



## Assessment of the dynamics of epizootical state of central site of the Kyzylkum natural plague outbreak and economic risks during the importation and spread of plague

Artyom DMITRIEV<sup>1</sup>, Aminjon NEMATOV<sup>2</sup>

Uchkuduk anti-plague station, Center for Development of Professional Qualification of Medical Workers

### ARTICLE INFO

**Article history:**

Received June 2022

Received in revised form

25 June 2022

Accepted 25 July 2022

Available online

20 August 2022

**Keywords:**

natural Focis,

great gerbil,

Y. pestis,

antiepidemic efficacy.

### ABSTRACT

It was established that in Central section of the Kyzylkum in the period from 1991 to 2021 5 peaks of a number of main carriers of plague microbe was noted, the phenomenon of degradation of a number of the main carrier was revealed with a decrease in a number of ectoparasites in places of direct settlements of great gerbil. The influence of global predictors on the abundance of rodents and their ectoparasites was assessed. The overwhelming majority of plague cultures in Central section of the Kyzylkum were isolated from the great gerbil. The Central Kyzylkum area belongs to an area with an average prognostic potential for plague epizootics. It was found that the amount of costs for localization and elimination of plague outbreak with the identification of 1 plague patient is 2.8 times more than, in comparison with the data for 2020, the amount of costs for the maintenance of city anti-plague station itself Uchkuduk. Constant monitoring of the state of epizootic activity of the Central Kyzylkum territory of the Republic of Uzbekistan is required through a detailed epizootological examination of entire area of the outbreak.

2181-1415/© 2022 in Science LLC.

DOI: <https://doi.org/10.47689/2181-1415-vol3-iss4-pp246-255>

This is an open access article under the Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru>)

<sup>1</sup> “Uchkuduk anti-plague station” SI “NMMC Foundation”. Uchkuduk, Uzbekistan. E-mail: pestisr@mail.ru.

<sup>2</sup> Doctor of Sciences in Medicine, Professor, “Center for Development of Professional Qualification of Medical Workers” of the Ministry of Health of Uzbekistan. Tashkent, Uzbekistan. E-mail: aminjon.sabdarovich@gmail.com.

## **Қизилқум табиий ўлати марказий қисмининг эпизоотик ҳолати динамикаси ва ўлатнинг олиб кирилиши ҳамда тарқалишида иқтисодий хавфларни баҳолаш**

### **АННОТАЦИЯ**

**Калит сўзлар:**  
табиий ўчоғи,  
катта қум сичқони,  
*Y. pestis*,  
эпидемияга қарши  
самарадорлик.

Аниқланишича, Қизилқумнинг Марказий ҳудудида 1991 йилдан 2021 йилгача бўлган даврда ўлат микробининг асосий ташувчиси сонининг 5 та ўчоғи қайд этилди. Катта қум сичқонининг, эктопаразитларнинг асосий ташувчиси камайиши билан улар миқдорининг деградиацияланиш ҳодисаси аниқланди. Глобал предикторларнинг кемирувчилар ва уларнинг эктопаразитларининг сонига таъсири баҳоланди. Қизилқумнинг марказий қисмидаги ўлат кўзғатувчиларининг катта қисми катта қум сичқонидан ташкил топди. Марказий Қизилқум ҳудуди ўлат эпизоотияси бўйича ўртача прогностик салоҳиятга эга ҳудудга киради. Аниқланишича, 1 нафар ўлат билан касалланган беморни аниқлаш орқали ўлат ўчоғини маҳаллийлаштириш ва бартараф этиш харажатлари 2020 йил маълумотларига нисбатан Учқудукдаги ўлатга қарши курашиш станциясининг харажатлари миқдоридан 2,8 баравар кўпдир. Ўзбекистон Республикаси Марказий Қизилқум ҳудудининг эпизоотик фаоллиги ҳолатини эпидемиянинг бутун ҳудудини батафсил эпизоотологик текшириш орқали доимий мониторинг қилиш талаб этилади.

## **Оценка динамики эпизоотического состояния центрального участка Кызылкумского природного очага чумы и экономических рисков при завозе и распространения чумы**

### **АННОТАЦИЯ**

**Ключевые слова:**  
природный очаг,  
большая песчанка,  
*Y. pestis*,  
противоэпидемическая  
эффективность.

Установлено, что на Центральном участке Кызылкумов в период с 1991 по 2021 г.г. отмечено 5 пиков численности основного носителя чумного микроба, выявлено явление деградации численности основного носителя при снижении количества эктопаразитов. Оценено влияние глобальных предикторов на численность грызунов и их эктопаразитов. Культуры чумы на Центральном участке Кызылкумов в подавляющем большинстве выделены от большой песчанки. Центральнo-Кызылкумский участок относится к ареалу со средним прогностическим потенциалом эпизоотичности по чуме. Установлено, что сумма затрат на локализацию и ликвидацию очага чумы, с выявлением 1 больного чумой в 2,8 раз больше, чем,

в сравнении с данными за 2020 год, сумма затрат на содержание непосредственно противочумной станции г. Учкудук. Требуется постоянный контроль за состоянием эпизоотической активности Центрально-кызылкумской территории Республики Узбекистан путем подробного эпизоотологического обследования всей площади очага.

В настоящее время чума у людей регистрируется ежегодно в виде вспышек, которые возникают независимо друг от друга в ряде стран земного шара, где существуют природные очаги этой инфекции, Barbieri R. et al., 2020 [1]. В последнее десятилетие отмечено сохранение напряженной эпидемиологической обстановки по чуме во многих странах мира. Эпидемические проявления чумы в 2011–2021 гг. зарегистрированы на территории 11 государств; общее число случаев заболеваний составило 6591, из них летальных – 921 (13,9%), Bertherat E., 2016 [2], Bertherat E., 2019 [3], Butler T., 2019 [4]. Высокая заболеваемость населения отмечалась в Африке, Andrianaivoarimanana V. et al., 2013[5], Andrianaivoarimanana V. et al., 2019 [6], Nguyen V.K., Parra-Rojas C., Hernandez-Vargas E.A., 2018[7], MuniyeniwaA. et al., 2018[8], Mac Millan K. et al., 2012[9], PiarrouxR. Et al., 2013[10], Abedi A.A. et al., 2018 [11], Южной и Северной Америке, в том числе и в США, Campbell S.B. et al., 2019 [12]. На территории Азии регистрировали sporadическую заболеваемость в Китайской Народной Республике, Ge P. et al., 2015 [13], Dai R. et al., 2018 [14], Zhao S.-S. et al., 2017[ 15], Wang H. et al., 2019 [16], Арутюнов Ю.И., Пичурина Н.Л., Судьина Л.В., Трухачев А.Л., 2019 [17], Feng Y. et al., 2019 [18], Монголии, AltantugsB. et al., 2017 [19], Адъяасурэн Э., Цэрэнноров Д., Мягмар Ж., Ганхуяг Ц., Отгонбаяр Д., Баяр Ц., Вержущкий Д.Б., Ганболд Д., Балахонов С.В., 2014[20], Российской Федерации и Кыргызской Республике [21. С. 35– 42].

Кызылкумский природный автономный мезоочаг чумы является наиболее значимым в эпидемическом отношении и активным среди 45 природных автономных очагов чумы стран СНГ, где его территория с эпидемическими проявлениями занимает 6700 км<sup>2</sup> [22. С. 53–57].

Согласно данным до 80 % территорий нашей страны занято пустынями и полупустынями, а подвижные пески на территории республики занимают около 1 млн га, и в настоящее время в Узбекистане заметна тенденция к усилению сезонных засух [23. С. 7–8], [24. С. 5]. Установлено, что увеличение площади Северо-Приаральского и Кызылкумского природных очагов чумы до 46500 км<sup>2</sup> и 140560 км<sup>2</sup> соответственно, проходило на фоне регрессии уровня Аральского моря и расширения ареала большой песчанки по мере формирования новой береговой линии. В последние тридцать лет площади пустынных автономных очагов чумы Республики Казахстан увеличились по сравнению с 1990 г. на 79710 км<sup>2</sup>, т.е. на 10 %. Наиболее значительные изменения границ имели место, в том числе и в Кызылкумском пустынном автономном очаге (от 0,07 до 50,0 %) [25. С. 71–78].

Имеются данные о разработке универсальной (для особо опасных инфекций) модели для локальных эпидемий с целью оценки ресурсной готовности к отражению биотеррористической атаки, а так же разработка по оценке влияния мер противодействия на последствия локальных эпидемий, вызываемых возбудителями особо опасных инфекций в зависимости от уровня коллективного иммунитета [26. С. 10–13].

Результаты моделирования позволяют предположить, что в случае массового инфицирования для борьбы с эпидемиями оспы, чумы, лихорадок Эбола и Ласса дополнительные ресурсы жизненно необходимы. В случае эпидемии чумы, решающим фактором оказывается возможность оперативной изоляции контактных лиц и расчеты показывают, что показатели смертности, длительности карантина и процент отягченного клинического течения, при чумной эпидемии достигают наибольших величин [27. С. 21–24], [28. С. 9–12].

Специалистами ВОЗ разработан индекс DALY (Disability-Adjusted Life Years), который дает возможность рассчитать потери полноценных лет жизни вследствие временной нетрудоспособности, инвалидности или преждевременной смерти. Недостатком предложенного подхода является тот факт, что прогнозирование ущерба с помощью индекса DALY следует признать приблизительность получаемых результатов в денежном выражении, обусловленную использованием в расчетах средних величин (ВВП на душу населения, экономический ущерб от заболевания в расчете на один средневзвешенный случай), которые необходимо ежегодно корректировать с учетом уровня инфляции [29. С. 17–20].

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Для статистического анализа использованы архивные эпизоотологические и эпидемиологические данные противочумной станции ГУ «Фонд НГМК» г. Учкудук. Обследование подконтрольной ПЧС г. Учкудук территории проводилось на основании и в соответствии с ежегодными Планами работ станции, утвержденными главным санитарный врачом НГМК и согласованными с директором Республиканского центра профилактики чумы МЗ РУз.

Лабораторные исследования на чуму производились на базе лаборатории особо опасных инфекций противочумной станции г. Учкудук в соответствии с общепринятыми в противочумной службе бактериологическим, микроскопическим, биологическим и серологическим методами.

Расчеты экономической эффективности приведены на основе оригинальной методики с использованием данных по содержанию противочумной станции г. Учкудук в соответствии с уровнем затрат 2019–2020 г.г.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Обследования Кызылкумов проведены с 1991 года по 2021 год вокруг объектов НГМК (Навоийского горно-металлургического комбината), приуроченным к г. Учкудук, г. Зарафшан, г. Навои, п.г.т. (поселок городского типа) Зафарабад и Нурабад. Территория обследования разделена на Центральный, Западно-песчаный, Восточно-песчаный и Степной участки. Превалирующее количество промышленных объектов НГМК расположено на Центральном участке Кызылкумов, соответственно, где проживает и работает большая часть декретированного по чуме контингента [30. С. 1–12]. На Центральном участке исследовано территориально-83% от всей подконтрольной территории, по количеству добытого полевого материала-73% всех грызунов и птиц, 78% блох, 55% клещей, выделено 72% культур чумы бактериологически.

По результатам обследований установлено, что большая песчанка – *Rombomys opimus* Licht. [31. С. 42-51] продолжает оставаться численным гегемоном на пространствах Кызылкумов. Показатели по векторности в 30-летний период наблюдений составили следующую картину – блошинный пейзаж как в шерсти грызунов, так и в их норах, в основном, представлен в большинстве блохами рода

Xenopsylla – 74%, из которых наиболее массовым (83%) является подвид Gerbilla (83,5%). Клеши в сборах представлены, в основном клещами рода Hyalomma – более 58% и Gamazoidea- более 31%.

Данные по динамике численности большой песчанки, колониальной активности грызунов, а также по динамике численности блох представлены на нижеследующих диаграммах.

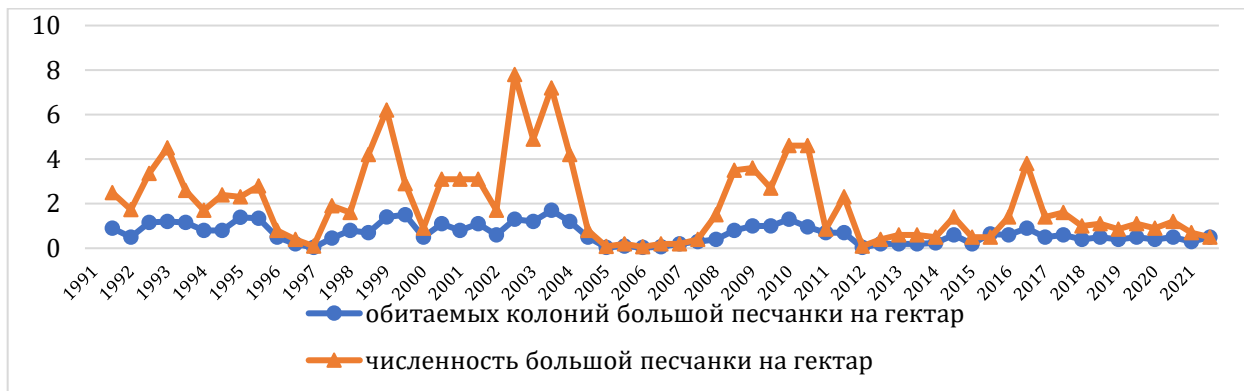


Рис.1 Динамика показателей по обитаемости колоний и численности большой песчанки на территории Центрального участка Кызылкумов в период с 1991 по 2021г.г.

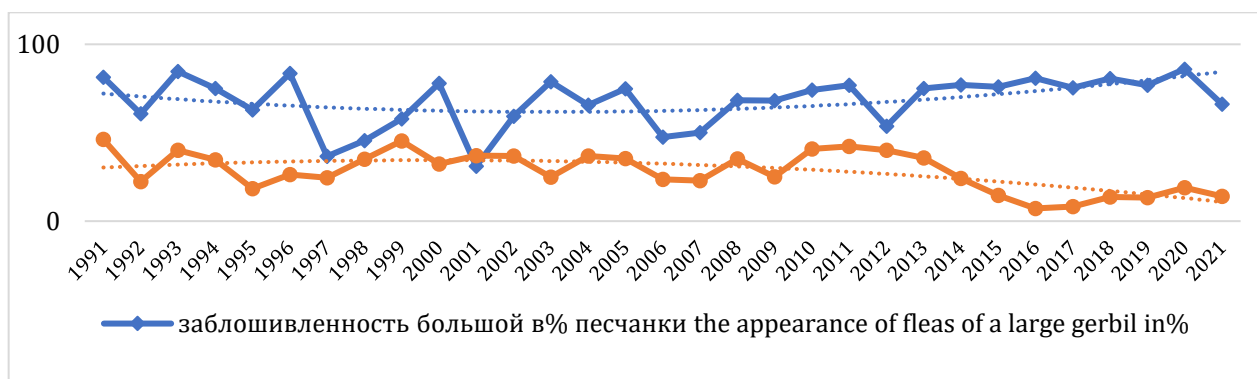


Рис.2 Динамика показателей по заблосивленности большой песчанки и ее колоний на территории Центрального участка Кызылкумов в период с 1991 по 2021г.г.

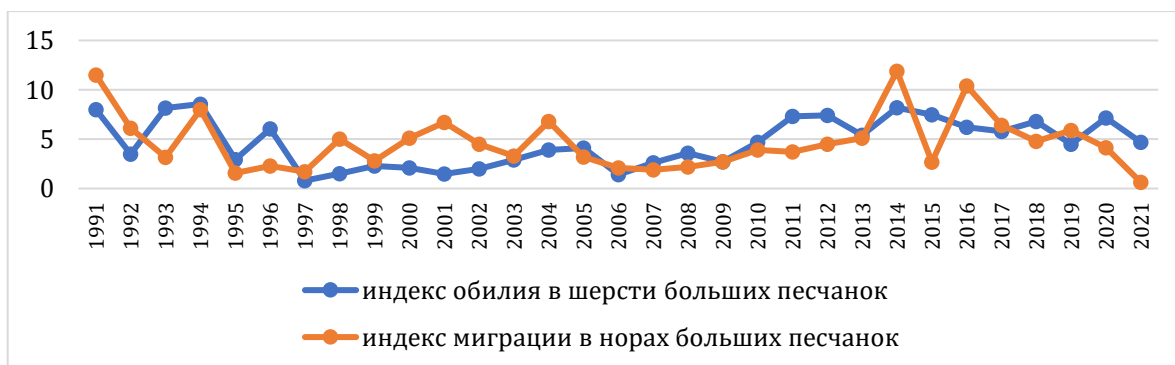


Рис.3 Динамика показателей индекса обилия блох в шерсти и индекса миграции в норах большой песчанки на территории Центрального участка Кызылкумов в период с 1991 по 2021г.г.

Анализируя данные отчетов и представленные графические характеристики динамики численности популяции большой песчанки и их эктопаразитов (блох), можно сделать следующие выводы: 1) отмечены 5 пиков численности основного носителя чумного микроба с 2-х годичной длительностью – 1993, 1994, 1999, 2003, 2004, 2009, 2010 и 2016, 2017 с интервалом в 6 лет; 2) наличие корреляции между показателями численности большой песчанки и ее эктопаразитов, где факторами снижения показателей являлись не только влияние основного биорегулятора численности грызунов в пустынных станциях – чумного микроба, но и проводимые дератизационные и дезинсекционные мероприятия профилактического и противоэпидемической направленности; 3) в динамике явно отмечается явление деградации численности основного носителя чумного микроба на фоне параллельно им следующим, но, с менее выраженными признаками деградирования, показателями количества колоний и обитаемости колоний на гектар; 4) с признаками общих негативных по численности показателей численности эктопаразитов, на фоне сокращения численности грызунов, за счет активизирующихся факторов миграции, отмечается повышение заблосивленности зверьков при снижении заблосивленности же непосредственно мест поселений большой песчанки.

За время обследования вышеупомянутой части территории Кызылкумского очага чумы в эпизоотийном процессе, исходя из количества выделенных культур и серопозитивных находок, участвовали превагирующе большие песчанки в 70% случаев, а также краснохвостая и полуденная песчанки. Положительные результаты были получены и от желтых сусликов и домовых мышей, менее тушканчиковых. Культуры были выделены и от блох (18%) родов *Xenopsilla* и *Coptopsilla*, в нескольких случаях и от клещей.

Установлено, что территория Центрального участка Кызылкумов, в грациях – численность больших песчанок на гектар, индекс обилия в шерсти основного носителя, индекс миграции, выделению 1 фракции от грызунов и эктопаразитов, антител к 1 фракции занимает превагирующее положение.

Согласно имеющимся данным, а именно показателей метеосводок, мы переживаем период постепенного потепления [32], в последние годы столь прогрессивного, что имеющиеся, выработанные тысячелетиями, механизмы адаптации не срабатывают. Были предположения о влиянии циклов солнечной активности, и раньше мы имели основания предполагать математически связанную корреляцию, сейчас мы наблюдаем несоответствие. Значит, в будущие года, при инициации нового цикла солнечной активности, мы будем переживать более пагубно воздействующие последствия, нежели сейчас. Кроме того, с учетом крайней степени условий адаптации к имеющимся условиям окружающей среды, не исключено проявление ультимативных форм агрессии в виде появления мутантных высокопатогенных штаммов *Y. pestis* с соответствующими эпидемическими проявлениями [33. С. 86–92], [34. С. 241–254], [35. С. 156–164], [36], [37], [38], [39. С. 273–275], [40. С. 37–44].

Предложен расчет экономических затрат, исходя из анализа ретроспективных данных об эпидемических проявлениях чумы [41. С. 104–132] на основе легенды о предполагаемом случае заражения чумой человека с учетом правил локализации и ликвидации эпидочага чумы в соответствии с организационно-методической литературой по профилактике чумы [42].

Сумма затрат на локализацию и ликвидацию очага чумы с выявлением 1 больного чумой, исходя из расчетных показателей составила 6033926039 сум, что в 2,8 раз больше, чем сумма затрат на содержание непосредственно противочумной станции г.Учкудук за 2020 год.

### **ВЫВОДЫ**

Установлено, что в последний период наблюдений численность основного носителя соответствует значению «невысокой», при средней по значениям обитаемости колоний, с показателем плотности нор на обследованной территории соответствующий определению «низкий». Центральнo-Кызылкумский участок в прогнозном отношении соответствует ареалу со средним прогностическим потенциалом эпизоотичности по чуме.

Обширность территории пустынного очага, изученность механизма сохранения чумного микроба в длительные межэпизоотические периоды не позволяют в обозримом будущем ставить вопрос о ликвидации здесь природной очаговости чумы.

Выявление даже одного больного чумой квалифицируется как чрезвычайная ситуация в области общественного здравоохранения, а экономические затраты на локализацию и ликвидацию даже единичного случая заболевания чумой людей, как показывают расчеты, оказываются крайне значительны и экономически оправданными в отношении проводимых профилактических противочумных мероприятий.

Активное хозяйственное освоение энзоотичной по чуме территории требует от органов здравоохранения усиления эпиднадзора и системы профилактических мероприятий с учетом их эпидемиологической эффективности.

Кроме того, такие эпидемиологические предпосылки, как рост промышленного освоения территорий, высокая интенсивность процессов миграции на Центральнокызылкумской территории, связанных с работой промышленного комплекса НГМК, торговлей, туризмом, высокий непосредственный или опосредованный контакт местного и мигрирующего населения с представителями паразитарной системы природного очага чумы, дают реальные основания для возрастания рисков эпидемиологических осложнений и требует постоянного контроля за состоянием эпизоотической активности Центральнокызылкумской территории Республики Узбекистан путем подробного эпизоотологического обследования всей площади очага с применением всего современного спектра лабораторной диагностики.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ:**

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

2. Bertherat E. Plague around the world, 2010–2015. *WklyEpidemiol. Rec.* 2016;91(8):89–104. [электронный ресурс]. URL: <http://www.who.int/wer/2016/wer9108.pdf> (дата обращения 20.01.2021).

3. Bertherat E. Plague around the world in 2019. *WklyEpidemiol. Rec.* 2019;94(25):289–292. [электронный ресурс]. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/325482> (дата обращения 20.01.2021).

4. Butler T. Plague into the 21st century. *Clin. Infect. Dis.* 2009; 49:736–42. DOI: 10.1086/604718.

5. Andrianaivoarimanana V., Kreppel K., Elissa N., Duplantier J.-M., Carniel E., Rajerison M., Jambou R. Understanding the per-sistence of plague foci in Madagascar. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2013; 7(11):e2382. DOI: 10.1371/journal.pntd.0002382.
6. Andrianaivoarimanana V., Piola P., Wagner D.M., Rakotomanana F., Maheriniaina V., Andrianalimanana S., Chanteau S., Rahalison L., Ratsitorahina M., Rajerison M. Trends of human plague, Madagascar, 1998–2016. *Emerg. Infect. Dis.* 2019; 25(2):220–8. DOI: 10.3201/eid2502.171974.
7. Nguyen V.K., Parra-Rojas C., Hernandez-Vargas E.A. The 2017 plague outbreak in Madagascar: Data descriptions and epidemic modelling. *Epidemics.* 2018; 25:20–5. DOI: 10.1016/j.epidem.2018.05.001.
8. Munyenyiwa A., Zimba M., Nhiwatiwa T., Barson M. Plague in Zimbabwe from 1974 to 2018: a review article. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2019; 13(11):e0007761. DOI: 10.1371/journal.pntd.0007761.
9. MacMillan K., Monaghan A.J.K., Apangu T., Griffith K.S., Mead P.S., Acayo S., Acidri R., Moore S.M., Mpanga J.T., Ensore R.E., Gage K.L., Eisen R.J. Climate predictors of the spatial distribution of human plague cases in the West Nile region of Uganda. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 2012; 86(3):514–23. DOI: 10.4269/ajtmh.2012.11-0569.
10. Piarroux R., Abedi A.A., Shako J.C., Kebela B., Karhemere S., Diatta G., Davoust B., Raoult D., Drancourt M. Plague epidemics and lice, Democratic Republic of the Congo. *Emerg. Infect. Dis.* 2013; 19(3):505–6. DOI: 10.3201/eid1903.121542.
11. Abedi A.A., Shako J.C., Gaudart J., Sudre B., Ilunga B.K., Shamamba S.K.B., Diatta G., Davoust B., Tamfum J.M., Piarroux R., Piarroux M. Ecologic features of plague outbreak areas, Democratic Republic of the Congo, 2004–2014. *Emerg. Infect. Dis.* 2018; 24(2):210–20. DOI: 10.3201/eid2402.160122.
12. Campbell S.B., Nelson C.A., Hinckley A.F., Kugeler K.J. Animal exposure and human plague, United States, 1970–2017. *Emerg. Infect. Dis.* 2019; 25(12):2270–3. DOI: 10.3201/eid2512.191081.
13. Ge P., Xi J., Ding J., Jin F., Zhang H., Guo L., Zhang J., Li J., Gan Z., Wu B., Liang J., Wang Xin, Wang Xinhua. Primary case of human pneumonic plague occurring in a Himalayan marmot natural focus area Gansu Province, China. *Int. J. Infect. Des.* 2015; 33:67–70. DOI: 10.1016/j.ijid.2014.12.044.
14. Dai R., Wei B., Xiong H., Yang X., Peng Y., He J., Jin J., Wang Y., Zha X., Zhang Z., Liang Y., Zhang Q., Xu J., Wang Z., Li W. Human plague associated with Tibetan sheep originates in marmots. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2018; 12(8):e0006635. DOI: 10.1371/journal.pntd.0006635.
15. Zhao S.-S., Pulati Y., Yin X.-P., Li W., Wang B.-J., Yang K., Chen C.-F., Wang Y.-Z. Wildlife plague surveillance near the China–Kazakhstan border: 2012–2015. *Transbound. Emerg. Dis.* 2017; 64(6):e48-e51. DOI: 10.1111/tbed.12603.
16. Wang H., Cui Y., Wang Z., Wang X., Guo Z., Yan Y., Li C., Cui B., Xiao X., Yang Y., Qi Z., Wang G., Wei B., Yu S., He D., Chen H., Chen G., Song Y., Yang R. A dog-associated primary pneumonic plague in Qinghai Province, China. *Clin. Infect. Dis.* 2019; 52(2):185–90. DOI: 10.1093/cid/ciq107.
17. Арутюнов Ю.И., Пичурина Н.Л., Судьина Л.В., Трухачев А.Л. Чума в Китае: эпидемиологические и эпизоотологические аспекты. //Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. 2019; 8(3):70–7. DOI: 10.24411/23053496-2019-13011.



18. Feng Y., Fan M., Gao Y., Li J., Zhang D., Wang S., Wang W. Epidemiological features of four human plague cases in the Inner Mongolia Autonomous Region, China in 2019. *Biosafety and Health*. 2020; 2:44–8. DOI: 10.1016/j.bsheal.2020.02.005.

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

20. Адъяасурэн Э., Цэрэнноров Д., Мягмар Ж., Ганхуяг Ц., Отгонбаяр Д., Баяр Ц., Вержуцкий Д.Б., Ганболд Д., Балахонов С.В. Современная ситуация в природных очагах чумы Монголии. // *Дальневосточный журнал инфекционной патологии*. 2014; 25: 22–5.

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

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

23. Указ Президента Республики Узбекистан, № УП-5883 от 23.10.2019г. «Об утверждении стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы», Приложение №1. Ташкент, 2019. С. 7-8.

24. Указ Президента Республики Узбекистан, № УП-5863 от 30.10.2019г. «Об утверждении концепции охраны окружающей среды Республики Узбекистан до 2030 года», Приложение №1. Ташкент, 2019. С.5

25. З.Ж. Абдел, Т.К. Ерубайев, Г.Ж. Токмурзиева, Б.К. Аймаханов, Ж.С. Далибаев, Р.С. Мусагалиева, З.Б. Жумадилова, В.Г. Мека-меченко, Т.В. Мека-Меченко, А.М. Матжанова, А.А. Абдрасилова, С.К. Умарова, А.К. Рысбекова, Д.Т. Есимсеит, Б.З. Абделиев, К.К. Коныратбаев, Б.Г. Искаков, Д.Г. Белый, М.К. Ескермесов, М.В. Кулемин, Ж.С. Аскар, Т.Е. Калдыбаев, Р.К. Мухтаров, С.Б. Давлетов, В.В. Сутягин, И.А. Лездиньш. Демаркация границ Центральноазиатского пустынного природного очага чумы Казахстана и мониторинг ареала основного носителя *Rhombomys opimus*. // *Проблемы особо опасных инфекций*. 2021; 2:71–78.

26. А.Г.Бачинский, Л.Ф.Низоленко. Оценка влияния мер противодействия на последствия локальных эпидемий, вызываемых возбудителями особо опасных инфекций: коллективный иммунитет. // *Проблемы особо опасных инфекций*. 201; 4:10–13.

27. Л.Ф.Низоленко, А.Г.Бачинский. Универсальная модель локальных эпидемий и ее использование для оценки ресурсной готовности Новосибирской области к отражению биотеррористической атаки. // *Проблемы особо опасных инфекций*. 2014; 4:21–24.

28. А.Г.Бачинский, Л.Ф.Низоленко. Оценка влияния мер противодействия на последствия локальных эпидемий, вызываемых возбудителями особо опасных инфекций: изоляция. // *Проблемы особо опасных инфекций*. 2015; 2:9-12.

29. В.Б.Кириллов, С.Л.Кириллова, С.В.Борисевич, Е.П.Лукин, П.А.Грабарев. Прогнозирование социально-экономического ущерба от вспышек инфекционных болезней на примере крымской геморрагической лихорадки. // Проблемы особо опасных инфекций. 2014; 2:17–20.

30. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «Об организации деятельности Государственного предприятия «Навоиуран», Акционерного общества «Навоийский горно-металлургический комбинат» и Государственного учреждения «Фонд навоийского горно-металлургического комбината». Ташкент, 30 марта 2021 г., № 170. Приложение №2 С. 1-12.

31. А.А. Слудский. Список позвоночных животных мировой фауны – носителей возбудителя чумы. // Проблемы особо опасных инфекций. 2014; 3:42–51.

32. Материалы сайта «Погода и климат» Средние месячные и годовые температуры воздуха в Тамдыбулаке. [электронный ресурс]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/38413.htm>. (дата обращения 16.09.2022).

33. А.А. Максимов. Долгосрочные колебания численности животных, их причины и прогноз. Новосибирск, 1984. Стр. 86-92.

34. Н.М. Окулова, Ф.Г. Бидашко, А.К. Гражданов. Об изменениях сообществ млекопитающих западного Казахстана в связи с многолетними изменениями абиотических условий. // Поволжский экологический журнал. 2005. №3. с. 241 – 254.

35. И.А.Шилов. Структура популяций у млекопитающих. М.:Наука,1991. Стр. 156-164.

36. Материалы сайта silk road adventures. Пустыня Бетпак-дала. Казахстанская природа ее достопримечательности и ландшафты, и степные просторы. [электронный ресурс]. URL: <https://silkadventures.com/en/content/pustynya-betpak-dala> (дата обращения 25.09.2020).

37. IPCC. Изменение климата. Воздействия, адаптация и уязвимость. Вклад II рабочей группы в пятый оценочный доклад межправительственной группы экспертов по изменению климата. 2015. [электронный ресурс]. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/> (дата обращения 06.11.2020).

38. Орловский Н.С., Зонн И.С., Костяной А.Г., Жильцов С.С. Изменение климата и водные ресурсы Центральной Азии. Вестник дипломатической Академии МИД России. Россия и мир. 2019; 1(19):56–78. [электронный ресурс]. URL: <http://ecogofond.kz/wp-content/uploads/2019/09/ca.d.255-izmenenie-klimata-i-vodnye-resursy-centralnoj-azii.pdf> (дата обращения 23.09.2020).

39. Ю.И. Стожков, Г.А. Базилевская, В.С. Махмутов, Н.С. Свиржевский, А.К. Свиржевская, В.И. Логачев, В.П. Охлопков. Космические лучи, солнечная активность, изменения климата земли. // Известия российской академии наук. Серия физическая. 2017; 2:273-275.

40. В.В. Сунцов. Генезис трансмиссивной передачи микроба чумы *Yersinia pestis*: два подхода – молекулярно-генетический и экологический. // Проблемы особо опасных инфекций. 2018; 2:37–44.

41. Ривкус Ю.З., Наумов А.В., Хотько Н.И., Гельдиев А.Г. «Эпидемиология и профилактика чумы» Ашгабат, 1992.С.104-132.

42. Рекомендации по проведению первичных мероприятий при выявлении больного (трупа), подозрительного на заболевание чумой, холерой, вирусными геморрагическими лихорадками, оспой обезьян. МЗ РУз, Ташкент, 2006г.