

А.М.Поршаков<sup>1</sup>, А.А.Кузнецов<sup>1</sup>, А.Н.Матросов<sup>1</sup>, В.П.Булычев<sup>2</sup>, В.В.Ларин<sup>2</sup>**ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО ПЕСЧАНОГО ОЧАГА ЧУМЫ ПО КРАТНОСТИ ЭПИЗООТИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ МЕТОДОМ КРУГОВОЙ ЭКСТРАПОЛЯЦИИ**<sup>1</sup>ФКУЗ «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб», Саратов, Российская Федерация; <sup>2</sup>ФКУЗ «Астраханская противочумная станция», Астрахань, Российская Федерация

Представлены результаты изучения пространственной структуры российской части Волго-Уральского песчаного природного очага чумы. С помощью метода круговой экстраполяции пунктов обнаружения чумного микроба получена карта участка с многолетними эпизоотическими проявлениями за весь период обследования очага с 1926 по 2012 год. Создание карт эпизоотических участков и их совмещение осуществлено в автоматическом режиме штатными инструментами из пакета компьютерного приложения ArcGIS-10. На карте показана дислокация ядер активности очага и зон кратковременной регистрации эпизоотического процесса, определены их количественные характеристики. Картографическая модель дифференциации очаговой территории по кратности эпизоотических проявлений предназначена для обоснованного планирования мероприятий эпидемиологического надзора 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.

A.M.Porshakov<sup>1</sup>, A.A.Kuznetsov<sup>1</sup>, A.N.Matrosov<sup>1</sup>, V.P.Bulychev<sup>2</sup>, V.V.Larin<sup>2</sup>**Volga-Ural Sandy Plague Focus Differentiation against Epizootic Manifestations by Means of Circular Extrapolation**<sup>1</sup>Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation; <sup>2</sup>Astrakhan Plague Control Station, Astrakhan, Russian Federation

Displayed are the results of study of the Volga-Ural sandy plague focus spatial structure. Constructed has been the map of the area with long-lasting persistent epizootic manifestations, monitored throughout the whole period from 1926 to 2012, using method of circular extrapolation of plague microbe detection points. Epizootic area mapping and map adjustment have been carried out automatically with the help of ArcGIS-10 software. The map displays the dislocation of plague focus activity nuclei and zones of short-term epizootic process registration; identified have been their quantitative parameters. Cartographic model of plague-focal territory differentiation against epizootic manifestation index is designed for validated planning of epidemiological surveillance activities and further studies of plague enzootics issues. The data obtained can be used for epidemiological zoning of territories as regards plague.

*Key words:* natural plague focus, epizootic area, epizootiological monitoring.

Общая площадь Волго-Уральского песчаного природного очага чумы составляет 60320 кв. км, в том числе 8700 кв. км в границах российской территории. Динамика эпизоотической активности здесь характеризовалась сменой экстенсивных эпизоотий локальными их проявлениями, перемежающимися более или менее продолжительными межэпизоотическими периодами [3]. Последние находки возбудителя чумы в популяциях малых песчанок регистрировали на территории России в 2005 г.

С целью совершенствования инструментов, используемых для пространственного анализа многолетней эпизоотической активности природных очагов чумы, была проведена детальная дифференциация территории Волго-Уральского песчаного очага методом круговой экстраполяции. В качестве объективного показателя общей активности очага использована продолжительность (кратность) периодов выявления зараженных носителей и переносчиков возбудителя на отдельных участках. Пространственная дифференциация очага была проведена по карте распределения участков с различной продолжительностью эпизоотий чумы. Отработка

технологических деталей и первый опыт применения метода круговой экстраполяции реализованы на примере Прикаспийского песчаного очага чумы [1]. Территория Волго-Уральского песчаного очага ранее не подвергалась столь детальному территориальному анализу эпизоотической активности. В данной работе мы восполняем этот пробел.

**Материалы и методы**

Для анализа использованы данные Астраханской противочумной станции по эпизоотологическому обследованию Волго-Уральских песков в период 1926–2012 гг., на основании которых получено обобщенное изображение участка с многолетними эпизоотическими проявлениями в юго-западной части Волго-Уральского песчаного очага чумы. Итоговая конфигурация участка сформировалась при совмещении карт за отдельные годы, созданных методом круговой экстраполяции [1]. По ряду причин было решено анализировать лишь российскую часть очага, что обусловлено, прежде всего, отсутствием данных о параметрах эпизоотических проявлений

на сопредельной территории Казахстана за последние два десятилетия. Однако для определения объективных очертаний приграничных участков мы учли несколько точек, расположенных за пределами российско-казахстанской границы и выявленных до 70-х годов XX в., которые имеют явную эпизоотологическую связь с точками на российской территории. Фактическая удаленность других мест обнаружения возбудителя чумы в Казахстане (10 и более км), выявленных как в прошлые годы, так и в последнее время, демонстрирует наличие территориального разрыва в дислокации российских и казахстанских эпизоотических участков, учитывая принятый нами радиус эпизоотологической экстраполяции (5 км).

В данном исследовании мы применили некоторые технологические усовершенствования метода. Во-первых, картографический этап работы выполнен с использованием современных цифровых топографических карт масштаба 1:100000, размещенных на главном сервере ФКУЗ РосНИПЧИ «Микроб» и входящих в состав электронных паспортов природных очагов чумы Северного и Северо-Западного Прикаспия. Во-вторых, создание ежегодных карт эпизоотических участков и их совмещение осуществлено в автоматическом режиме штатными инструментами из пакета компьютерного приложения ArcGIS-10. Однако определение окончательной конфигурации фрагментов и кратности эпизоотических проявлений на них проведено оператором вручную.

## Результаты и обсуждение

При анализе общей структуры участка с многолетними эпизоотическими проявлениями (рис. 1) обращает на себя внимание наличие единственного изолированного фрагмента, где эпизоотия чумы регистрировалась только один раз в течение двух лет (1974–1975 гг., ур. Тугайхудук). Его отрыв от основного участка составил около 30 км. Общая структура участка характеризуется такими же особенностями, как и Волго-Кумское междуречье Прикаспийского песчаного очага [1]. Здесь также просматривается наличие концентрических элементов с более плотными центральными частями, что выражено менее ярко в связи с искусственной усеченностью анализируемой территории. Известно, что восточнее и северо-восточнее этого участка (в Казахстане) эпизоотии чумы регистрировались заметно чаще (ур. Карабатыр, Кошалак, Бекетай и др.). На основании предварительной оценки находящиеся там ядра очага характеризуются большей интенсивностью и устойчивостью эпизоотического процесса, поэтому именно их следует считать выполняющими роль истинных мест сохранения возбудителя.

В Астраханской области за весь анализируемый период (87 лет) эпизоотическими были отдельные 25 лет, следовательно, индекс эпизоотичности (ИЭ) этой части очага равен 0,29. На большей части территории возбудитель регистрировался от 1 до 3 разрозненных

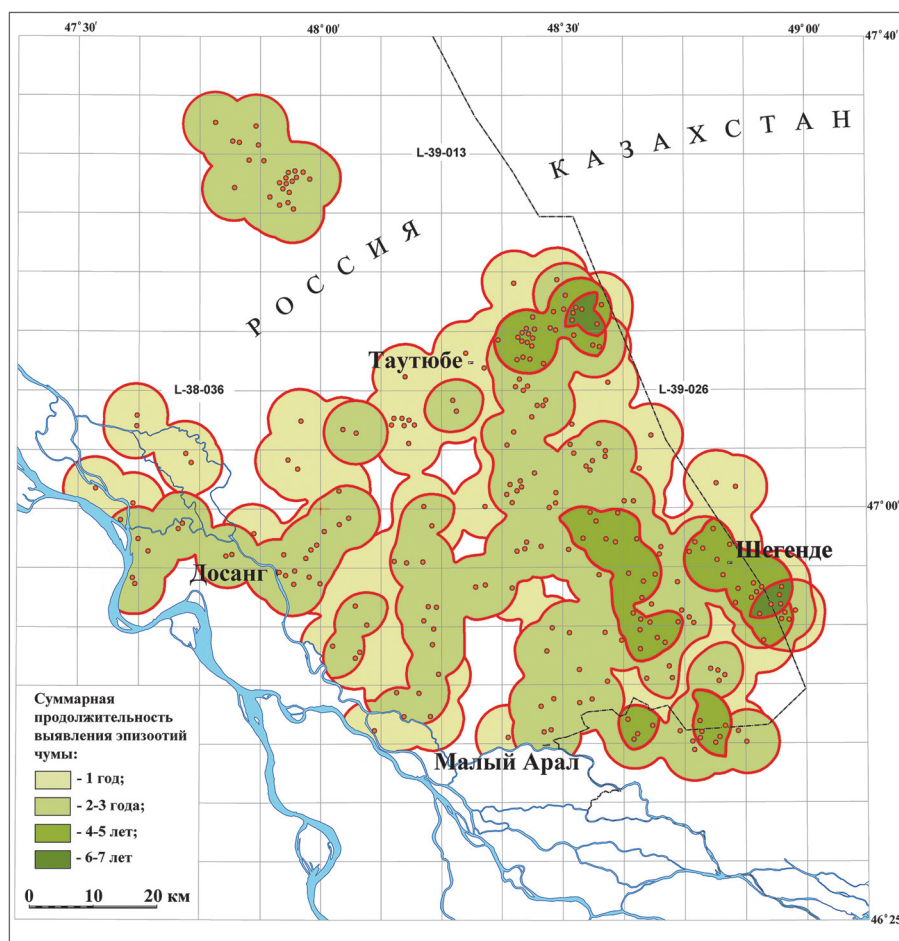


Рис. 1. Участок многолетних эпизоотических проявлений в Волго-Уральском песчаном очаге чумы (16) за 1926–2005 гг. в границах Российской Федерации и его дифференциация по суммарной продолжительности эпизоотий в поселениях носителей и переносчиков возбудителя

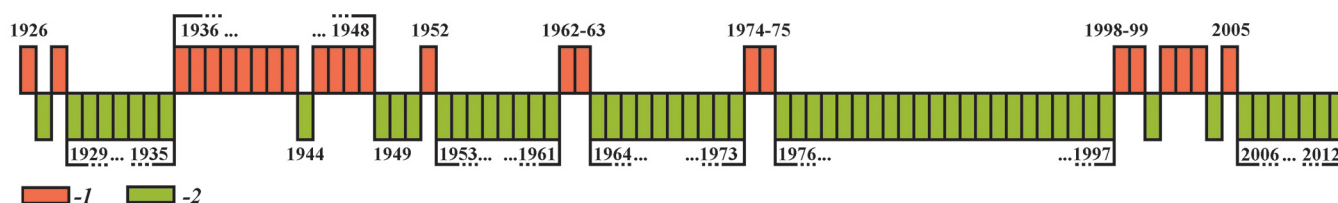


Рис. 2. Хронология выявления возбудителя чумы на юго-западе Волго-Уральского песчаного очага (Астраханская область):

1 – годы регистрации возбудителя чумы, 2 – межэпизоотические годы

или последовательных лет в разные периоды. Более частые (или более продолжительные) проявления (суммарно до 7 лет) отмечались в восточной части Астраханской области вдоль государственной границы в полосе шириной 20–30 км. На запад эпизоотический массив протянулся до Волго-Ахтубинской поймы, выйдя за пределы типичных ландшафтов песчаной пустыни.

Хронологический анализ активности всего Волго-Уральского песчаного очага чумы показывает наличие там чередующихся эпизоотических и межэпизоотических периодов различной длительности. При этом отдельные части очага характеризуются собственными режимами активности. Так, в юго-западной части, которая рассматривается в данном исследовании (рис. 2), был отмечен один продолжительный эпизоотический период с 1936 по 1948 год (13 лет). В более ранний период данные о наличии или отсутствии эпизоотий не могут считаться вполне достоверными, ввиду слабой интенсивности обследования этой части очага в то время.

Позднее эпизоотии чумы здесь обычно не длились более двух лет, а в промежутках между ними наблюдалось несколько продолжительных периодов покоя – от 7 до 22 лет. Зарегистрированные однодневные перерывы, по всей вероятности, таковыми не являлись, поскольку могли возникнуть как результат естественного пропуска зараженных животных при их малом количестве в природе. Кроме того, в других частях очага в эти годы эпизоотии протекали как обычно [2]. Согласно приведенным данным эпизоотическая активность юго-западного участка (ИЭ – 0,29) оказывается заметно ниже активности других частей и очага в целом, индекс эпизоотичности которого достигает 0,75.

Представляет интерес анализ показателей интенсивности проявлений чумы на территории более мелких фрагментов, образовавшихся при дифференциации эпизоотического участка. В качестве косвенного показателя интенсивности эпизоотии мы, как и в случае с Прикаспийским песчаным очагом, применили плотность положительных на чуму проб, которая «накапливается» при многократной регистрации на одной и той же территории. То есть оценка плотности положительных проб является объективной характеристикой как интенсивности, так и устойчивости эпизоотического процесса. Определение этого показателя не требует использования дополнительных параметров и может осуществляться картоме-

трическими способами.

Для вычленения фрагментов мы установили четыре градации длительности проявлений, которые хорошо просматриваются на рис. 1. Все фрагменты, входящие в одну градацию, образовывали условную зону. В пределах каждой такой зоны были подсчитаны все обнаруженные на ней эпизоотические точки и определена ее общая площадь. Результаты подсчета представлены в таблице.

Представленные здесь данные подтверждают визуальное преобладание зоны с 2–3-летними проявлениями чумы. Ее общая площадь (3130 кв. км) и количество мест регистрации возбудителя (145) превышают соответствующие показатели остальных зон, взятых вместе. Интегрированный показатель интенсивности и устойчивости эпизоотического процесса выражен плотностью эпизоотических точек на 100 кв. км (условно один сектор).

В пределах наиболее активных фрагментов участка (ядер), где возбудителя регистрировали 6–7 лет, плотность пунктов с чумой оказалась весьма высокой – в 5 раз выше средней плотности по участку. Однако их площадь составила менее 1 % от площади всего эпизоотического участка. В прогностических целях целесообразно рассматривать в качестве предполагаемых эпизоотических ядер две зоны: с 4–5- и 6–7-летними проявлениями. Их общая площадь составляет около 11 % участка, суммарное число точек с находками чумы – 31 %, средняя плотность положительных проб на 100 кв. км – 12,6.

Дислокация ядер, невзирая на определенную условность их границ, служит мощным наводящим признаком при поиске зараженных чумой животных. Мы считаем, что эффективность такой наводки возрастает в продолжительный межэпизоотический период и становится максимальной к моменту выхода природного очага или какой-либо его части из состояния покоя. Это обстоятельство позволяет рекомендовать активное использование результатов диффе-

Длительность проявлений чумы, год	Общая площадь зоны		Кол-во эпизоотических точек		
	кв. км	%	абс.	%	плотность на 100 кв. км
1	2030	35,1	30	11,8	1,48
2–3	3130	54,1	145	57,1	4,63
4–5	580	10,0	69	27,2	11,9
6–7	48	0,8	10	3,9	20,8
Весь участок	5788	100,0	254	100,0	4,39

ренциации при планировании эпизоотологического мониторинга в межэпизоотический период.

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.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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. *Пробл. особо опасных инф.* 2012; 3(113):15–9.
2. Матросов А.Н., Кузнецов А.А., Попов Н.В., Удовиков А.И., Григорьева Г.В. Эпизоотическая активность и эпизоотологическое районирование природных очагов чумы Российской Федерации. *Карантинные и зоонозные инф. в Казахстане.* Алматы, 2001; 3:178–81.

3. Онищенко Г.Г., Кутырев В.В., редакторы. Природные очаги чумы Кавказа, Прикаспия, Средней Азии и Сибири. М.: Медицина, 2004. 192 с.

#### References

1. Kuznetsov A.A., Porshakov A.M., Matrosov A.N., Sintsov V.K., Osipov V.P., Sandzhiev V.B.-Kh., Sludsky A.A. [Differentiation of the Pre-Caspian sandy plague foci on the basis of the frequency of epizootic manifestations]. *Probl. Osobo Opasn. Infek.* 2012; 3(113):15–9.
2. Matrosov A.N., Kuznetsov A.A., Popov N.V., Udovikov A.I., Grigor'eva G.V. [Epizootic activity and epizootiological zoning of natural plague foci in the Russian Federation]. *Karantin. Zoonoz. Infek. v Kazakhstane.* Almaty, 2001; 3:178–81.
3. Onishchenko G.G., Kuttyrev V.V., editors [Natural Plague Foci of Caucasus, Precaspian Region, Central Asia and Siberia]. M.: Meditsina; 2004. 192 p.

#### Authors:

Porshakov A.M., Kuznetsov A.A., Matrosov A.N. Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe". 46, Universitetskaya St., Saratov, 410005, Russian Federation. E-mail: rusrapi@microbe.ru

Bulychev V.P., Larin V.V. Astrakhan Plague Control Station. 3, Kubanskaya St., Astrakhan, 414000, Russian Federation. E-mail: antichum@astranet.ru

#### Об авторах:

Поршаков А.М., Кузнецов А.А., Матросов А.Н. Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб». Российская Федерация, 410005, Саратов, ул. Университетская, 46. E-mail: rusrapi@microbe.ru

Булычев В.П., Ларин В.В. Астраханская противочумная станция. Российская Федерация, 414000, Астрахань, ул. Кубанская, 3. E-mail: antichum@astranet.ru

Поступила 13.06.13.