

DOI: 10.21055/0370-1069-2025-4-88-96

УДК 573:599.32+595.775

К.Х. Мавланов¹, А.Х. Тачмухаммедова²

Оценка влияния факторов внешней среды на численность большой песчанки *Rhombomus opimus* и ее блох в Восточных Каракумах

¹Центр профилактики особо опасных инфекций Государственной санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения и медицинской промышленности Туркменистана, Ашхабад, Туркменистан; ²Государственный медицинский университет Туркменистана имени Мырата Гаррыева, Ашхабад, Туркменистан

Каракумский автономный пустынный очаг чумы, расположенный на территории Туркменистана, характеризуется периодическим развитием местных эпизоотий с возможным возникновением эпидемических осложнений. В связи с потеплением климата изменились структура сообществ грызунов и ход их многолетней динамики численности. Изменились и социальные проблемы, в частности произошло значительное территориальное перераспределение населения, связанное с его современной приуроченностью к относительно немногочисленным постоянным источникам пресной воды. **Целью** работы является изучение влияния температуры внешней среды, осадков и растительности на динамику численности носителя *Yersinia pestis* – большой песчанки (*Rhombomus opimus*) – и ее блох в Восточных Каракумах. **Материалы и методы.** Представлены многолетние собственные материалы зоопаразитологических исследований, полученные в ежегодных экспедициях, проводимых весной и осенью в государственном биосферном заповеднике «Репетек», расположенном в Восточных Каракумах. Организовано 182 экспедиции, отловлено 1600 экземпляров большой песчанки. Для выяснения плотности колоний использовали маршрутно-колонийный метод. На обследуемом массиве закладывали не менее двух учетных маршрутов. **Результаты и обсуждение.** Температура воздуха и период вегетации растительности в Восточных Каракумах колебались волнообразно: периоды повышения температуры сменялись периодами снижения среднегодовых значений, вслед за этим колебались периоды вегетации растений. Состояние кормовой базы большой песчанки напрямую влияло на ее численность. На фазе падения численности популяции снижается частота половых и других внутривидовых контактов большой песчанки. Мониторинг за блохами, обитающими в шерсти большой песчанки и в ее колониях, а также удельный вес на 1 га показали, что общий тренд динамики численности стремится к понижению. В настоящее время эпизоотологическое состояние оценивается как межэпизоотический период. Уровень плотности большой песчанки и численность ее блох свидетельствуют о наличии условий для развития эпизоотий чумы.

Ключевые слова: *Yersinia pestis*, большая песчанка, блохи, Восточные Каракумы, климат, осадки, фенологическая фаза, кормовая база.

Корреспондирующий автор: Мавланов Кемал Хусаинович, e-mail: spooi2024@sanly.tm.

Для цитирования: Мавланов К.Х., Тачмухаммедова А.Х. Оценка влияния факторов внешней среды на численность большой песчанки *Rhombomus opimus* и ее блох в Восточных Каракумах. Проблемы особо опасных инфекций. 2025; 4:88–96. DOI: 10.21055/0370-1069-2025-4-88-96

Поступила 06.02.2025. Отправлена на доработку 29.04.2025. Принята к публикации 03.10.2025.

K.Kh. Mavlanov¹, A.Kh. Tachmukhammedova²

Assessment of the Influence of Environmental Factors on the Number of the Great Gerbil *Rhombomus opimus* and its Fleas in the Eastern Karakum

¹Center for Prevention of Particularly Dangerous Infections of the State Sanitary and Epidemiological Service of the Ministry of Health and Medical Industry of Turkmenistan, Ashgabat, Turkmenistan;

²Myrat Garryev State Medical University of Turkmenistan, Ashgabat, Turkmenistan

Abstract. The Karakum autonomous desert plague focus, located on the territory of Turkmenistan, is characterized by the periodic development of local epizootics with the possible emergence of epidemic complications. Due to climate warming, the structure of rodent communities and the course of their long-term population dynamics have changed. Social problems have also changed, in particular, there has been a significant territorial redistribution of the population, associated with its modern confinement to relatively few permanent sources of fresh water. **The aim** of this work is to study the influence of ambient temperature, precipitation and vegetation on the population dynamics of the *Yersinia pestis* carrier – the great gerbil (*Rhombomus opimus*) and its fleas in the Eastern Karakum. **Materials and methods.** This paper presents long-term zooparasitological research data obtained during annual expeditions conducted in the spring and fall at the Repetek State Biosphere Reserve, located in the Eastern Karakum Desert. A total of 182 expeditions were organized, with capturing of 1,600 great gerbil specimens. A route-colony method was used to determine colony density. At least two survey routes were laid out within the surveyed area. **Results and discussion.** Air temperature and vegetation growth in the Eastern Karakum Desert fluctuated in waves – periods of rising temperatures were replaced with periods of decreased average annual values, followed by fluctuations in plant growth seasons. The state of the great gerbil's food supply directly impacted its population. During a decline in the great gerbil population, the frequency of mating and other intrapopulation contacts decreased. Monitoring of fleas living in the fur of the great gerbil and in their colonies, as well as the specific weight per 1 hectare, showed that the general trend in population dynamics tends to decrease. The current epizootic status is considered as inter-epizootic period. The density of great gerbils and their flea populations indicate the presence of conditions conducive to the development of plague epizootics.

Key words: *Yersinia pestis*, great gerbil, fleas, Eastern Karakum, climate, precipitation, phenological phase, food supply.

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

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

Bioethics: All the stages of the study were in compliance with the legislation of the Russian Federation, international ethical norms and normative documents of the institution. They were approved by the Committee on Bioethics of the Center for Prevention of Particularly Dangerous Infections of the State Sanitary and Epidemiological Service of the Ministry of Health and Medical Industry of Turkmenistan (Protocol of the Bioethics Committee No. 2, dated 03 February, 2025).

Corresponding author: Kemal Kh. Mavlanov, e-mail: spool2024@sanly.tm.

Citation: Mavlanov K.Kh., Tachmukhammedova A.Kh. Assessment of the Influence of Environmental Factors on the Number of the Great Gerbil *Rhombomys opimus* and its Fleas in the Eastern Karakum. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2025; 4:88–96. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2025-4-88-96

Received 06.02.2025. **Revised** 29.04.2025. **Accepted** 03.10.2025.

Mavlanov K.Kh., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7201-7395>

Tachmukhammedova A.Kh., ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6059-4157>

Активизация эпизоотий в природных очагах чумы остается достаточно острой проблемой в Туркменистане, несмотря на некоторые успехи в профилактике зоонозных инфекций [1, 2]. В современных социально-экономических условиях необходима оптимизация эпидемиологических исследований и прогнозирование эпизоотологических проявлений – основы для сохранения эпидемиологического благополучия. Каракумский автономный пустынный очаг чумы, расположенный на территории Туркменистана, характеризуется периодическим развитием местных эпизоотий с возможным возникновением эпидемических осложнений. Однако ситуация здесь как в эпизоотологическом, так и в эпидемическом отношении в начале XXI в. существенно изменилась. В связи с потеплением климата изменились структура сообществ грызунов и ход их многолетней динамики численности [3]. Имели место перемены и в области социальных проблем, в частности произошло значительное территориальное перераспределение населения, связанное с его современной приуроченностью к относительно немногочисленным постоянным источникам пресной воды. Существенно увеличилось движение населения собственно по пустыне, что привело к исчезновению понятия «труднодоступные участки». Из особенностей проведения эпизоотологических исследований в современных условиях отметим общее увеличение финансирования и, как следствие, увеличение общего объема наблюдений. Произошло и территориальное увеличение качества гидрометеорологической информации, что привело к повышению точности климатических прогнозов. В таких условиях в борьбе с зоонозными заболеваниями уместно использовать концепцию «Единое здоровье», разработанную четырьмя агентствами Организации Объединенных Наций: Всемирной организацией здравоохранения, Всемирной организацией по охране здоровья животных, Продовольственной и сельскохозяйственной организацией и Программой ООН по окружающей среде, – в рамках которой мы провели исследование [4–6].

В современных условиях в большинстве случаев причиной появления особо опасных зоонозных

инфекционных заболеваний, передающихся от грызунов трансмиссивным путем через эктопаразитов, является деятельность человека. Возникновение подобных заболеваний связано с вторжением человека в естественную среду обитания основных носителей и переносчиков инфекций [7–9]. Зоонозные инфекции возникают, когда люди напрямую или косвенно через эктопаразитов взаимодействуют с дикими грызунами. Интенсивное освоение территорий природных очагов чумы сопровождается усилением контактов населения с их паразитарными системами [10, 11].

Глобальное потепление является причиной экстремальных погодных явлений, таких как ураганы, ливни, наводнения, засухи. В связи с этим появляются новые и активируются известные возбудители опасных инфекционных заболеваний. Наряду с этим изменение климата приводит к удлинению фенологической фазы растительного мира пустынь, увеличивая кормовую базу основного носителя *Yersinia pestis* – большой песчанки (*Rhombomys opimus*). В результате увеличивается численность блох – переносчиков *Y. pestis* [12–15].

Восточные Каракумы занимают центральную часть восточного региона Туркменистана – Лебапской области, представляют собой обширную равнину, сложенную четвертичными речными отложениями с преимущественно грядово-бугристой поверхностью. Разнообразие в ландшафт вносят барханные пески, пятна такыров и солончаков. Подвижные оголенные пески представлены исключительно мощными барханными цепями, почти лишенными растительности. Грядово-бугристые пески представляют собой ландшафт заросших песков. Гряды и разделяющие их понижения ориентированы в направлениях, близких к меридианам (с севера на юг). Такыры всегда гладкие, глинистая поверхность почти лишена растительности. Солончаки приурочены к замкнутым солончаковым котловинам с плоским дном. Растительный покров грядово-бугристых песков однороден, господствуют белосаксаульники и кандымы – белосаксаульники с хорошо развитым покровом илака (песчаная осока) и примесью селина (полевица), являющиеся одним

из основных растений, входящих в кормовую базу грызунов пустыни.

Уникальность экосистемы биосферного заповедника «Репетек» состоит в том, что здесь встречаются заросли черного саксаула – своеобразные саксауловые «леса», прибежища и корм для многих животных.

В Восточных Каракумах Туркменистана во многих биотопах, за исключением мокрых солончаков и высокогорий, основным носителем *Y. pestis* является большая песчанка (*Rh. opimus*). Второстепенные носители – краснохвостая песчанка (*Meriones libycus*) и полуденная песчанка (*Meriones meridianus*). Эпизоотологический мониторинг за Восточными Каракумами ведется уже более 70 лет. Впервые возбудитель чумы *Y. pestis* в этом автономном очаге среди большой песчанки выделен в 1949 г., в последний раз – в 1969 г. [16, 17].

Большая песчанка является самым экологически выносливым видом, способным существовать в разнообразных условиях среды. В годы высокой численности в колонии обитают до полусотни зверьков, и благодаря запасам кормов они могут не выходить на поверхность полтора-два месяца. Возраст таких поселений на плотных грунтах, не заносимых песком, может достигать нескольких десятилетий [18].

Восточные Каракумы входят в состав Каракумского пустынного автономного очага чумы, состоящего из 20 ландшафтно-экологических районов. Мониторинг природных очагов возбудителей особо опасных инфекций является неотъемлемой частью комплекса мероприятий, позволяющих снизить экономические затраты по их профилактике. Составной частью мониторинга является контроль за состоянием популяций основных носителей и переносчиков возбудителей особо опасных зоонозных инфекций. Чума в современном мире, несмотря на успехи медицины в лечении, диагностике и профилактике этой болезни, остается одной из серьезных угроз санитарно-эпидемиологическому благополучию населения [19, 20]. В связи с этим изучение влияния климатоэкологических показателей на динамику численности носителей *Y. pestis* и их переносчиков, эктопаразитов, в Восточных Каракумах является актуальной проблемой.

Целью работы является изучение влияния температуры внешней среды, осадков и растительности на динамику численности носителя *Y. pestis* – большой песчанки (*Rhombomys opimus*) – и ее блох в Восточных Каракумах.

Материалы и методы

В работе представлены многолетние (2009–2024 гг.) собственные материалы зоопаразитологических исследований, полученные в ежегодных экспедициях, проводимых весной и осенью в Восточных Каракумах, в государственном биосферном заповеднике «Репетек», расположенном в 70 км к юго-западу от города Туркменабада. Координаты –

38°35'11" с.ш., 63°11'25" в.д., высота над уровнем моря – 180–220 м.

Зоопаразитологические исследования проводены сотрудниками Лебапского областного отдела Центра профилактики особо опасных инфекций в полевых условиях на базе мобильной бактериологической лаборатории. Такие лаборатории повсеместно широко используются [21].

В рамках научно-исследовательской работы было организовано 182 экспедиции, в течение которых отловлено 1600 экземпляров большой песчанки.

Для выяснения плотности колоний использовали маршрутно-колониальный метод. Согласно этому методу на обследуемом массиве закладывали не менее двух учетных маршрутов шириной 20 м и длиной 4 км. На маршруте подсчитывали все колонии, попавшие в учетную полосу. Затем количество учетных колоний пересчитывали на 1 га.

Обитаемость колоний определяли одновременно с подсчетом их плотности на учетном маршруте, для этого осматривали подряд, без выбора, 40–50 колоний и подсчитывали, сколько из них являются обитаемыми (жилыми) и необитаемыми (нежилыми).

Среднее число песчанок на одну колонию определяли визуально на 10 обитаемых колоний. Визуальное определение числа зверьков в колонии проводили путем подсчета песчанок с помощью бинокля в часы максимальной активности зверьков, весной – с восхода солнца до начала жары, осенью – в утренние и послеполуденные часы.

Для определения плотности песчанок на 1 га среднее количество песчанок, приходящееся на одну обитаемую колонию, умножали на плотность обитаемых колоний в 1 га.

С целью выявления показателя интенсивности размножения (ПИР) большой песчанки определяли процент размножающихся самок, среднее число эмбрионов, соотношение молодых и взрослых особей в популяции, соотношение самок и самцов (МУ 3.1.1029-01 «Эпидемиология. Профилактика инфекционных болезней. Отлов, учет и прогноз численности мелких млекопитающих и птиц в природных очагах инфекций»).

Эктопаразитов собирали методом очеса отловленных грызунов. С шерсти большой песчанки собрано и исследовано 48 тыс. экземпляров блох. Эктопаразиты большой песчанки в основном представлены блохами рода *Xenopsylla*. Из них более 90 % – *Xenopsylla hirtipes* и около 10 % – *Xenopsylla conformis*. В связи с этим при анализе динамики численности блох использованы данные только в отношении *X. hirtipes*. Запас блох в колонии большой песчанки определяли с помощью формулы:

$$I = i \cdot a \cdot 100 / F,$$

где *i* – индекс обилия блох в шерсти; *a* – среднее количество песчанок на 1 колонию; *F* – индекс приуроченности блох хозяину на конкретный месяц.

Запас блох на 1 га вычисляли по формуле:

$$L = I_1 \cdot a + I_2 \cdot b,$$

где I_1 – индекс обилия блох на зверьках; a – количество больших песчанок на 1 га; I_2 – индекс обилия блох в колонии; b – количество обитаемых нор на 1 га (МУ 3.1.1027-01 «Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих – переносчиков возбудителей природно-очаговых инфекций»).

Растительный мир изучали по обилию растительности в четырех контрольных точках, расположенных в разных местах биосферного заповедника «Репетек». Площадь каждой из контрольных точек составила 1 га. Оценку растительности проводили в начале, середине и в конце каждого сезона текущего года. Климатологические данные получали на метеорологической станции г. Туркменабада. Полученные данные обработаны статистическим методом с помощью программы Excel-2019.

Результаты и обсуждение

Погода в Восточных Каракумах отличается резко континентальным характером: летом температура воздуха достигает $+45...+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, зимой опускается до $-15...-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наблюдения в течение 16 лет показывают, что колебания среднегодовой температуры в Восточных Каракумах происходят волнообразно. Результаты исследований представлены на рис. 1.

16-летнее наблюдение за погодой показало, что в биосферном заповеднике «Репетек» температура за наблюдаемый период поднялась на $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, с $(17,7 \pm 3,7)\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $(18,3 \pm 5,5)\text{ }^{\circ}\text{C}$. Выявлено, что в 2009 и 2010 гг. в Восточных Каракумах фиксиро-

валась относительно высокая температура воздуха, превышающая среднееголетние показатели.

Температура воздуха, понизившаяся в 2011 г., имела тенденцию к повышению в 2012–2013 гг. Однако среднегодовая температура в 2014 г. снизилась до $(16,6 \pm 4,4)\text{ }^{\circ}\text{C}$. В 2015–2018 гг. среднегодовая температура воздуха практически держалась на одном уровне.

В 2019 г. в биосферном заповеднике «Репетек» отмечался самый низкий показатель среднегодовой температуры воздуха. Начиная с 2020 г. среднегодовая температура имела тенденцию к постепенному повышению, достигнув пика в 2022 г., далее – постепенно снижалась.

На рис. 2 представлены данные по многолетнему уровню и основному тренду осадков в Восточных Каракумах в период с 2009 по 2024 г. В 2009–2010 гг. в зимне-весенний период наблюдались существенно низкие уровни осадков по сравнению со среднееголетними показателями в этом автономном очаге чумы. В дальнейшем, в 2011–2012 гг., в Восточных Каракумах в сезон дождей наблюдались обильные осадки, приведшие к удлинению фенологической фазы пустынных растений.

В 2013–2015 гг. в Восточных Каракумах наблюдалась засуха, количество осадков снизилось до минимального уровня, из-за чего пострадала растительность, являющаяся основным кормом многочисленных позвоночных животных.

В 2016–2018 гг. отмечалось обилие осадков, приведшее к обилию растительности. Засуха 2019 г. в биосферном заповеднике «Репетек» привела к снижению растительности во всем заповеднике. Последовавшее за этим обилие осадков в 2020 г. сменилось трехлетней засухой, завершившейся только в 2024 г.

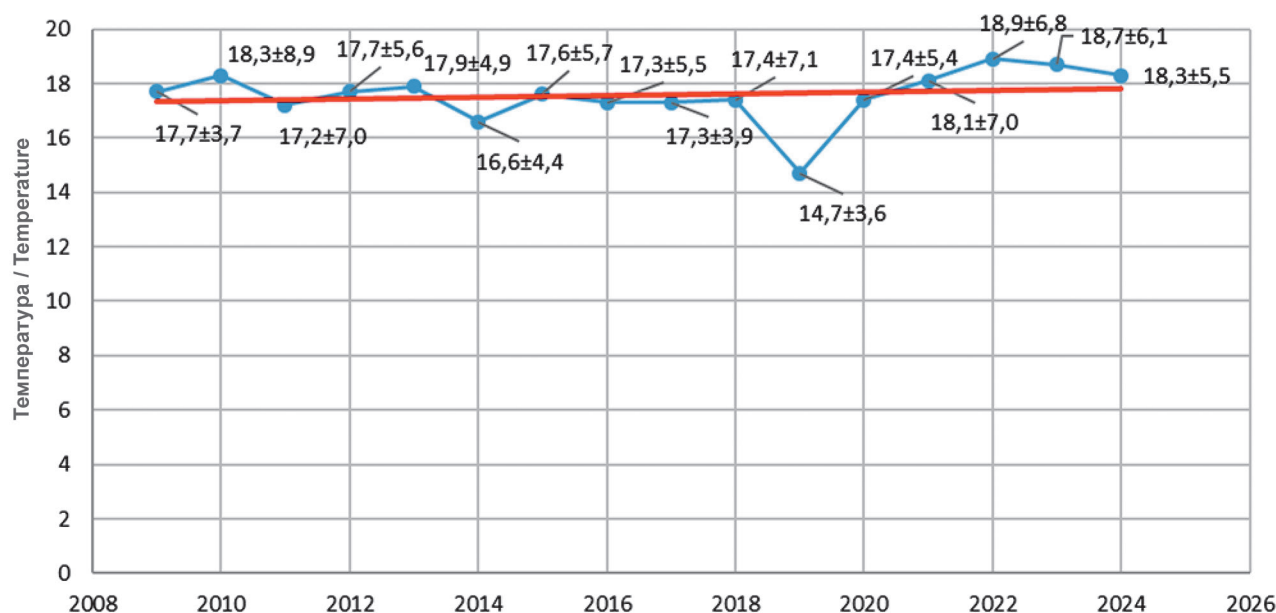


Рис. 1. Динамика температуры воздуха в Восточных Каракумах в 2009–2024 гг.

Fig. 1. Dynamics of air temperature in the Eastern Karakum Desert in 2009–2024

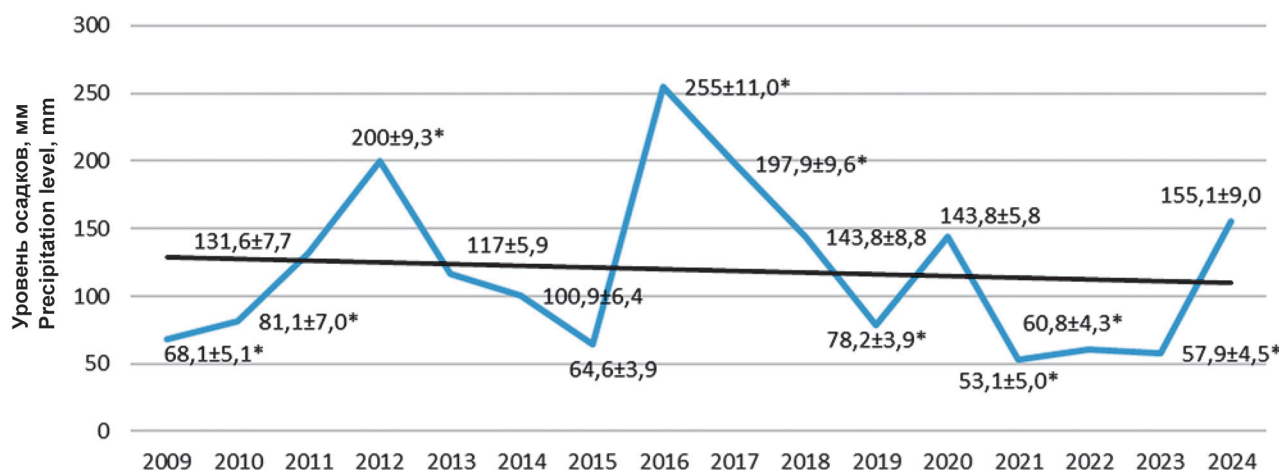


Рис. 2. Многолетний уровень и тренд осадков в Восточных Каракумах в 2009–2024 гг.

Примечание: *по сравнению со среднемноголетними показателями статистически существенно достоверно, $p < 0,05$

Fig. 2. Long-term precipitation level and trends in the Eastern Karakum Desert in the period of 2009–2024

Note: *compared to long-term averages, statistically significant, $p < 0.05$

Наблюдение за климатом в Восточных Каракумах в течение 16 лет показывает, что постепенное снижение уровня осадков является общим трендом.

В 2009–2010 гг. в Восточных Каракумах из-за низких осадков пострадал растительный покров, являющийся кормовой базой для большой песчанки. Из-за недостатка кормов в этот период численность *Rh. opimus* существенно снизилась, в результате чего существенно понизилась и плотность грызунов на 1 га (рис. 3). Показатель индекса размножения (ПИР) в этот период снизился с 188 в 2009 г. до 153 в 2010 г.

Как видно из рис. 4, в неблагоприятные годы количество самок среди *Rh. opimus* снижается, в популяции грызунов в основном встречаются самцы. Наблюдалось уменьшение количества молодняка, а также беременных самок. Количество эмбрионов у беременных самок сократилось в среднем с

5–7 до 3. Биологическая целесообразность этого очевидна. Изменчивость плодовитости приспособлена к изменчивым кормовым условиям. На фазе падения численности популяции *Rh. opimus*, возможного носителя зоонозных инфекций, снижается частота половых и других внутривидовых контактов.

В 2011–2012 гг. в результате обильных осадков наблюдался интенсивный рост растений – основных кормов грызунов. Вслед за этим в весенне-летний сезон удельный вес грызунов повысился до уровня среднемноголетних значений. ПИР в этот период повысился с 153,7 в 2011 г. до 191 в 2012 г.

В 2013 г., хотя осадков было намного меньше, чем в предыдущем году, из-за благоприятных условий в весенне-летний период наблюдалось достаточно интенсивное размножение *Rh. opimus*. ПИР в этот период повысился до 643.

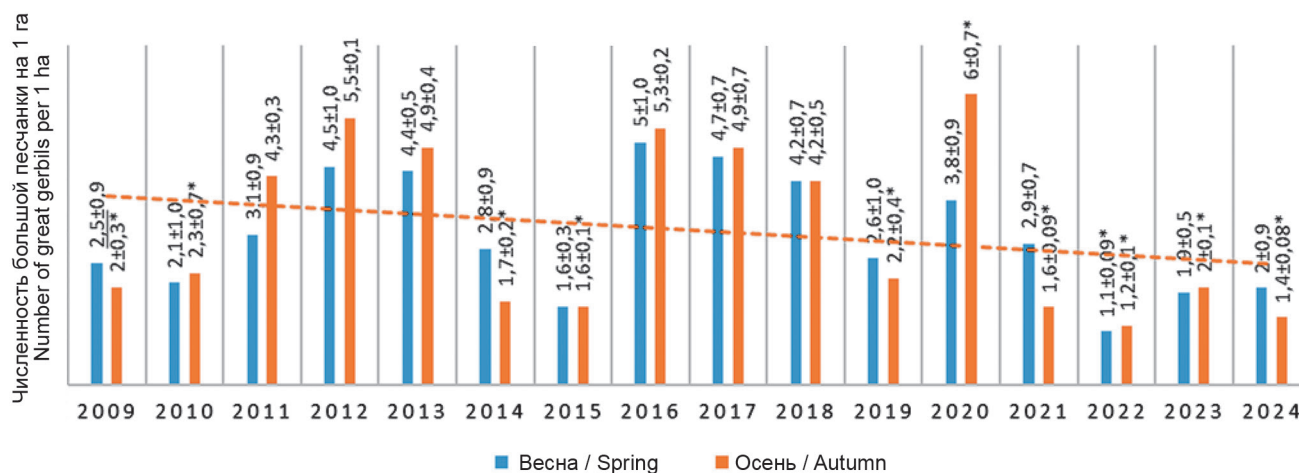


Рис. 3. Динамика и общий тренд численности большой песчанки на 1 га в биосферном заповеднике «Репетек» в 2009–2024 гг.

Примечание: *по сравнению со среднемноголетними показателями статистически существенно достоверно, $p < 0,05$

Fig. 3. Dynamics and general trend of the great gerbil population per 1 ha in the Repetek Biosphere Reserve in 2009–2024

Note: *compared to long-term averages, statistically significant, $p < 0.05$

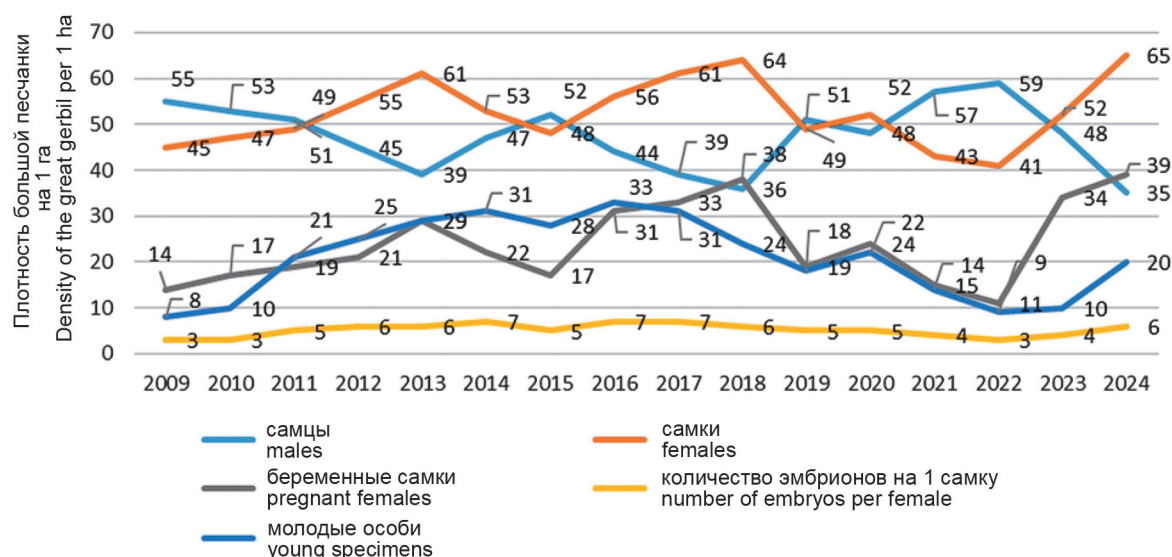


Рис. 4. Динамика численности самцов, самок, беременных самок, количество эмбрионов на 1 самку и количество молодых особей в период в 2009–2024 гг.

Fig. 4. Dynamics of the number of males, females, pregnant females, the number of embryos per female and the number of young specimens in the period of 2009–2024

В 2014 г. наблюдались холодная зима и жаркое лето – среднегодовая температура воздуха по сравнению с прошедшим годом снизилась на 1,3 °C. Из-за низкого уровня осадков в зимне-весенний период вегетация флоры пустыни была недостаточной для полноценного существования и размножения *Rh. opimus*, и к осени фиксировалось существенное снижение количества грызунов. ПИР в этот период понизился до 93.

В 2015 г. среднегодовая температура воздуха в Восточных Каракумах по сравнению с предыдущим годом повысилась на 1,0 °C. Существенно снизился уровень осадков, что привело к сокращению вегетационного периода растений и оскудению кормовой базы большой песчанки. В результате количество *Rh. opimus* существенно снизилось ($p < 0,05$). ПИР в этот период понизился до минимума – 22,3.

В 2016–2017 гг. среднегодовая температура воздуха по сравнению с предыдущим годом снизилась на 0,3 °C. В весенние сезоны в данный период наблюдений отмечались обилие осадков, высокий травостой. Запас кормов в колониях *Rh. opimus* был достаточным для успешного преодоления зимних холодов. В этот период наблюдалось интенсивное размножение больших песчанок. ПИР повысился с 121 в 2016 г. до 161 в 2017 г.

В 2018 г. в Восточных Каракумах среднегодовая температура воздуха по сравнению с предыдущим годом повысилась на 0,1 °C. Для существования грызунов зима была суровой. Хотя в зимне-весенний период уровень осадков был достаточным, лето выдалось очень сухим, что повлияло на вегетационный рост растений. Количество *Rh. opimus* на 1 га в этот период сохранилось на уровне выше среднеемноголетних показателей. ПИР по сравнению с предыдущим годом повысился до 269,4. Однако упитанность большой песчанки равнялась 0.

В 2019 г. среднегодовая температура воздуха по сравнению с предыдущим годом понизилась на 2,7 °C. Зима была очень холодной, короткая весна – с минимальным количеством дождей, вследствие чего отмечался короткий вегетационный период растений, входящих в кормовую базу *Rh. opimus*. ПИР в этот промежуток времени продолжил снижаться и достиг уровня 94. В результате этих неблагоприятных климатических условий поголовье большой песчанки существенно снизилось.

В 2020 г. ввиду благоприятных погодных условий и достаточной кормовой базы численность *Rh. opimus* весной находилась в пределах среднеемноголетних показателей, к осени этот показатель существенно превысил среднеемноголетние значения. ПИР повысился до 172.

Климат в биосферном заповеднике «Репетек» с 2021 по 2024 г. отличался суровой зимой и жарким летом: в 2022–2023 гг. количество атмосферных осадков находилось в минимальных пределах. Вегетация основных растений не была достаточной, чтобы грызуны могли запастись кормами. В результате количество *Rh. opimus* снизилось до статистически достоверно низких уровней ($p < 0,05$). ПИР снизился с 25 в 2021 г. до 4,5 в 2023 г.

Только весной 2024 г. уровень осадков превысил среднеемноголетние показатели, что незначительно положительно отразилось на количестве *Rh. opimus*. ПИР был на уровне 119,6.

Мониторинг в течение 16 лет показал общий тренд к понижению численности *Rh. opimus*.

Как видно из рис. 5, в Восточных Каракумах в 2009–2010 гг. из-за низкой плотности *Rh. opimus* – прокормителей блох – удельный вес эктопаразитов находился ниже среднеемноголетних показателей.

В 2011–2012 гг. в весенне-летний сезон удельный вес грызунов повысился до уровня среднеемного-

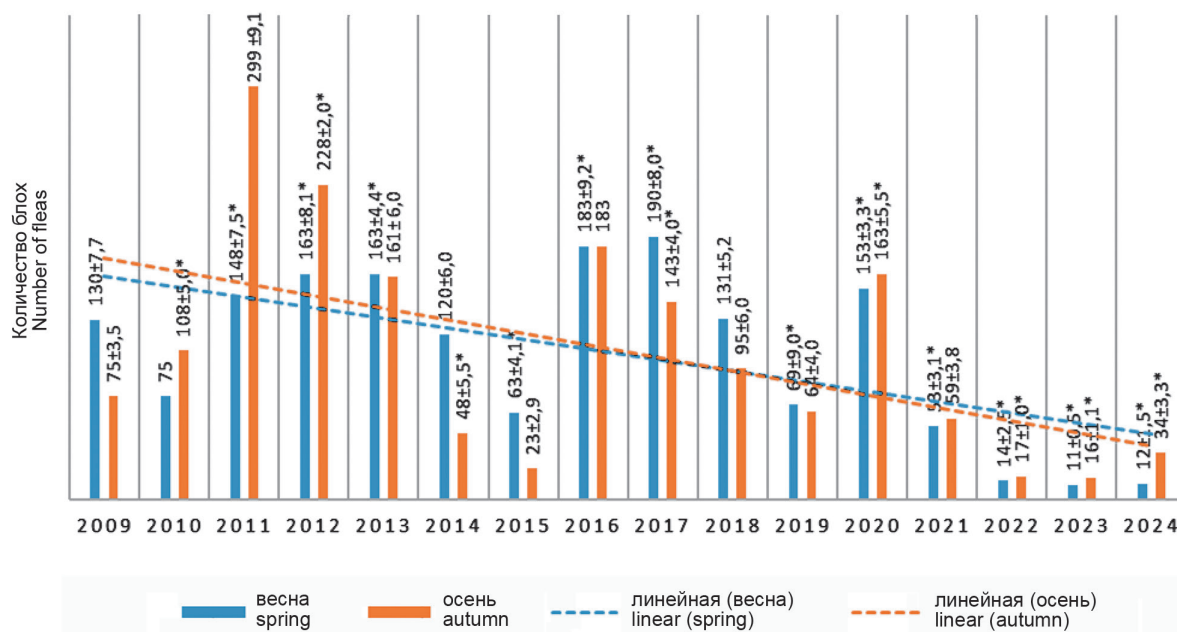


Рис. 5. Динамика и тренд численности блох рода *Xenopsylla*, собранных с шерсти большой песчанки методом очеса в биосферном заповеднике «Репетек» в 2009–2024 гг.

Примечание: *по сравнению со среднегодовыми показателями статистически существенно достоверно, $p < 0,05$

Fig. 5. Dynamics and trend of the number of fleas of the genus *Xenopsylla* collected from the great gerbil by the combing method in the Repetek Biosphere Reserve in 2009–2024

Note: *compared to long-term averages statistically significant, $p < 0.05$

летних значений, что привело к резкому скачку численности блох. В 2013 г. из-за благоприятных условий в весенне-летний период наблюдалось достаточно интенсивное размножение *Rh. opimus*. Однако лето было жарким, из-за чего удельный вес блох приблизился к среднегодовым показателям.

В 2014–2015 гг. наблюдались неблагоприятные условия к существованию *Rh. opimus*, что отразилось на размножении блох, особенно это заметно по осенним показателям.

В 2016–2017 гг. отмечалось интенсивное размножение основных прокормителей блох – *Rh. opimus*. В этот период наблюдалось достаточно интенсивное размножение и эктопаразитов (рис. 5).

В 2018 г. количество *Rh. opimus* на 1 га хоть и сохранилось на уровне выше среднегодовых показателей, однако их упитанность равнялась 0, в результате к осеннему сезону удельный вес блох снизился. Снижение количества блох на *Rh. opimus* продолжилось и в 2019 г., достигнув показателя ниже среднегодовых.

В 2020 г. в течение всего сезона отмечался рост числа грызунов. Вследствие этого мы отмечали и рост удельного веса блох, собранных с шерсти большой песчанки.

В 2021–2024 гг. в связи суровым климатом количество эктопаразитов на грызунах находилось в депрессивном состоянии.

На рис. 6 приводятся данные по динамике численности блох рода *Xenopsylla* в биосферном заповеднике «Репетек» в 2009–2024 гг. в колониях *Rh. opimus* и на 1 га площади. Удельный вес блох

на 1 га в основном связан с климатологической динамикой, происходящей в зоне исследований. Чем больше количество блох на 1 га, тем больше блох в колониях и на шерсти грызунов.

Таким образом, мониторинг в течение 16 лет блох, обитающих в шерсти *Rh. opimus* и в их колониях, а также удельный вес на 1 га показали, что общий тренд динамики численности стремится к понижению, как в весенний, так и в осенний периоды наблюдений.

Бактериологический и иммунологический мониторинги в течение 16 лет за грызунами и их блохами не выявили эпизоотий, вызванных *Y. pestis*.

Мы считаем, что в Восточных Каракумах наблюдается межэпизоотический период. По мнению некоторых авторов, мобильные экологические параметры носителей и переносчиков действительно способны поддерживать эпизоотический процесс.

Y. pestis укореняется там, куда бывает занесен возбудитель и где есть носители и переносчики, обладающие необходимыми параметрами, даже если раньше энзоотий там никогда не было.

Наблюдения в течение последних 16 лет в Восточных Каракумах показали длительное отсутствие эпизоотий, хотя имелись все возможные условия для циркуляции *Y. pestis*. Таким образом, на данном участке циркуляция *Y. pestis* отсутствует.

По мнению некоторых авторов, единственно реальным критерием оценки возможности закрепления возбудителя в том или ином поселении грызунов и блох является их численность. При относительно низком уровне численности носителей и переносчи-

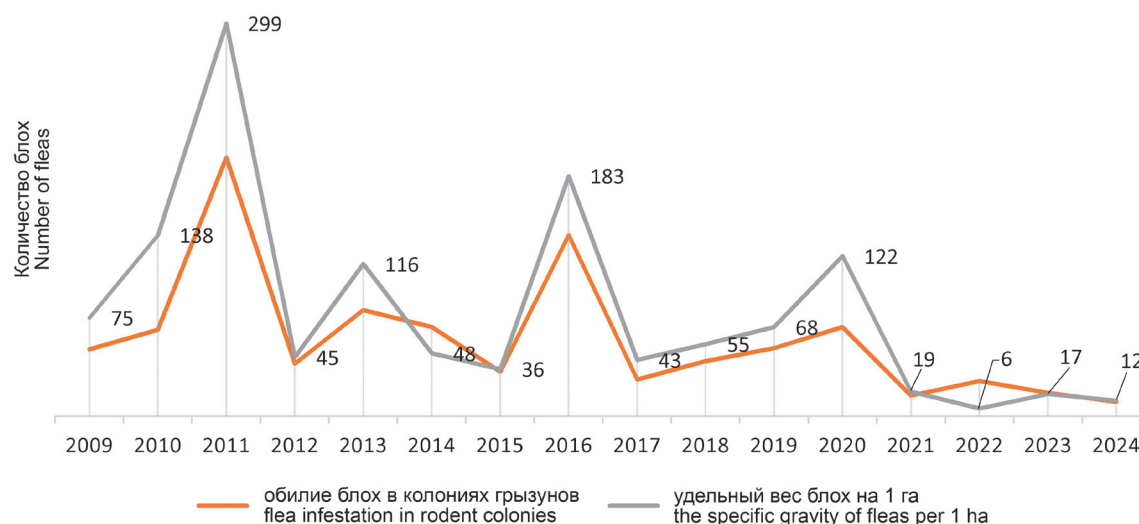


Рис. 6. Динамика численности блох рода *Xenopsylla* в колониях *Rh. opimus* и удельный вес блох на 1 га в биосферном заповеднике «Репетек» в 2009–2024 гг.

Fig. 6. Dynamics of the number of fleas of the genus *Xenopsylla* in colonies of the great gerbil and the proportion of fleas per 1 ha in the Repetek Biosphere Reserve in 2009–2024

ков, характеризующемся плотностью в 1 песчанку на 1 га и индексами обилия блох порядка 1–3, параметры подвижности зверьков и форезии блох весьма высоки и обеспечивают формирование обширной и монолитной сети паразитарных контактов в поселениях песчанок. В таких поселениях возможно распространение возбудителя чумы, если обилие блох – эффективных переносчиков – может обеспечить заражение достаточного количества реципиентов [9, 11].

Таким образом, в настоящее время в автономном очаге чумы в восточной части Каракумов эпизоотологическая ситуация оценивается как межэпизоотийный период. Однако плотность *Rh. opimus* и ее блох свидетельствует о наличии здесь условий для развития эпизоотий чумы. Проведенные нами исследования наглядно подтверждают взаимосвязь климатозоологических показателей с растительным и животным миром, а также их возможное влияние на здоровье человека. Климат окружающей среды может как снизить удельный вес грызунов и их эктопаразитов, так и стимулировать их плотность. Так, сочетание высокой температуры окружающей среды с обилием осадков стимулирует рост числа грызунов и их блох. Высокая температура окружающей среды при отсутствии осадков неблагоприятно влияет на размножение грызунов и их эктопаразитов.

В результате проведенного исследования влияние факторов внешней среды можно оценить следующим образом: рост и распространение *Rh. opimus* и ее блох в Восточных Каракумах связаны с температурой окружающей среды и уровнем осадков; температура окружающей среды колеблется волнообразно, с общим трендом к повышению на 0,6 °C; периоды высокой температуры окружающей среды и обилия осадков в весенние сезоны приводят к росту растительности, числа грызунов и их блох;

продолжающийся в Восточных Каракумах с 2020 г. засушливый период привел к снижению удельного веса блох, обитающих в шерсти *Rh. opimus* и в их колониях, а также удельного веса на 1 га.

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

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

Биоэтика. Все этапы исследования соответствовали законодательству Российской Федерации, международным этическим нормам и нормативным документам учреждения, а также одобрены комиссией по биоэтике Центра профилактики особо опасных инфекций ГСЭС МЗ и МП Туркменистана (протокол заседания Комиссии по биоэтике от 03.02.2025 № 2).

Список литературы

- Ерошенко Г.А., Оглодин Е.Г., Балыкова А.Н., Краснов Я.М., Нарышкина Е.А., Аязбаев Т.З., Попов Н.В., Кутырев В.В. Реконструкция пространственной циркуляции *Yersinia pestis* средневекового бивара в Восточном Прикаспии в XX веке по данным полногеномного SNP-анализа. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2022; (2):75–85. DOI: 10.21055/0370-1069-2022-2-75-85.
- Тальских В.Н., Митропольский О.В. Реакция биологического разнообразия на изменения климата и меры адаптации. *Бюл. н.-и. Гидрометеорологического института: Последствия изменения климата в Узбекистане, вопросы адаптации*. 2008; (7):62–7.
- Каримова Т.Ю., Неронов В.М. Природные очаги чумы Палеарктики. М.: Наука; 2007. 199 с.
- World Health Organization. One Health (2023). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/europe/initiatives/one-health> (дата обращения 14.10.2023).
- Centers for Disease Control and Prevention. One Health (2023). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cdc.gov/onehealth/index.html> (дата обращения 14.10.2023).
- One World One Health. The Manhattan Principles (2005). [Электронный ресурс]. URL: <https://oneworldonehealth.wcs.org/About-Us/Mission/The-Manhattan-Principles> (дата обращения 14.10.2023).
- Ерошенко Г.А., Куклева Л.М., Альхова Ж.В., Балыкова А.Н., Попов Н.В., Краснов Я.М., Червякова Н.С., Кутырев В.В.

Филогенетическая история Каракумского пустынного очага. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2020; (3):56–61. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-3-56-61.

8. Базарова Г.Р., Нейматов А.С., Хусанов О.А., Ахмадбек Кизи С. Оптимизация эпидразведки и прогнозирование эпизоотий в Кызылкумском автономном очаге чумы в современных условиях в пределах Узбекистана. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2009; (3):19–21. DOI: 10.21055/0370-1069-2009-3(101)-19-21.

9. Тарасов М.А., Кутырев В.В., Попов Н.В., Куклев Е.В., Куличенко А.Н., Корнеев Г.А., Караваева Т.Б., Матросов А.Н., Шилов М.М., Ефимов С.В., Удвиков А.И., Князева Т.Б., Головинская О.Н., Пионтовский С.А., Чекашев В.Н., Гаранина С.Б., Щербакова С.А. К вопросу об энзоотичности по чуме юго-восточной части территории Саратовской области. *Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане*. 2001; (3):251–4.

10. Тарасов М.А., Попов Н.В., Кутырев И.В., Яковлев С.А., Меркулова Т.К., Слудский А.А., Кузнецов А.А., Удвиков А.И., Развух В.М., Толоконникова С.И. Новые эколого-эпизоотологические и эпидемиологические индексы количественной оценки состояния очагов некоторых зоонозов. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2008; (1):14–8.

11. Поршаков А.М., Чумачкова Е.А., Касьян Ж.А., Оглодин Е.Г., Лыонг Тхи Мо, Во Вьет Кьонг, Чинь Ван Тоан, Буй Тхи Тхань Нга. Результаты эпизоотологического обследования на чуму и другие зоонозы в северных провинциях Социалистической Республики Вьетнам весной 2019 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2020; (1):133–8. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-1-133-138.

12. Павленко А.В. Флористический состав и жизненные формы растений зоны Туркменского озера «Алтын асыр». *Проблемы освоения пустынь*. 2014; (1-2):8–22.

13. Pawlenko A.W. "Altyn asyr" Türkmen köli: ekolojiya we biodiversitligi. Ashgabat: TDNG; 2015. S. 280.

14. Бекиева Г., Нурбердыев М. Агрометеорологический прогноз засухи и урожайности пастбищ Каракумов. *Проблемы освоения пустынь*. 2010; (1-2):14–7.

15. Рустамов И.Г., Кепбанов П.А. Влияние лимитирующих факторов на состояние популяций редких и эндемичных видов флоры Туркменистана. *Проблемы освоения пустынь*. 2002; (2):10–4.

16. Попова А.Ю., Кутырев В.В., редакторы. Подвиг во имя жизни. 125 лет противочумным учреждениям России и стран СНГ. Калининград: РА Полиграфич; 2022. 544 с.

17. Попова А.Ю., Кутырев В.В., редакторы. Атлас природных очагов чумы России и зарубежных государств. Калининград: РА Полиграфич; 2022. 348 с.

18. Слудский А.А. Эпизоотология чумы (обзор исследований и гипотез). Ч. 2 (Деп. в ВИНТИ 11.08.2014, № 232-В 2014). Саратов; 2014. 182 с.

19. Попов Н.В., Калошина Л.А., Куклев Е.В., Корнеев Г.А., Кузнецов А.А., Матросов А.Н., Князева Т.В., Ермаков Н.М., Санджиев В.Б., Козлова Т.А., Колнобритская О.А. Современные аспекты стратегии и тактики мониторинга природных очагов чумы РФ. *РЭТ-инфо*. 2001; (2):14–6.

20. Матросов А.Н., Кузнецов А.А., Князева Т.В. Экологические аспекты контроля численности грызунов в природных очагах чумы на территории Российской Федерации. *Экология*. 2011; (4):266–71.

21. Бугоркова С.А., Кудрявцева О.М., Щербакова С.А., Кутырев В.В. Возможности мобильной лаборатории для обеспечения задач иммунологического мониторинга на территориях природных очагов чумы. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2024; (3):178–81. DOI: 10.21055/0370-1069-2024-3-178-181.

References

1. Eroshenko G.A., Oglodin E.G., Balykova A.N., Krasnov Ya.M., Naryshkina E.A., Ayazbaev T.Z., Popov N.V., Kutyrev V.V. [Tracing the spatial circulation of *Yersinia pestis* of medieval biovar in the Eastern Caspian Sea Region in the 20th century based on genome-wide SNP analysis]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2022; (2):75–85. DOI: 10.21055/0370-1069-2022-2-75-85.

2. Talskikh V.N., Mitropolsky O.V. [Response of biological diversity to climate change and adaptation measures]. *Byuletën Gidrometeorologicheskogo Instituta: Posledstviya Izmeneniya Klimata v Uzbekistane [Bulletin of the Hydrometeorological Institute: Consequences of Climate Change in Uzbekistan, Adaptation Issues]*. 2008; (7):62–7.

3. Karimova T.Yu., Neronov V.M. [Natural Foci of Plague in the Palearctic]. Moscow; 2007. 199 p.

4. World Health Organization. One Health (2023). (Cited 14 Oct 2023). Available from: <https://www.who.int/europe/initiatives/one-health>.

5. Centers for Disease Control and Prevention. One Health (2023). (Cited 14 Oct 2023). Available from: <https://www.Cdc.gov/one-health/index.html>.

6. One World One Health. The Manhattan Principles (2005). (Cited 14 Oct 2023). Available from: <https://oneworldonehealth.wcs.org/About-Us/Mission/The-Manhattan-Principles>.

7. Eroshenko G.A., Kukleva L.M., Al'khova Zh.V., Balykova A.N., Popov N.V., Krasnov Ya.M., Chervyakova N.S., Kutyrev V.V. [Phylogenetic history of Kara Kum desert focus]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2020; (3):56–61. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-3-56-61.

8. Bazarova G.R., Nematov A.S., Khusanov O.A., Akhmadbek Kizi S. [Optimization of epidemiological reconnaissance and forecasting of epizootics in the Kyzylkum autonomous plague focus in modern conditions within Uzbekistan]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2009; (3):19–21. DOI: 10.21055/0370-1069-2009-3(101)-19-21.

9. Tarasov M.A., Kutyrev V.V., Popov N.V., Kulev E.V., Kulichenko A.N., Korneev G.A., Karavaeva T.B., Matrosov A.N., Shilov M.M., Efimov S.V., Udovikov A.I., Knyazeva T.B., Golovinskaya O.N., Piontkovsky S.A., Chekashev V.N., Garanina S.B., Shcherbakova S.A. [On the issue of enzootic plague in the southeastern part of the Saratov Region]. *Karantinnye i Zoonoznye Infektsii v Kazakhstane [Quarantine and Zoonotic Infections in Kazakhstan]*. 2001; (3):251–4.

10. Tarasov M.A., Popov N.V., Kutyrev I.V., Yakovlev S.A., Merkulova T.K., Sludsky A.A., Kuznetsov A.A., Udovikov A.I., Razvykh V.M., Tolokonnikova S.I. [New ecological, epizootiological and epidemiological indices for quantitative assessment of the state of foci of some zoonoses]. *Epidemiologiya i Infektsionnye Bolezni [Epidemiology and Infectious Diseases]*. 2008; (1):14–8.

11. Porshakov A.M., Chumachkova E.A., Kasyan Zh.A., Oglodin E.G., Luong Thi Mo, Vo Viet Cuong, Trinh Van Toan, Bui Thi Thanh Nga. [Results of an epizootiological survey for plague and other zoonoses in the northern provinces of the Socialist Republic of Vietnam in the spring of 2019]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2020; (1):133–8. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-1-133-138.

12. Pavlenko A.V. [Floristic composition and life forms of plants in the zone of the Turkmen Lake "Altyn Asyr"]. *Problemy Osvoeniya Pustyn' [Problems of Desert Development]*. 2014; (1-2):18–22.

13. Pavlenko A.W. "Altyn Asyr" Turkmen Lake: ecology and biodiversity]. Ashgabat: TDNG; 2015. P. 280.

14. Bekieva G., Nurberdyev M. [Agrometeorological forecast of drought and productivity of Karakum pastures]. *Problemy Osvoeniya Pustyn' [Problems of Desert Development]*. 2010; (1-2):14–7.

15. Rustamov I.G., Kepbanov P.A. [The influence of limiting factors on the state of populations of rare and endemic species of the flora of Turkmenistan]. *Problemy Osvoeniya Pustyn' [Problems of Desert Development]*. 2002; (2):10–4.

16. Popova A.Yu., Kutyrev V.V., editors. [Feat in the Name of Life. 125 Years of Anti-Plague Institutions in Russia and the CIS Countries]. Kaliningrad: RA Poligrafich; 2022. 544 p.

17. Popova A.Yu., Kutyrev V.V., editors. [Atlas of Natural Plague Foci in Russia and Foreign Countries]. Kaliningrad: RA Poligrafich; 2022. 348 p.

18. Sludsky A.A. [Epizootiology of the Plague (Review of Research and Hypotheses)]. Part 2 (Deposited in VINITI 11 Aug 2014, No. 232-B 2014). Saratov; 2014. 182 p.

19. Popov N.V., Kaloshina L.A., Kuklev E.V., Korneev G.A., Kuznetsov A.A., Matrosov A.N., Knyazeva T.V., Ermakov N.M., Sandzhiev V.B., Kozlova T.A., Kolnobritskaya O.A. [Modern aspects of the strategy and tactics of monitoring natural foci of plague in the Russian Federation]. *RET-info*. 2001; (2):14–6.

20. Matrosov A.N., Kuznetsov A.A., Knyazeva T.V. [Ecological aspects of rodent population control in natural plague foci on the territory of the Russian Federation]. *Ekologiya [Ecology]*. 2011; (4):266–71.

21. Bugorkova S.A., Kudryavtseva O.M., Shcherbakova S.A., Kutyrev V.V. [Performance capabilities of a mobile laboratory for supporting immunological monitoring in natural plague foci]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2024; (3):178–81. DOI: 10.21055/0370-1069-2024-3-178-181.

Authors:

Mavlanov K.Kh. Center for Prevention of Particularly Dangerous Infections of the State Sanitary and Epidemiological Service of the Ministry of Health and Medical Industry of Turkmenistan. 81, O. Annaev Street, Ashgabat, 744020, Turkmenistan. E-mail: ahykoam2021@sanly.tm.

Tachmukhammadova A.Kh. Myrat Garryev State Medical University of Turkmenistan. 18, Archabil Avenue, Ashgabat, 744000, Turkmenistan.

Об авторах:

Мавланов К.Х. Центр профилактики особо опасных инфекций Государственной санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения и медицинской промышленности Туркменистана. Туркменистан, 744020, Ашхабад, ул. О. Аннаева, 81. E-mail: ahykoam2021@sanly.tm.

Тачмухаммедова А.Х. Государственный медицинский университет Туркменистана имени Мырата Гаррыева. Туркменистан, 744000, Ашхабад, пр-т Арчабиль, 18.