Газель». Впервые современные методы лабораторной диагностики при проведении эпизоотологического мониторинга Гиссарского высокогорного природного очага чумы применены непосредственно на территории очага. Расширен спектр возбудителей опасных инфекционных болезней для определения возможной их циркуляции на очаговой территории. Результаты работы, полученные при эпизоотологическом обследовании очага чумы, показали перспективность таджикско-российского сотрудничества по обеспечению эпидемиологической безопасности населения в Республике Таджикистан.

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

Финансирование. Авторы заявляют об отсутствии дополнительного финансирования при проведении данного исследования.

Список литературы

1. Stenseth N.C., Myrseth A., Ottersen G., Hurrell J.W., Chan K.-S., Lima M. Ecological effects of climate fluctuations. *Science*. 2002; 297(5585):1292–6. DOI: 10.1126/science.1071281.
2. Renner S.S., Zohner C.M. Climate change and phenological mismatch in trophic interactions among plants, insects, and vertebrates. *Annual Rev. Ecol. Evol. Syst.* 2018; 49(1):165–82. DOI: 10.1146/annurev-ecolsys-110617-062535.
3. Stenseth N.C., Atshabar B.B., Begon M., Belmain S.R., Bertherat E., Carniel E., Gage K.L., Leirs H., Rahalison L. Plague: past, present, and future. *PLoS Med.* 2008; 15(1):e3. DOI: 10.1371/journal.pmed.0050003.
4. Прислегина Д.А., Дубянский В.М., Платонов А.Е., Малецкая О.В. Влияние природно-климатических факторов на эпизоотологическую ситуацию по природно-очаговым инфекциям. *Инфекция и иммунитет*. 2021; 11(5):820–36. DOI: 10.15789/2220-7619-EOT-1631.
5. Bramanti B., Stenseth N.C., Walle L., Lei X. Plague: A disease which changed the path of human civilization. In: Yang R., Anisimov A., editors. *Yersinia pestis: Retrospective and Perspective*. Dordrecht: Springer; 2016. P. 1–26. DOI: 10.1007/978-94-024-0890-4_1.
6. Jarrett C.O., Deak E., Isherwood K.E., Oyston P.C., Fischer E.R., Whitney A.R., Kobayashi S.D., DeLeo F.R., Hinnebusch B.J. Transmission of *Yersinia pestis* from an infectious biofilm in the flea vector. *J. Infect. Dis.* 2004; 190(4):783–92. DOI: 10.1086/422695.
7. Бибииков Д.И. Горные сурки Средней Азии и Казахстана. М.: Наука; 1967. 198 с.
8. Бибииков Д.И., Берендяев С.А., Пейсахис Л.А., Шварц Е.А. Природные очаги чумы сурков в СССР. М.: Медицина; 1973. 192 с.

9. Яковлев Е.П. Промысел сурков в Узбекистане и Таджикистане. В кн.: Сурки. Биоценотическое и практическое значение. М.: Наука; 1980. С. 195–7.
10. Сунцов В.В., Сунцова Н.И. Чума. Происхождение и эволюция эпизоотической системы (экологические, географические и социальные аспекты). М.: Товарищество научных изданий КМК; 2006. 247 с.
11. Wang Z., Kang Y., Wang Y., Tan Y., Yao B., An K., Su J. Himalayan marmot (*Marmota himalayana*) redistribution to high latitudes under climate change. *Animals (Basel)*. 2023; 13(17):2736. DOI: 10.3390/ani13172736.
12. Xu L., Wang Q., Yang R., Ganbold D., Tsogbadrakh N., Dong K., Liu M., Altantogtokh D., Liu Q., Undrakhbold S., Boldgiv B., Liang W., Stenseth N.C. Climate-driven marmot-plague dynamics in Mongolia and China. *Sci. Rep.* 2023; 13(1):11906. DOI: 10.1038/s41598-023-38966-1.
13. Давыдов Г.С. Фауна Таджикской ССР. Т. 20. Ч. I. Млекопитающие (Зайцеобразные. Суслики. Сурки). Душанбе: Дониш; 1974. 259 с.
14. Саидов А.С. Фауногенетический анализ грызунов Таджикистана. *Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение биологических и медицинских наук*. 2011; 2:34–41.
15. Калина Г.П. Чума в Средней Азии. Архангельск: Севкрайгиз; 1936. 96 с.
16. Финкельштейн Я.М. Чума в Анзобе. *Военно-медицинский журнал*. 1899; 2:534–57.
17. Левин А.М. Чума в Анзобе в 1898 г. *Врач*. 1899; 6: 157–62.
18. Дербек Ф.А. История чумных эпидемий в России с основания государства до настоящего времени. СПб.; 1905. 385 с.
19. Слудский А.А., Дерлято К.И., Головки Э.Н., Агеев В.С. Гиссарский природный очаг чумы. Саратов: Изд-во Саратов-ун-та; 2003. 248 с.
20. 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.
21. Анисимов Н.В., Комбарова Т.И., Платонов М.Е., Иванов С.А., Сухова М.А., Дентовская С.В., Анисимов А.П. Способ отбора филогенетически близких штаммов *Yersinia pestis*, отличающихся по вирулентности для морских свинок. *Инфекция и иммунитет*. 2015; 5(4):373–6. DOI: 10.15789/2220-7619-2015-4-373-376.
22. 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.
23. Narankhatan N. Some characters of the pathogen *Y. pestis* found in patients with plague (2000–2015). In: Current Issues on Zoonotic Diseases. Ulaanbatar; 2021. Vol. 24. P. 65–6.
24. Слудский А.А., Девдариани З.Л. Рамнозопозитивные штаммы возбудителя чумы: вирулентность и эпидемиологическое значение. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2022; 3:38–44. DOI: 10.21055/0370-1069-2022-3-38-44.
25. Ерошенко Г.А., Краснов Я.М., Носов Н.Ю., Куклева Л.М., Никифоров К.А., Оглодин Е.Г., Кутырев В.В. Совершенствование подвидовой классификации *Yersinia pestis* на основе данных полногеномного секвенирования штаммов из России и сопредельных государств. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2015; 4:58–64. DOI: 10.21055/0370-1069-2015-4-58-64.
26. Балахонов С.В., Корзун В.М., редакторы. Трансграничный Сайлюгемский природный очаг чумы. Новосибирск; 2022. 248 с. DOI: 10.7868/978-5-02-040977-4.
27. Кучерук В.В., Бибииков Д.И. Сурки как хранители чумы. В кн.: Сурки. Биоценотическое и практическое значение. М.: Наука; 1980. С. 111–61.
28. 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.
29. Головки Э.Н., Пейсахис Л.А., Дерлято К.И., Червякова В.П., Усачев Г.П., Кафарская Д.Г., Яковлев Е.П., Морозкина Е.А., Юсупов А.К., Щербин Ю.В., Неронов И.М. К вопросу о природной очаговости чумы в западной части Гиссарского хребта. *Проблемы особо опасных инфекций*. 1973; 2:31–6.
30. Слудский А.А., Лукьянов Г.Н., Дерлято К.И., Агеев В.С. Пространственная структура Гиссарского природного очага чумы. В кн.: Эпидемиология, эпизоотология и профилактика особо опасных инфекций. Саратов; 1986. С. 32–8.
31. Онищенко Г.Г., Кутырев В.В., редакторы. Природные очаги чумы Кавказа, Прикаспия, Средней Азии и Сибири. М.: Медицина; 2004. 192 с.
32. Дерлято К.И., Агеев В.С., Слудский А.А., Головки Э.Н., Дегтярева В.И., Морозкина Е.Н. Многолетняя и сезонная динамика эпизоотий среди арчовых полевков Гиссарского очага чумы. В кн.: Природная очаговость и профилактика зоонозов. Саратов; 1987. С. 32–40.
33. Попова А.Ю., Кутырев В.В., редакторы. Атлас природных очагов чумы России и зарубежных государств. Калининград: РА Полиграфичъ; 2022. 348 с.
34. Агеев В.С., Поле С.Б., Слудский А.А. К эпизоотологическому значению блох в Гиссарском очаге чумы. *Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане*. 1999; 1:55–8.
35. Войтенко А.М., Рачина Н.А., Пак М.И. О результатах серологического исследования на чуму грызунов Гиссарского хребта. *Проблемы особо опасных инфекций*. 1972; 4:154–5.
36. Назарова О.Д., Курбонбекова З.Д., Азимов Г.Д. Распространение серой крысы (*Rattus norvegicus* Berkenhout) в Гиссарской долине. *Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане*. 2008; 1-2:107–9.
37. Морозкина Е.А., Лысенко Л.С., Кафарская Д.Г. Блохи красного сурка и других животных, обитающих на Гиссарском хребте. *Проблемы особо опасных инфекций*. 1971; 1:38–44.
38. Ващенко В.С. Блохи (Siphonaptera) переносчики возбудителей болезней человека и животных. Л.: Наука; 1988. 163 с.
39. Слудский А.А. Экология арчовой полевки. В кн.: Фауна и экология грызунов. М.: Изд-во МГУ; 1985. Т. 16. С. 162–94.

References

- Stenseth N.C., Mysterud A., Ottersen G., Hurrell J.W., Chan K.-S., Lima M. Ecological effects of climate fluctuations. *Science*. 2002; 297(5585):1292–6. DOI: 10.1126/science.1071281.
- Renner S.S., Zohner C.M. Climate change and phenological mismatch in trophic interactions among plants, insects, and vertebrates. *Annual Rev. Ecol. Evol. Syst.* 2018; 49(1):165–82. DOI: 10.1146/annurev-ecolsys-110617-062535.
- Stenseth N.C., Atshabar B.B., Begon M., Belmain S.R., Bertherat E., Carniel E., Gage K.L., Leirs H., Rahalison L. Plague: past, present, and future. *PLoS Med.* 2008; 15(1):e3. DOI: 10.1371/journal.pmed.0050003.
- Pryslagina D.A., Dubyansky V.M., Platonov A.E., Maletskaya O.V. [Effect of the natural and climatic factors on epidemiological situation on natural focal infections]. *Infektsiya i Immunitet [Russian Journal of Infection and Immunity]*. 2021; 11(5):820–36. DOI: 10.15789/2220-7619-EOT-1631.
- Bramanti B., Stenseth N.C., Walle L., Lei X. Plague: A disease which changed the path of human civilization. In: Yang R., Anisimov A., editors. *Yersinia pestis: Retrospective and Perspective*. Dordrecht: Springer; 2016. P. 1–26. DOI: 10.1007/978-94-024-0890-4_1.
- Jarrett C.O., Deak E., Isherwood K.E., Oyston P.C., Fischer E.R., Whitney A.R., Kobayashi S.D., DeLeo F.R., Hinnebusch B.J. Transmission of *Yersinia pestis* from an infectious biofilm in the flea vector. *J. Infect. Dis.* 2004; 190(4):783–92. DOI: 10.1086/422695.
- Bibikov D.I. [Mountain Marmots of Central Asia and Kazakhstan]. Moscow: "Science"; 1967. 198 p.
- Bibikov D.I., Berendyaev S.A., Peisakhis L.A., Schwartz E.A. [Natural Foci of Marmot Plague in the USSR]. Moscow: "Medicine"; 1973. 192 p.
- Yakovlev E.P. [Hunting of marmots in Uzbekistan and Tajikistan]. In: [Marmots. Biocenotic and Practical Significance]. Moscow: "Science"; 1980. P. 195–7.
- Suntsov V.V., Suntsova N.I. [Plague. Origin and Evolution of the Epizootic System (Ecological, Geographical, and Social Aspects)]. Moscow: Partnership of Scientific Publications KMK; 2006. 247 p.
- Wang Z., Kang Y., Wang Y., Tan Y., Yao B., An K., Su J. Himalayan marmot (*Marmota himalayana*) redistribution to high latitudes under climate change. *Animals (Basel)*. 2023; 13(17):2736. DOI: 10.3390/ani13172736.
- Xu L., Wang Q., Yang R., Ganbold D., Tsogbadrakh N., Dong K., Liu M., Altantogtokh D., Liu Q., Undrakhbold S., Boldgiv B., Liang W., Stenseth N.C. Climate-driven marmot-plague dynamics in Mongolia and China. *Sci. Rep.* 2023; 13(1):11906. DOI: 10.1038/s41598-023-38966-1.
- Davydov G.S. [Fauna of the Tajik SSR]. Vol. 20. Part I. [Mammals (Lagomorphs. Sauslik. Marmots)]. Dushanbe: Donish Publishing House; 1974. 259 p.
- Saidov A.S. [Faunogenetic analysis of rodents of Tajikistan]. [Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Department of Biological and Medical Sciences]. 2011; (2):34–41.
- Kalina G.P. [Plague in Central Asia]. Arkhangelsk; 1936. 96 p.
- Finkelstein Ya.M. [Plague in Anzob]. *Voenna-Meditsinsky Zhurnal [Military Medical Journal]*. 1899; 2:534–57.
- Levin A.M. [Plague in Anzob in 1898]. *Vrach [The Doctor]*. 1899; 6:157–62.

18. Derbek F.A. [The History of Plague Epidemics in Russia from the Foundation of the State to the Present]. St. Petersburg; 1905. 385 p.
19. Sludsky A.A., Derlyatko K.I., Golovko E.N., Ageev V.S. [Hissar Natural Plague Focus]. Saratov: Publishing House of the Saratov University; 2003. 248 p.
20. 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.
21. Anisimov N.V., Kombarova T.I., Platonov M.E., Ivanov S.A., Sukhova M.A., Dentovskaya S.V., Anisimov A.P. [Selection of phylogenetically closely-related *Yersinia pestis* strains differing in their virulence for guinea pigs]. *Infektsiya i Immunitet [Russian Journal of Infection and Immunity]*. 2015; 5(4):373–6. DOI: 10.15789/2220-7619-2015-4-373-376.
22. Popova A.Yu., Kutuyev V.V., editors. [Cadastre of Epidemic and Epizootic Manifestations of Plague in the Territory of the Russian Federation and Former Soviet Union (1876–2016)]. Saratov: “Amirit”; 2016. 248 p.
23. Narankhatan N. Some characters of the pathogen *Y. pestis* found in patients with plague (2000–2015). In: *Current Issues on Zoonotic Diseases*. Ulaanbatar; 2021. Vol. 24. P. 65–6.
24. Sludsky A.A., Devdariani Z.L. [Rhamnose-positive strains of the plague pathogen: virulence and epidemiological significance]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2022; (3):38–44. DOI: 10.21055/0370-1069-2022-3-38-44.
25. Eroshenko G.A., Krasnov Ya.M., Nosov N.Yu., Kukleva L.M., Nikiforov K.A., Oglodin E.G., Kutuyev V.V. [Improving the sub-species classification of *Yersinia pestis* based on genome-wide sequencing of strains from Russia and neighboring states]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2015; (4):58–64. DOI: 10.21055/0370-1069-2015-4-58-64.
26. Balakhonov S.V., Korzun V.M., editors. [Cross-Border Sailyugem Natural Plague Focus]. Novosibirsk; 2022. 248 p. DOI: 10.7868/978-5-02-040977-4.
27. Kucheruk V.V., Bibikov D.I. [Marmots as vessels of plague]. In: [Marmots. Biocenotic and Practical Significance]. Moscow: “Science”; 1980. P. 111–61.
28. Popova A.Yu., Kutuyev V.V., editors. [Ensuring Epidemiological Well-Being in Natural Plague Foci in the CIS Countries and Mongolia under Current Conditions]. Izhevsk: LLC “Print”; 2018. 336 p. DOI: 10.23648/PRNT.2445.
29. Golovko E.N., Peisakhis L.A., Derlyatko K.I., Chervyakova V.P., Usachev G.P., Kafarskaya D.G., Yakovlev E.P., Morozkina E.A., Yusupov A.K., Shcherbin Yu.V., Neronov I.M. [Regarding the natural foci of plague in the western part of the Hissar ridge]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 1973; (2):31–6.
30. Sludsky A.A., Luk’yanov G.N., Derlyatko K.I., Ageev V.S. [Spatial structure of the Hissar natural plague focus]. In: [Epidemiology, Epizootiology and Prevention of Particularly Dangerous Infections]. Saratov; 1986. P. 32–8.
31. Onishchenko G.G., Kutuyev V.V., editors. [Natural Plague Foci in the Territory of Caucasus, Caspian Sea Region, Central Asia and Siberia]. Moscow: “Medicine”; 2004. 192 p.
32. Derlyatko K.I., Ageev V.S., Sludsky A.A., Golovko E.N., Degtyareva V.I., Morozkina E.N. [Perennial and seasonal dynamics of epizootics among juniper voles of the Hissar plague focus]. In: [Natural Focality and Prevention of Zoonoses]. Saratov; 1987. P. 32–40.
33. Popova A.Yu., Kutuyev V.V., editors. [Atlas of Natural Plague Foci in Russia and Foreign Countries]. Kaliningrad: “RA Polygraphych”; 2022. 348 p.
34. Ageev V.S., Pole S.B., Sludsky A.A. [To the epizootiological significance of fleas in the Hissar plague focus]. *Karantinnye i Zoonoznye Infektsii v Kazakhstane [Quarantine and Zoonotic Infections in Kazakhstan]*. 1999; (1):55–8.
35. Voitenko A.M., Rachinina N.A., Pak M.I. [On the results of a serological study on plague in rodents of the Hissar Range]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 1972; (4):154–5.
36. Nazarova O.D., Kurbonbekova Z.D., Azimov G.D. [Distribution of gray rat (*Rattus norvegicus* Berkenhout) in the Hissar Valley]. *Karantinnye i Zoonoznye Infektsii v Kazakhstane [Quarantine and Zoonotic Infections in Kazakhstan]*. 2008; (1-2):107–9.
37. Morozkina E.A., Lysenko L.S., Kafarskaya D.G. [Fleas of the red marmot and other animals living on the Hissar Ridge]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 1971; (1):38–44.
38. Vashchenok V.S. [Fleas (Siphonaptera) – Vectors of Pathogens of Human and Animal Diseases]. Leningrad: “Science”; 1988. 163 p.
39. Sludsky A.A. [Ecology of the juniper vole]. In: [Fauna and Ecology of Rodents]. Moscow: Publishing House of the Moscow State University; 1985. Vol. 16. P. 162–94.

Authors:

Matrosov A.N., Martsokha K.S., Sludsky A.A., Porshakov A.M., Kuklev E.V., Sharova I.N., Makashova M.A., Abdrashitova A.S., Mikheeva E.A., Kondrat’ev E.N., Selenina A.G. Russian Research Anti-Plague Institute “Microbe”. 46, Universitetskaya St., Saratov, 410005, Russian Federation. E-mail: rusrap@microbe.ru.
 Gulmakhmadzoda Z.G., Tilloeva M.Kh., Kudratov E.R., Murodov S.P., Nazarova O.D., Tokaev D.T., Amonov A.Sh., Karimov N.G., Umarov O.F., Gesiddinzoda M.G. Republican Center for Combating Quarantine Diseases of the Ministry of Health and Social Protection of the Population of the Republic of Tajikistan. 7, T. Zehni St., Dushanbe, 734013, Republic of Tajikistan. E-mail: karantintj@mail.ru.

Об авторах:

Матросов А.Н., Марцоха К.С., Слудский А.А., Поршаков А.М., Куклев Е.В., Шарова И.Н., Макашова М.А., Абдрашитова А.С., Михеева Е.А., Кондратьев Е.Н., Селенина А.Г. Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб». Российская Федерация, 410005, Саратов, ул. Университетская, 46. E-mail: rusrap@microbe.ru.
 Гулмахмадзода З.Г., Тиллоева М.Х., Кудратов Э.Р., Муродов С.П., Назарова О.Д., Токаев Д.Т., Амонов А.Ш., Каримов Н.Г., Умаров О.Ф., Гесиддинзода М.Г. Республиканский центр по борьбе с карантинными заболеваниями Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан. Республика Таджикистан, 734013, Душанбе, ул. Т. Зехни, 2-й проезд, 7. E-mail: karantintj@mail.ru.