

DOI: 10.21055/0370-1069-2025-2-109-115

УДК 616.98:579.842.23

А.А. Кузнецов<sup>1</sup>, И.Г. Козулина<sup>2</sup>, В.Н. Чекашов<sup>1</sup>, Л.Б. Нурмагамбетова<sup>2</sup>, А.К. Гражданов<sup>1</sup>, Ф.А. Сараев<sup>2</sup>,  
Д.М. Бамматов<sup>3</sup>, М.П. Григорьев<sup>3</sup>, Т.А. Трусова<sup>3</sup>, А.Н. Матросов<sup>1</sup>, Ш.В. Магеррамов<sup>1</sup>, Н.В. Попов<sup>1</sup>,  
И.Г. Карнаухов<sup>1</sup>, В.П. Топорков<sup>1</sup>, С.А. Щербакова<sup>1</sup>

## Дифференциация южной части трансграничного Волго-Уральского песчаного природного очага чумы по кратности эпизоотических проявлений методом круговой экстраполяции

<sup>1</sup>ФКУН «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб», Саратов, Российская Федерация;

<sup>2</sup>РГУ «Атырауская противочумная станция» Комитета санитарно-эпидемиологического контроля

Министерства здравоохранения Республики Казахстан, Атырау, Республика Казахстан;

<sup>3</sup>ФКУЗ «Астраханская противочумная станция», Астрахань, Российская Федерация

Волго-Уральский песчаный природный очаг чумы является трансграничным. Большая его часть (66 036 км<sup>2</sup>) расположена на территории двух областей Республики Казахстан, меньшая (8625 км<sup>2</sup>) – на территории Российской Федерации. **Цель работы** – провести эпизоотологическую дифференциацию южной части Волго-Уральского песчаного очага чумы. **Материалы и методы.** Используются ретроспективные данные эпизоотологического обследования очага Астраханской (Российская Федерация) и Атырауской (Республика Казахстан) противочумными станциями. Определены координаты (широта и долгота) 865 мест обнаружения возбудителя чумы за период 1936–2005 гг. Методом круговой экстраполяции каждого пункта с проявлениями чумы получены ежегодные карты эпизоотических участков. Последовательным совмещением созданных электронных карт выявлена дислокация ядер активности природного очага и зон кратковременной регистрации эпизоотического процесса, определены их количественные характеристики. **Результаты и обсуждение.** Выявление детальной конфигурации наиболее активных зон проявления эпизоотического процесса имеет существенное прогностическое значение при поиске зараженных чумой животных, особенно в межэпизоотические периоды. Картографическая модель дифференциации очаговой территории по активности и продолжительности эпизоотий предназначена для обоснованного планирования мероприятий эпидемиологического надзора, профилактики и дальнейшего изучения проблем энзоотии чумы. Полученные данные могут быть использованы для эпидемиологического районирования территории по чуме.

**Ключевые слова:** природный очаг чумы, эпизоотический участок, эпизоотологический мониторинг, пространственная структура очага.

Корреспондирующий автор: Кузнецов Александр Александрович, e-mail: gusrapi@microbe.ru.

Для цитирования: Кузнецов А.А., Козулина И.Г., Чекашов В.Н., Нурмагамбетова Л.Б., Гражданов А.К., Сараев Ф.А., Бамматов Д.М., Григорьев М.П., Трусова Т.А., Матросов А.Н., Магеррамов Ш.В., Попов Н.В., Карнаухов И.Г., Топорков В.П., Щербакова С.А. Дифференциация южной части трансграничного Волго-Уральского песчаного природного очага чумы по кратности эпизоотических проявлений методом круговой экстраполяции. *Проблемы особо опасных инфекций.* 2025; 2:109–115. DOI: 10.21055/0370-1069-2025-2-109-115

Поступила 28.03.2025. Отправлена на доработку 22.04.2025. Принята к публикации 25.04.2025.

А.А. Kuznetsov<sup>1</sup>, I.G. Kozulina<sup>2</sup>, V.N. Chekashov<sup>1</sup>, L.B. Nurmagambetova<sup>2</sup>, A.K. Grazhdanov<sup>1</sup>,  
F.A. Saraev<sup>2</sup>, D.M. Bamatov<sup>3</sup>, M.P. Grigor'ev<sup>3</sup>, T.A. Trusova<sup>3</sup>, A.N. Matrosov<sup>1</sup>, Sh.V. Magerramov<sup>1</sup>,  
N.V. Popov<sup>1</sup>, I.G. Karnaukhov<sup>1</sup>, V.P. Toporkov<sup>1</sup>, S.A. Shcherbakova<sup>1</sup>

## Differentiation of the Southern Part of the Transboundary Volga-Ural Sandy Natural Plague Focus by the Frequency of Epizootic Manifestations Using Circular Extrapolation

<sup>1</sup>Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation;

<sup>2</sup>Atyrau Plague Control Station of the Committee for Sanitary and Epidemiological Control of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan, Atyrau, Republic of Kazakhstan;

<sup>3</sup>Astrakhan Plague Control Station, Astrakhan, Russian Federation

**Abstract.** The Volga-Ural sandy natural plague focus is a transboundary one. Its greater part (66,036 km<sup>2</sup>) is located on the territory of two regions of the Republic of Kazakhstan, the smaller part (8,625 km<sup>2</sup>) is on the territory of the Russian Federation. **The aim** of the work was to conduct epizootiological differentiation of the southern part of the Volga-Ural sandy plague focus. **Materials and methods.** Retrospective data from epizootiological survey of the focus conducted by the Astrakhan (Russian Federation) and Atyrau (Republic of Kazakhstan) Plague Control Stations were used. The coordinates (latitude and longitude) of 865 sites where the plague agent was detected over the period of 1936–2005 were determined. Using the method of circular extrapolation of each point with plague manifestations, annual maps of epizootic areas were drawn. By successive overlay of the created electronic maps, the dislocation of the activity cores of the natural focus and the zones of short-term registration of the epizootic process were revealed, and their quantitative characteristics were determined. **Results and discussion.** Identification of a detailed configuration of the most active zones of manifestation of the epizootic process has significant prognostic value in the search for plague-infected animals, especially during inter-epizootic periods. The cartographic model of differentiation of the focal territory by activity and duration of epizootics is intended for substantiated planning of epidemiological surveillance measures, prevention and further study of the issues of plague enzootics. The obtained data can be used for epidemiological zoning of the territory as regards plague.

**Key words:** natural plague focus, epizootic area, epizootiological monitoring, spatial structure of the focus.

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

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

**Corresponding author:** Alexander A. Kuznetsov, e-mail: rusrap@microbe.ru.

**Citation:** Kuznetsov A.A., Kozulina I.G., Chekashov V.N., Nurmagametova L.B., Grazhdanov A.K., Saraev F.A., Bamatov D.M., Grigor'ev M.P., Trusova T.A., Matrosov A.N., Magerramov Sh.V., Popov N.V., Karnaukhov I.G., Toporkov V.P., Shcherbakova S.A. Differentiation of the Southern Part of the Transboundary Volga-Ural Sandy Natural Plague Focus by the Frequency of Epizootic Manifestations Using Circular Extrapolation. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2025; 2:109–115. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2025-2-109-115

Received 28.03.2025. Revised 22.04.2025. Accepted 25.04.2025.

Kuznetsov A.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0677-4846>  
Kozulina I.G., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5172-4012>  
Chekashov V.N., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9593-4353>  
Grazhdanov A.K., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0022-9521>  
Saraev F.A., ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0311-2791>  
Grigor'ev M.P., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9620-8516>

Matrosov A.N., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4893-7188>  
Magerramov Sh.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2578-1558>  
Popov N.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4099-9261>  
Karnaukhov I.G., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8181-6727>  
Toporkov V.P., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9512-7415>  
Shcherbakova S.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1143-4069>

**Целью** исследования являлся пространственный анализ многолетней эпизоотической активности южной части трансграничного Волго-Уральского песчаного природного очага чумы, в результате которого проведена детальная дифференциация его территории методом круговой экстраполяции [1]. Для достижения этой цели сформирована база данных положительных результатов эпизоотологического обследования очага противочумными формированиями Астраханской области России и Атырауской области Казахстана, необходимая для размещения в электронном паспорте очага. Показателем активности служила кратность выявления зараженных носителей и переносчиков возбудителя чумы в годовом исчислении на тех или иных фрагментах анализируемой территории. Пространственная дифференциация очага проведена по карте распределения включенных в базу данных имеющихся в нашем распоряжении эпизоотических точек за 70 лет. Технологические детали и опыт применения метода круговой экстраполяции отработаны на примере Прикаспийского песчаного очага чумы [2], а затем и российской части Волго-Уральского песчаного очага [3]. В данной работе существенно расширена территория пространственного эпизоотологического анализа.

### Материалы и методы

Общая площадь Волго-Уральского песчаного очага чумы, по нашей предварительной оценке, составляет 74 661 км<sup>2</sup>, в том числе в границах Российской Федерации (Астраханская область) – 8625 км<sup>2</sup>, в границах Республики Казахстан – 66 036 км<sup>2</sup> (Атырауская область – 42 519 км<sup>2</sup>, Западно-Казахстанская область – 23 517 км<sup>2</sup>). Площади определены с помощью геодезических вычислений, а также картометрическими измерениями энзоотических по чуме ландшафтных выделов вдоль ограничивающих линейных элементов на топографических картах. В качестве южной части очага принята его территория, лежащая южнее 48° с. ш., включающая полностью российскую энзоотическую территорию и частично казахстанскую. Общая площадь анализируемой южной части составляет около

43 тыс. км<sup>2</sup>. Динамика ее эпизоотической активности, как и всей территории очага, характеризовалась чередованием эпизоотий с периодами покоя различной длительности [4, 5].

Для анализа использованы ретроспективные данные ФКУЗ «Астраханская противочумная станция» Роспотребнадзора по результатам эпизоотологического обследования Волго-Уральских песков в период 1936–2005 гг. и данные РГУ «Атырауская противочумная станция» Комитета санитарно-эпидемиологического контроля Министерства здравоохранения Республики Казахстан по результатам обследования подведомственной территории в период 1946–2002 гг. Последняя эпизоотическая точка в южной части очага зарегистрирована в 2005 г., в связи с чем решено ограничить анализ этим годом, поскольку каждый следующий год текущего межэпизоотического периода, длящегося уже 20 лет, не вносил никакой новой информации об эпизоотическом статусе очага и лишь снижал индекс эпизоотичности.

На основании картографического анализа ретроспективных данных сформировано обобщенное изображение участка с многолетними эпизоотическими проявлениями, полученное методом круговой экстраполяции как инструментом ГИС-анализа. Эпизоотические круги радиусом 5 км строились вокруг каждой точки, где обнаруживался возбудитель. Для картометрического анализа использованы координаты 865 достоверно различающихся по дислокации точек.

В качестве картографической основы использованы сканированные копии топографических карт масштаба 1:100 000 для территории Казахстана и растровые копии цифровых топографических карт масштаба 1:25 000 для территории Российской Федерации. Кроме топографических карт использовались также рабочие и демонстрационные картографические отчетных документов, содержащие ценную топонимическую информацию и способствующие более правильному определению дислокации мест обнаружения возбудителя чумы. Наиболее трудозатратный этап работы заключался в возможно более точном установлении на карте местоположения пунктов обнаружения зараженных носителей и (или) переносчиков возбудителя по реестру эпизоотиче-

ских точек в создаваемой базе данных. В результате в соответствующие графы реестра внесены географические координаты (широта и долгота) всех имеющихся в нашем распоряжении эпизоотических точек за указанный период. Эти данные полностью адаптированы для внедрения в существующий электронный паспорт природного очага. Электронные карты ежегодных эпизоотических участков создавались с помощью компьютерного графического приложения, затем так же, как и в предыдущих наших работах [2, 3], последовательно совмещались, с определением нарастающей кратности в очередной раз повторяющихся фрагментов. Специального анализа зависимости плотности выявленных эпизоотических точек от плотности обследования не проводили, считая последнюю достаточно равномерной по методологическим установкам эпизоотологического мониторинга.

### Результаты и обсуждение

Анализ пространственной структуры расширенного участка Волго-Уральского песчаного очага чумы с многолетними эпизоотическими проявлениями чумы ожидаемо показал значительную вариабельность различных его частей по их интенсивности и широте территориального охвата (рис. 1). Конфигурация большинства фрагментов участка, как российской, так и казахстанской его части, характеризуется более плотными по эпизоотической активности центральными частями с плавным ее снижением к их периферии. Как было отмечено нами ранее [3], изолированный фрагмент в западной части анализируемой территории (урочище Тугайхудук), где эпизоотия чумы регистрировалась лишь однажды – с осени 1974 до весны 1975 г., остался единственным оторванным на столь значительное расстояние (30 км) от основного массива. Другие, меньшие по площади, изолированные фрагменты располагались значительно ближе друг к другу и к основным эпизоотическим территориям.

На очаговой территории Казахстана, как отмечали многие исследователи [6, 7], эпизоотии чумы регистрировались относительно чаще и продолжительнее (урочища Караайгыр, Карабатыр, Сазды, Бурамбай, Кошалак, Бекетай, Лаубай и др.), что предполагает наличие там наиболее благоприятных и устойчивых стаций переживания носителей и переносчиков, а возможно, и самого возбудителя чумы. Результаты круговой экстраполяции и последовательное совмещение ежегодных эпизоотических участков убедительно свидетельствуют об этом. В процессе совмещения наиболее яркой особенностью перемещений эпизоотий по территории природного очага явилась их хаотичность. Это обстоятельство может свидетельствовать об участии в распространении возбудителя чумы высокоподвижного агента, например каменки-плясуньи – перелетной птицы, гнездящейся в норах грызунов [8, 9]. Несмотря на наличие четко

выраженного эпизоотического ядра, регистрировалось значительное число лет, когда возбудитель на его территории отсутствовал, но обнаруживался на других, удаленных от него участках, периодически туда возвращаясь.

За анализируемый в нашей работе период (70 лет) эпизоотическими были 39 лет, что соответствует индексу эпизоотичности (ИЭ) южной половины очага, равному 0,56. На отдельных участках всей этой территории возбудитель регистрировался от 1 года до 8 лет. Более частые (или более продолжительные) проявления отмечались в центральной части Волго-Уральских песков, ближе к западной границе Атырауской области. Еще западнее эпизоотические проявления регистрировались даже в Волго-Ахтубинской пойме, за пределами пустынных ландшафтов. Такие выносы инфекции регистрировались в 30–40-е гг. XX в., когда антропогенное влияние на естественные ландшафты Волго-Уральского междуречья было слабее современного, а природные факторы – более благоприятными для биоты природного очага.

Анализ ежегодной активности Волго-Уральского песчаного очага чумы подтверждает чередование там различных по длительности эпизоотических и межэпизоотических периодов. Наблюдавшиеся перерывы в регистрации эпизоотий существенно различались по продолжительности. Перерывы в 1 год, а возможно, даже и в 2–3 года, вполне могли объясняться пропусками при снижении интенсивности как эпизоотического процесса, так и обследования, поэтому одногодичные перерывы были включены в подсчет продолжительности активных периодов. Кроме того, отдельные крупные части многолетнего эпизоотического участка характеризовались собственными режимами активности [10, 11]. На всей изучаемой территории (рис. 2) отмечен один наиболее продолжительный эпизоотический период – с 1936 по 1952 г. (17 лет). Более ранние данные о наличии или отсутствии эпизоотий в очаге не являются вполне достоверными, предположительно ввиду недостаточной интенсивности и широты обследования.

В следующие годы эпизоотии чумы в анализируемой южной части песков регистрировались от 2 до 12 лет, между которыми наблюдались периоды покоя до 10 лет. И лишь сейчас межэпизоотический период там длится практически 20 лет, что может зависеть от продолжающегося снижения общей численности малых песчанок Волго-Уральских песков [12]. Учитывая другие части очага, эпизоотии в нем протекали относительно чаще [13–16]. Согласно приведенным в нашей статье данным, эпизоотическая активность южного участка (ИЭ – 0,56) оказывается ниже активности очага в целом, ИЭ которого может достигать 0,76 и выше. При этом следует учитывать, что ИЭ существенно зависит от выбранного для анализа отрезка времени.

Для анализа активности очага чумы в границах локальных фрагментов, образовавшихся в результа-

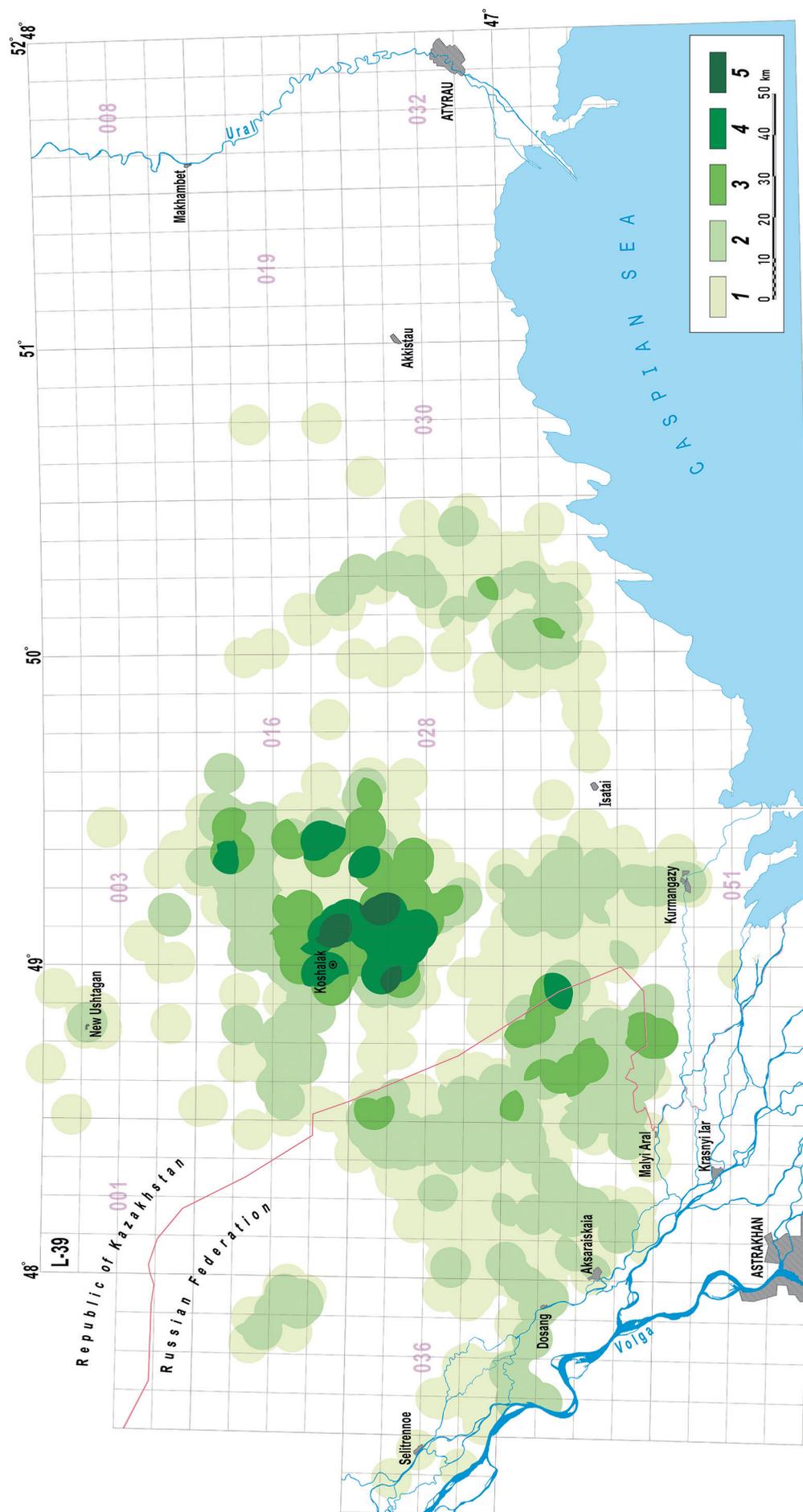


Рис. 1. Участок многолетних эпизоотических проявлений в южной части Волго-Уральского песчаного очага чумы за период 1936–2005 гг. и его дифференциация по суммарной продолжительности эпизоотий в поселениях носителей и переносчиков возбудителя.

1 – 1 год; 2 – 2–3 года; 3 – 4 года – 5 лет; 4 – 6–7 лет; 5 – 8 лет

Fig. 1. The area of long-term epizootic manifestations in the southern part of the Volga-Ural sandy plague focus during 1936–2005 and its differentiation by the total duration of epizootics in the settlements of carriers and vectors of the pathogen:

1 – 1 year; 2 – 2–3 years; 3 – 4–5 years; 4 – 6–7 years; 5 – 8 years

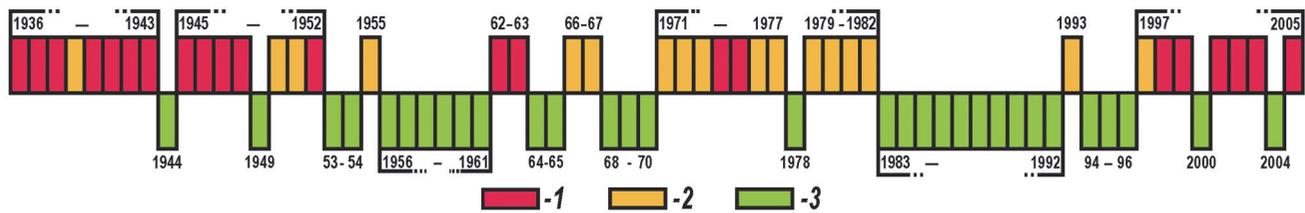


Рис. 2. Хронология выявления возбудителя чумы в южной части Волго-Уральского песчаного очага на территории Астраханской области (Российская Федерация, РФ) и Атырауской области (Республика Казахстан, РК):

1 – годы регистрации возбудителя чумы в РФ и РК; 2 – годы регистрации возбудителя чумы только в РК; 3 – межэпизоотические годы

Fig. 2. Chronology of detection of the plague pathogen in the southern part of the Volga-Ural sandy focus in the Astrakhan Region (Russian Federation, RF) and Atyrau Region (Republic of Kazakhstan, RK):

1 – years of registration of the plague pathogen in the RF and RK; 2 – years of registration of the plague pathogen only in RK; 3 – inter-epizootic years

те применения круговой экстраполяции и наложения ежегодных эпизоотических участков, как и в случае с Прикаспийским песчаным очагом, использовали плотность положительных проб с эффектом их накопления при многократной регистрации [2]. В этом случае плотность положительных проб на единицу площади служит количественной оценкой интенсивности и устойчивости эпизоотического процесса. При таком подходе не потребовалось использовать никакие другие параметры, достаточным оказался простой картометрический подсчет [3].

Для вычленения фрагментов установили пять градаций длительности проявлений (см. рис. 1), достаточных для подробного анализа. На заключительном этапе две наиболее плотные градации объединили для более полного выявления ядер активности. Как и в предыдущих наших работах [2, 3], фрагменты, входящие в одну градацию, образовывали условную зону независимо от их изолированности и количества. Все эпизоотические точки, обнаруженные на территории разных фрагментов каждой зоны, были подсчитаны и определена ее общая площадь (таблица).

Вся полученная методом круговой экстраполяции эпизоотическая площадь не превысила одной трети от анализируемого массива. То есть значительная часть территории природного очага не обеспечивала поддержание эпизоотического процесса, по меньшей мере в период регулярного эпизоотологического мониторинга. Вместе с тем парадоксальной может показаться ситуация, когда в различных фраг-

ментах какой-либо одной зоны эпизоотические точки регистрировались большее число лет, чем определено градацией. Однако значительный территориальный разрыв между ними, превышающий 5 км, не позволяет считать их повторными проявлениями на одной и той же территории. Например, в зоне однолетних эпизоотий расположено 127 точек, которые регистрировались в различные годы, но это не значит, что кратность проявлений в этой зоне следует увеличивать. Оценка аналогичной ситуации меняется при рассмотрении различных фрагментов наиболее активных зон. Так, при объединении компактно расположенных фрагментов зон с 6–7- и 8-летними проявлениями (урочища Кошалак, Бурамбай, Лаубай и др.) список календарных лет выявления там эпизоотических точек, по имеющимся у нас данным, составил 14 лет из разных эпизоотических циклов, а общее количество зарегистрированных в этом ядре эпизоотических точек равно 186. Это согласуется с тем, что кратность эпизоотических проявлений возрастает при увеличении площади анализируемого участка и становится максимальной при анализе очага в целом. Предположительно, что и на небольших участках повторяемость эпизоотий выше, чем выявляется за короткий период активного обследования очага. Также вероятно, что, учитывая многовековую историю существования эндемии чумы, в любых природных очагах чумы территории, где когда-либо распространялся возбудитель в поселениях носителей, значительно шире. Однако ясно, что выявление

Характеристика зон участка многолетних эпизоотических проявлений, дифференцированных по общей продолжительности проявлений чумы (1936–2005 гг.) в южной части Волго-Уральского песчаного очага

Characteristics of zones of long-term epizootic manifestations, differentiated by the total duration of plague manifestations (1936–2005) in the southern part of the Volga-Ural sandy focus

Кратность проявлений чумы Frequency of plague manifestations	Общая площадь зоны Total area of the zone		Плотность эпизоотических точек Density of epizootic points		
	км <sup>2</sup> km <sup>2</sup>	%	абс. abs.	%	на 100 км <sup>2</sup> per 100 km <sup>2</sup>
1 год / 1 year	7623	47,6	127	14,7	1,7
2–3 года / 2–3 years	6197	38,7	360	41,6	5,8
4 года – 5 лет / 4–5 years	1431	8,9	192	22,2	13,4
6–7 лет / 6–7 years	626	3,9	147	17,0	23,5
8 лет / 8 years	139	0,9	39	4,5	28,0
<b>Весь участок The whole area</b>	<b>16016</b>	<b>100,0</b>	<b>865</b>	<b>100,0</b>	<b>5,4</b>

функциональной структуры конкретного природного очага чумы возможно лишь при анализе достаточно мелких территориальных единиц.

Параметры многолетнего эпизоотического участка и визуальный анализ его картографического изображения показывают существенное преобладание зон с 1- и 2–3-летними проявлениями чумы. Их общая площадь (13 820 км<sup>2</sup>) и количество мест регистрации возбудителя (487) превышают соответствующие показатели остальных зон, взятых вместе. В то же время средняя накопленная плотность положительных проб, как интегрированный показатель интенсивности и устойчивости эпизоотического процесса в этих двух зонах, минимальна и составляет 3,5 точки на 100 км<sup>2</sup>.

В границах эпизоотического ядра, где возбудителя номинально регистрировали 6–8 лет, средняя плотность точек с зараженными носителями и переносчиками (24,3) оказалась почти в 5 раз выше средней плотности таких точек по участку (5,4), но площадь этих зон составила всего 4,8 % от всей площади эпизоотического участка. Реальное прогностическое значение в качестве предполагаемых эпизоотических ядер, на наш взгляд, следует придавать трем наиболее активным зонам: с 4–5-, 6–7- и 8-летними проявлениями. Их общая площадь составляет около 14 % от всего эпизоотического участка, суммарное число точек с находками чумы на их территории – 40 %, средняя плотность положительных проб на 100 км<sup>2</sup> – 17,2. Достаточно высока вероятность того, что выход природного очага из межэпизоотического периода может произойти именно на территории этих обозначенных нами зон.

Границы выявленных ядер достаточно условны, но их общая дислокация может служить наводящим признаком при поиске зараженных чумой животных. Эффективность такого подхода при прогнозировании, на наш взгляд, наиболее высока в затяжной межэпизоотический период, особенно к моменту выхода природного очага из него. Эту прогностическую роль ядер, как и в предыдущих наших исследованиях, можно рекомендовать при планировании эпизоотологического мониторинга в межэпизоотический период, наряду с другими прогностическими признаками [17].

Заметим, что проведенный нами анализ территориально ограничен по объективным причинам. Представляется весьма ценным провести подобный анализ для территории всего Волго-Уральского песчаного очага чумы, так как история свидетельствует о серьезных эпидемических осложнениях в условиях интенсивных эпизоотий на территории Западно-Казахстанской области Республики Казахстан в прошлом. История нас также учит, что даже длительные межэпизоотические периоды в природных очагах чумы рано или поздно сменяются резкой активизацией процесса. Принципы прогнозирования таких ситуаций далеки от совершенства, поэтому не теряет актуальности проблема раскрытия сущности меж-

эпизоотического периода, а также причин и механизмов выхода из него.

Таким образом, анализ продолжительности (кратности) эпизоотий чумы на небольших участках местности позволил выявить территории, в различной степени поддерживающие эпизоотический процесс среди носителей и переносчиков возбудителя. Картографическая интерпретация результатов анализа, представленная в статье, является удобной основой для эпидемиологического районирования и при планировании эпизоотологического обследования Волго-Уральского песчаного очага чумы. Результаты выполненной нами эпизоотологической дифференциации будут включены в электронный паспорт очага, как в описательную часть, так и в виде специального картографического слоя.

**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. Кузнецов А.А., Кутырев В.В., Матросов А.Н., Топорков В.П. Совершенствование мониторинга за природными очагами чумы на основе анализа эколого-эпизоотологических закономерностей их функционирования. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2004; (2):12–6.
2. Кузнецов А.А., Поршаков А.М., Матросов А.Н., Синцов В.К., Осипов В.П., Санджиев В.Б.-Х. Дифференциация Прикаспийского песчаного очага чумы по кратности эпизоотических проявлений. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2012; (3):15–9.
3. Поршаков А.М., Кузнецов А.А., Матросов А.Н., Булычев В.П., Ларин В.В. Дифференциация Волго-Уральского песчаного очага чумы по кратности эпизоотических проявлений методом круговой экстраполяции. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2013; (4):33–6.
4. Онищенко Г.Г., Кутырев В.В., редакторы. Природные очаги чумы Кавказа, Прикаспия, Средней Азии и Сибири. М.: Медицина; 2004. 192 с.
5. Попова А.Ю., Кутырев В.В., редакторы. Обеспечение эпизоотологического благополучия в природных очагах чумы на территории стран СНГ и Монголии в современных условиях. Ижевск: Принт; 2018. 336 с.
6. Шевченко В.Л., Григорьев И.С., Танитовский В.А., Шевченко Г.В., Гражданов А.К., Невольников П.В., Кусаинов Б.Н., Терехова Л.И., Медзыховский Г.А. Эпизоотия чумы на северной оконечности Волго-Уральского песчаного очага в 1989–1991 годах. *Проблемы особо опасных инфекций*. 1994; (4):90–100.
7. Гражданов А.К. Общий анализ и современное эпизоотическое состояние Волго-Уральского песчаного природного очага чумы. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2002; (1):46–51.
8. Шевченко В.Л., Каймашинов В.М., Андреева Т.К. О механизме сохранения природной очаговости чумы в Волго-Уральских песках. *Зоологический журнал*. 1969; 48(2):270–83.
9. Бурделов А.С., Касенова А.К. Контакты каменки-плясуны и ее специфических блох с возбудителем чумы (обзор). *Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане*. 2001; (4):18–20.
10. Хамзин Т.Х., Хамзин С.Х., Радченко Г.А., Каусов С.Г. Об активизации Волго-Уральского песчаного очага чумы после 20-летнего межэпизоотического периода. *Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане*. 1999; (1):240–1.
11. Хамзин С.Х., Хамзин Т.Х., Радченко Г.А., Балашов А.А., Бимаганов Ж.Г. Особенности эпизоотии чумы в Волго-Уральском песчаном очаге на современном этапе. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2001; (2):140–43.
12. Танитовский В.А., Габбасов А.А., Айтимова А.Г., Канаткалиева Ж.А. Влияние потепления климата на фауну малых песчанок в Волго-Уральском песчаном очаге чумы. *Особо опасные инфекции и биологическая безопасность*. 2021; (1):40–3.
13. Медзыховский Г.А., Парфенов А.В., Паршин Б.М., Гражданов А.К., Андрущенко В.В., Танитовский В.А. К ха-

рактистике эпизоотии чумы 1989–1998 гг. на северо-востоке Волго-Уральских песков. *Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане*. 1999; (1):101–4.

14. Бидашко Ф.Г., Гражданов А.К., Сатыбаев С.М., Парфенов А.В., Берденов М.Ж., Куанышкалиева Н.Н., Паршин Б.М., Кабдешева К.К., Кабдеш Т.Г. О сезонности эпизоотий чумы на севере Волго-Уральского песчаного очага. *Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане*. 2003; (1):31–35.

15. Гражданов А.К., Аязбаев Т.З., Жолшоринов А.Ж., Карагойшиева С.К., Бидашко Ф.Г., Андрищенко А.В. Эпизоотические и эпидемические проявления опасных инфекций на Западе Казахстана в современных условиях. В кн.: Онисченко Г.Г., Кутырев В.В., редакторы. Современные технологии в совершенствовании мер предупреждения и ответных действий на чрезвычайные ситуации в области общественного здравоохранения санитарно-эпидемиологического характера: материалы XI Межгосударственной научно-практической конференции (16–17 октября 2012 г., Саратов). Саратов: Приволжское изд-во; 2012. С. 72–4.

16. Хамзин Т.Х., Майканов Н.С., Сараев Ф.А., Козулина И.Г., Башмаков А.А., Молдагалиева Б.Н., Башмакова А.А. Обзор эпизоотий чумы в южной части Волго-Уральского песчаного очага. В кн.: Материалы юбилейной Международной научно-практической конференции Уральской противочумной станции 1914–2014 годы. Уральск; 2014. С. 260–2.

17. Парфёнов А.В., Парфёнова Е.А. О взаимосвязанности численности блох малых песчанок и эпизоотических проявлений на севере Волго-Уральских песков. *Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане*. 2001; (3):202–5.

## References

1. Kuznetsov A.A., Kutyrev V.V., Matrosov A.N., Toporkov V.P. Improving monitoring of natural plague foci based on the analysis of ecological and epizootiological patterns of their functioning. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2004; (2):12–6.

2. Kuznetsov A.A., Porshakov A.M., Matrosov A.N., Sintsov V.K., Osipov V.P., Sandzhiyev V.B.-Kh. [Differentiation of the Precaspian sandy plague focus by the frequency of epizootic manifestations]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2012; (3):15–9.

3. Porshakov A.M., Kuznetsov A.A., Matrosov A.N., Bulychev V.P., Larin V.V. Volga-Ural sandy plague focus differentiation against epizootic manifestations by means of circular extrapolation. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2013; (4):33–6.

4. Onishchenko G.G., Kutyrev V.V., editors. Natural Plague Foci in the Territory of Caucasus, Caspian Sea Region, Central Asia and Siberia. Moscow: "Medicine"; 2004. 192 p.

5. Popova A.Yu., Kutyrev V.V., editors. Ensuring Epidemiological Well-Being in Natural Plague Foci in the CIS Countries and Mongolia under Modern Conditions. Izhevsk: "Print"; 2018. 336 p.

6. Shevchenko V.L., Grigor'ev I.S., Tanitovskiy V.A., Shevchenko G.V., Grazhdanov A.K., Nevolnikov P.V., Kusainov B.N., Terekhova L.I., Medzykhovskiy G.A. Epizooty of plague at the northern end of the Volga-Ural sandy natural plague focus in 1989–1991. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 1994; (4):90–100.

7. Grazhdanov A.K. General analysis and current epizootic state of the Volga-Ural sandy natural plague focus. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2002; (1):46–51.

8. Shevchenko V.L., Kaimashnikov V.M., Andreeva T.K. On the mechanism of persistence of natural plague foci in the Volga-Ural sands. *Zoologicheskyy Zhurnal [Zoological Journal]*. 1969; 48(2):70–83.

9. Burdelov A.S., Kasenova A.K. Contacts of the Isabelline wheatear and its specific fleas with the plague agent (review). *Karantinnyye i Zoonoznyye Infektsii v Kazakhstane [Quarantine and Zoonotic Infections in Kazakhstan]*. 2001; (4):18–20.

10. Khamzin T.Kh., Khamzin S.Kh., Radchenko G.A., Kausov S.G. On the activation of the Volga-Ural sandy plague focus after a 20-year inter-epizootic period. *Karantinnyye i Zoonoznyye Infektsii v Kazakhstane [Quarantine and Zoonotic Infections in Kazakhstan]*. 1999; (1):240–1.

11. Khamzin S.Kh., Khamzin T.Kh., Radchenko G.A., Balashov A.A., Bimaganov Zh.G. Peculiarities of plague epizooty in the Volga-Ural sandy focus at the present stage. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2001; (2):140–43.

12. Tanitovskiy V.A., Gabbasov A.A., Aitimova A.G., Kanatkalieva Zh.A. The impact of climate warming on the fauna of small gerbils in the Volga-Ural sandy plague focus. *Osobo Opasnyye Infektsii i Biologicheskaya Bezopasnost'. [Especially Dangerous Infections and Biological Safety]*. 2021; (1):40–3.

13. Medzykhovskiy G.A., Parfenov A.V., Parshin B.M., Grazhdanov A.K., Andryushchenko V.V., Tanitovskiy V.A. To the characteristics of the plague epizootic of 1989–1998 in the north-east of the Volga-Ural sands. *Karantinnyye i Zoonoznyye Infektsii v Kazakhstane [Quarantine and Zoonotic Infections in Kazakhstan]*. 1999; (1):101–4.

14. Bidashko F.G., Grazhdanov A.K., Sатыбаев С.М., Parfenov A.V., Berdenov M.Zh., Kuanyshkalieva N.N., Parshin B.M., Kabdesheva K.K., Kabdesh T.G. On the seasonality of plague epizooties in the north of the Volga-Ural sandy focus. *Karantinnyye i Zoonoznyye Infektsii v Kazakhstane [Quarantine and Zoonotic Infections in Kazakhstan]*. 2003; (1):31–35.

15. Grazhdanov A.K., Ayazbaev T.Z., Zholshorinov A.Zh., Karagoishieva S.K., Bidashko F.G., Andryushchenko A.V. Epizootic and epidemic manifestations of dangerous infections in the West of Kazakhstan under modern conditions. In: [Onishchenko G.G., Kutyrev V.V., editors. Advanced Technologies in Improving Measures to Prevent and Respond to Public Health Emergency Situations of Sanitary-Epidemiological Nature: Proceedings of the XI Interstate Scientific and Practical Conference (October 16–17, 2012, Saratov). Saratov: "Privolzhskoe" Publishing House; 2012. P. 72–4.

16. Khamzin T.Kh., Maikanov N.S., Saraev F.A., Kozulina I.G., Bashmakov A.A., Moldagalieva B.N., Bashmakova A.A. Review of plague epizooties in the southern part of the Volga-Ural sandy focus. In: [Proceedings of the Jubilee International Scientific and Practical Conference of the Ural Plague Control Station, 1914–2014]. Ural'sk; 2014. P. 260–2.

17. Parfenov A.V., Parfenova E.A. On the relationship between the number of small gerbil fleas and epizootic manifestations in the north of the Volga-Ural sands. *Karantinnyye i Zoonoznyye Infektsii v Kazakhstane [Quarantine and Zoonotic Infections in Kazakhstan]*. 2001; (3):202–5.

## Authors:

Kuznetsov A.A., Chekashov V.N., Grazhdanov A.K., Matrosov A.N., Magerramov Sh.V., Popov N.V., Karnaukhov I.G., Toporkov V.P., Shcherbakova S.A. Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe". 46, Universitetskaya St., Saratov, 410005, Russian Federation. E-mail: rusrap@microbe.ru.

Kozulina I.G., Nurmagambetova L.B., Saraev F.A. Atyrau Plague Control Station. 1, Kerey Khana St., Atyrau, Republic of Kazakhstan. E-mail: atyrau\_pchs@mail.ru.

Bammatov D.M., Grigor'ev M.P., Trusova T.A. Astrakhan Plague Control Station. 3, Kubanskaya St., Astrakhan, 414000, Russian Federation. E-mail: antichum@astranet.ru.

## Об авторах:

Кузнецов А.А., Чекашов В.Н., Гражданов А.К., Матросов А.Н., Маггеррамов Ш.В., Попов Н.В., Карнаухова И.Г., Топорков В.П., Щербаклова С.А. Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб». Российская Федерация, 410005, Саратов, ул. Университетская, 46. E-mail: rusrap@microbe.ru.

Козулина И.Г., Нурмагамбетова Л.Б., Сараев Ф.А. Атырауская противочумная станция. Республика Казахстан, Атырау, ул. Керей хана, 1. E-mail: atyrau\_pchs@mail.ru.

Бамматов Д.М., Григорьев М.П., Трусова Т.А. Астраханская противочумная станция. Российская Федерация, 414000, Астрахань, ул. Кубанская, 3. E-mail: antichum@astranet.ru.