

Глава 2. ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЭЛЕМЕНТОВ ОЧАГОВОСТИ В «ZONA PESTICA»

Ареал микроба чумы охватывает Евразию, Африку, Южную и Северную Америку и некоторые острова (Мадагаскар, Ява). В Австралии природных очагов чумы нет.

Наиболее общей географической особенностью распространения чумы является ее приуроченность к определенному широтному поясу земли: в северном полушарии энзоотичная по чуме территория простирается до 48-49⁰ северной широты (в редких случаях до 51⁰), в южном - до 40⁰ южной широты в Южной Америке и до 32⁰ южной широты - в Африке. Ю.М.Ралль (1944) предложил называть область распространения чумы «*Zona pestica*» («Зоной чумы»). Позднее Б.К.Фенюк (1958) предложил близкий по смыслу термин - «Зона природной или дикой очаговости чумы».

По представлениям В.В.Кучерука (1959) следует принять следующую общую схему расчленения очаговой территории и систему соподчинения отдельных категорий внутри нее.

Область распространения природных очагов (ареал возбудителя) – все пространство земли, занятое природными очагами данного заболевания.

Группа очаговых регионов.

Очаговый регион.

Группа очагов.

Отдельный, или автономный, очаг – участок земной поверхности, занятый популяцией возбудителя со всеми поддерживающими ее популяциями позвоночных хозяев и членистоногих переносчиков, где циркуляция возбудителя может осуществляться неопределенно долгий срок и для которого характерна одновременность или непрерывность протекания эпизоотий во времени и пространстве. От других природных очагов, относящихся к тому же провинциальному варианту, автономный очаг должен быть изолирован экологическими или географическими преградами, затрудняющими или полностью исключаящими повседневный обмен между ними возбудителей инфекции.

Автономный очаг является наименьшей единицей, в пределах которой циркуляция возбудителя может осуществляться без притока извне неопределенно долгий срок.

Позже В.В.Кучерук (1972) упростил формулировку. Отдельным природным очагом следует называть наименьший по размерам участок земной поверхности, в пределах которого в современных условиях циркуляция возбудителя осуществляется без заноса извне неопределенно долгий срок (десятки следующих друг за другом циклов подъема и спада эпизоотий).

В Методических указаниях... (1981) дано следующее определение: природный (автономный) очаг – географически или экологически ограниченный участок поверхности земли, в пределах которого в современных условиях циркуляция возбудителя осуществляется без заноса извне неопределенно долгое время (десятки следующих друг за другом эпизоотических циклов). Каждому природному очагу свойственна исторически сложившаяся паразитарная система из основных носителей, переносчиков и возбудителя, обладающего определенными свойствами.

Географические (физические) границы между очагами, это – любые пространства, где невозможно обитание сочленов паразитарной системы (например, реки).

Пример экологических границ, это – сопряженное существование двух автономных очагов в Волго-Уральском междуречье, степного и песчаного. Самостоятельность этих двух очагов определяет их разная биоценотическая структура. С одной стороны, основные носители – зимоспящие суслики со своими специфическими блохами, с другой – не зимоспящие песчанки также с набором «собственных» блох. Видимых физических границ между этими очагами нет.

Начальной единицей районирования служит отдельный очаг. Группу очагов выделяют в том случае, когда на определенной территории расположено несколько типологически сходных отдельных природных очагов, объединяемых общностью современных условий существования (например, Среднеазиатские пустынный и Тянь-Шаньский высокогорный очаги).

Очаговый регион складывается либо из нескольких родственных групп очагов одного типа, либо представляет собой территорию, где наблюдается определенное, закономерно повторяющееся в пространстве сочетание очагов разного типа.

Ограниченность распространения чумы связывали с особенностями климата, однако, как обоснованно посчитали А.С.Бурделов и соавт. (2001а), такое объяснение вряд ли может быть признано достаточным. Во-первых, в пределах упомянутых широт конкретные очаги чумы существуют в условиях самого различного климата, прежде всего по температурному режиму: от крайне жарких аридных районов до участков с отрицательными среднегодовыми температурами и даже многолетней мерзлотой – Забайкальский очаг. Во-вторых, ареал основных носителей и участки с высокой их численностью нередко выходят далеко за пределы зоны очаговости – например сурков, сусликов, полевок, пищух. Отсюда вывод, что тонкости причинной связи очагов чумы с широтой местности недостаточно выяснены и этот вопрос требует дополнительных исследований.

Вторая важная географическая особенность «зоны пестика» - ее связь с горными странами. Не вся территория вышеуказанных широтных поясов энзоотична по чуме. Ареал этой инфекции приурочен к определенным типам рельефа: горам, предгорным равнинам, межгорным впадинам. Это хорошо прослеживается на примере территории СНГ: Центрально-Кавказский, Закавказский высокогорный, Закавказский равнинно-предгорный, Дагестанский высокогорный, Дагестанский равнинно-предгорный, Терско-Сунженский низкогорный, Приараксинский очаги расположены в горной системе Кавказа, а Аксайский, Верхненарынский, Сараджазский, Алайский, Гиссарский, Таласский – в горной системе Тянь-Шаня. Зона пустынь и полупустынь Арало-Каспийской и Балхаш-Алакольской впадин, в которых расположена группа Среднеазиатских пустынных очагов, а также Северо-Западный Прикаспийский, Волго-Уральские песчаный и степной, Зауральский степной очаги должны рассматриваться как нижний вертикальный пояс гор; Тувинский, Алтайский, Забайкальский очаги занимают среднегорья.

В Северной Америке эндемичные районы тяготеют к горному хребту Кордильеры и предгорной равнине, в Южной Америке – концентрируются в Андах и на прилегающих территориях. На Африканском континенте наиболее стойкие очаги расположены в южной части материка с мощными горными узлами. То же отмечается и в Азии.

Однако и в горных странах не все ландшафты пригодны для существования чумы. Энзоотичная территория никогда не бывает связана с зоной лесов. Природные очаги связаны с открытыми ландшафтами: различными вариантами лугов, степей, полупустынь и пустынь, с саванными различных типов, в том числе вторичными (на месте уничтожения лесов), а также прериями.

По мнению А.С.Бурделова и соавт. (2001а), энзоотичные по чуме территории связаны с районами наибольшей солнечной инсоляции, достигающей максимума в горных странах, особенно в их открытых ландшафтах.

На всей огромной территории *Zona pestica*, составляющей около трех четвертей сухопутной поверхности земли, имеются свободные от чумы массивы (например, тропические леса Африки и Южной Америки, ледники горных систем, а также местности, глубоко измененные деятельностью человека, так называемые антропогенные ландшафты). Более того, даже на части территорий, заселенных грызунами, чума отсутствует.

Таким образом, граница зоны природной очаговости определяется по крайним точкам проявления чумного эпизоотического процесса в той или иной местности. Внутри этой зоны наблюдается мозаичность пространственного размещения чумы.

Очаги чумы сформировались на вполне конкретных ландшафтах, которые поддаются оценке и описанию. Это преимущественно равнинные пустыни, полупустыни и степи, а в горах открытые участки степного, субальпийского и альпийского поясов. Следовательно, энзоотия чумы существует в определенных географических условиях определяющих границы очага. Если бы этих границ не было, то отсутствовало бы и понятие очаговости. Это означает, что зона природной чумы включает в себя целый ряд четко ограниченных природных очагов.

Б.К.Фенюк (1958) предложил следующее деление ареала возбудителя чумы.

Зона природной очаговости чумы.

Автономная область очаговости (автономный очаг).

Участок очаговости (мезоочаг).

Элементарный очаг.

Н.П.Миронов (1968) добавил к этой схеме под четвертым пунктом «микроочаг», а затем уже под пятым - «элементарный очаг». По мнению этого специалиста, деление автономных очагов на структурные единицы – мезоочаг, микроочаг, элементарный очаг, следует рассматривать в динамике. Места, в которых даже неоднократно протекали интенсивные эпизоотии, не всегда служат участками стойкой очаговости инфекции и поэтому данный признак не может быть решающим при изучении структуры нозоареалов природно-очаговых болезней, тем более, что зона природной очаговости представляет собою закономерное чередование участков стойкой энзоотии (мезоочаги, микроочаги) и участков выноса инфекции, которые освобождаются от нее после спада эпизоотической волны. Таким образом, о наличии участков стойкой очаговости можно утвердительно судить лишь в межэпизоотический период.

В межэпизоотический период характерна наивысшая степень стабильности мест локализации возбудителя, закономерный процесс их постепенного затухания, отсутствие явлений «выплеска» инфекции за пределы микроочагов, предельно замедленная циркуляция или полное ее прекращение.

Говоря о структуре ареала возбудителя болезни, необходимо иметь в виду в первую очередь топографию микроочагов. В период же течения эпизоотии есть основание говорить не о структуре зоны природной очаговости, а о структуре эпизоотий, их «кружеве», поскольку они охватывают как собственную очаговую территорию, так и неэнзоотичные участки выноса инфекции (Миронов,1968).

Автономный очаг - конкретная область (территория) в пределах зоны природной очаговости, относительно или полностью разобщенная от других автономных очагов экологическими или географическими преградами для носителей и переносчиков; каж-

дой автономной области может быть дано собственное имя. По мнению А.С.Бурделова (1965) автономные очаги чаще всего приурочены к независимым популяциям грызунов – основных носителей – и блох – основных переносчиков микроба.

Мезоочаг (участок очаговости) - относительно небольшой участок автономной области очаговости (например, на полуострове Бузачи четыре участка очаговости занимают площадь от 500 до 1600 кв. км – Трофимов и др., 1979), территориально сильно, иногда очень сильно ограниченный, но характеризующийся четкими биотопическими и биоценотическими особенностями в сравнении с окружающими местами; территории мезоочагов являются благоприятными местообитаниями носителей или переносчиков, характеризующимися постоянным притоком последних в эти местообитания; это создает в свою очередь, условия для длительного сохранения здесь «элементарных очагов».

Элементарный очаг (по Е.Н. Павловскому, 1946) - место непосредственного пребывания в природном очаге зараженных носителей или переносчиков (нора, пещера с зараженными клещами и т.п.).

Представления о «микроочаговом» механизме существования *Y. pestis* в природе впервые были изложены в известной публикации И.Г.Июффа и соавт. (1951). Они дали описание микроочагов, указав на их малые размеры (группы нор на площади в несколько гектаров) и вероятность многолетнего существования.

Некоторые специалисты стали использовать термины «элементарный очаг» и «микроочаг» как синонимы.

Более широко трактуют термин «элементарный очаг» (фактически это уже синоним «микроочага») Н.П.Наумов и соавт. (1959), Н.П.Наумов и В.С.Лобачев (1964).

По мнению этих специалистов, элементарные очаги (на примере Приаралья) представляют собой отдельные участки поселений основного хранителя чумного микроба – большой песчанки. Длительное сохранение возбудителя чумы в элементарных очагах объясняется тем, что в любые годы в них наиболее надежно обеспечивается непрерывность его контакта с восприимчивыми грызунами через переносчиков. Это требует, по крайней мере, пяти основных условий.

Первым и важнейшим условием служит минимальный, но отличающийся в разных условиях уровень численности больших песчанок. Это объясняет привязанность элементарных очагов к крупным поселениям этих грызунов. Вторым условием является хотя бы относительная устойчивость численности песчанок, имеющаяся только в их неравномерных поселениях. Третьим условием могут быть названы направленные передвижения зверьков, так как на «кочевых» путях в неравномерных поселениях устой-

чивая заселенность семейных нор (колоний) песчанок может быть надежно обеспечена вселением в освобождающиеся норы все новых мигрантов. Такие «кочевые» пути наиболее отчетливы в ленточных и островных поселениях. Использование нор песчанок восприимчивыми к чуме грызунами-сожителями увеличивает шансы воспроизведения возбудителя и служит четвертым условием поддержания необходимой частоты контакта (полигостальность элементарных очагов). Наконец, пятое условие – это обилие и устойчивость численности блох в норах больших песчанок (численность блох весьма отличается в разных типах поселений больших песчанок).

В.С.Лобачев (1964) так описывает «элементарный очаг» чумы. Последний представляет собой определенный комплекс (сочетание) биотопов, причем в каждом из них свой сезонный тип динамики численности и подвижности грызунов. Наиболее характерными являются перемещения песчанок внутри элементарного очага, в которые вовлекаются до 70% популяции. Эти передвижения обуславливают длительное сохранение чумного микроба и его циркуляцию при наличии большого числа иммунных особей. В Приаральских Каракумах элементарные очаги занимают небольшую часть каждого поселения большой песчанки и населены одной или несколькими элементарными популяциями.

Ю.М.Ралль (1960а) вполне справедливо выступил с критикой такой трактовки термина «элементарный очаг», предложив оставить за ним первоначальный смысл в трактовке Е.Н. Павловского (1946). Как считал Ю.М.Ралль, элементарный очаг – составная часть любого микроочага. Это и есть та минимальная «эпизоотическая точка», в которой еще возможно сохранение возбудителя чумы. Обычно это – глубокая долговременная нора или отдельный агрегат нор, связанный с сусликовым курганчиком, сурчиным бутаном, локальной колонией больших песчанок.

Наименьшая структурная единица эпизоотии чумы, способная к автономному существованию, по мнению И.С.Солдаткина (1968), оказывается не зараженная песчанка или блоха, а группа зараженных песчанок и блох, обитающих в нескольких колониях и образующих «очажок чумных колоний», размеры которого и структура меняются по сезонам. Только ранней весной и в конце лета очажок может сводиться к наличию единственной инфицированной песчанки или блохи.

Очажок чумных колоний может достаточно надежно сохраняться довольно долго, во всяком случае, не меньше, чем несколько сезонов подряд. В годы, благоприятные для развития эпизоотии, когда за весну или осень проходит 2-3 пассажа чумы сверх обычного числа, количество чумных очажков увеличивается.

Понятие «микроочаг» С.Н.Варшавский (1965) связывает с поселениями грызунов. Под микроочагом надо понимать поселения большой песчанки, в которых имеется комплекс условий, благоприятный для переживания микроба чумы в пессимальные для паразитарной системы периоды и, таким образом, обеспечивающих длительное или постоянное сохранение его в микропопуляции носителя. Так как поселения грызунов являются элементом ландшафта, то и величина поселений различна в несходной ландшафтно-экологической обстановке. Поэтому и размеры микроочагов неодинаковы в разных ландшафтах, т.е. величина микроочага сохранения возбудителя служит функцией ландшафтных условий.

Любой природный очаг чумы состоит из каких-то топографических участков, неравноценных для одновременного поддержания эпизоотического процесса. В одних последний существует, а в других уже затух, но может сравнительно быстро возобновиться. Для обозначения этих участков, до некоторой степени автономных, поскольку у них есть хотя бы временные границы, и был предложен термин микроочаг, который можно рассматривать чисто топографически, не задаваясь вопросом о долговременности проявлений чумы. С этой точки зрения, всякий участок, размеры которого во много раз меньше всего географического очага, и где какое-то время поддерживается эпизоотический процесс, можно назвать микроочагом. Так, например, если площадь Закавказского равнинно-предгорного очага составляет около 50 тыс. кв. км, а площадь низогорного хребта Боздаг – около 400 кв. км, то микроочагом можно назвать и Боздаг или другие аналогичные участки. Поскольку такая трактовка микроочаговости отличается от определений, предложенных некоторыми другими специалистами, Б.К.Фенюк предложил термин «мезоочаг», являющийся, таким образом, синонимом «микроочага» в описанной выше трактовке. К мезоочагам, помимо Боздага, можно отнести, например, равнину Джейранчель в Азербайджане, Южное Прибалхашье или Мангышлак (Ралль, 1960а).

По Ю.М.Раллю (1965) микроочаг - один из мелких участков общего географического (автономного) очага, на территории которого временно задерживается эпизоотический процесс в конкретных элементарных очагах. Микроочаг есть система элементарных очагов, объединенных однотипными условиями микроландшафта, совокупностью поселения грызунов и блох, использующих долговременные норы и связанных на какой-то срок непрерывным контактом.

Существование микроочагов в Среднеазиатском пустынном очаге связывают с наличием пресных подземных вод и неглубоким их залеганием (Сержанов, 1981). Аналогично в равнинных очагах Кавказа микроочаги в большинстве случаев приурочены к

местам повышенного локального увлажнения и количества органики (Гниловская, 1991).

Микроочаговая форма существования чумы признается многими специалистами. Однако излагаемые в научной литературе представления о микроочагах весьма противоречивы. Размеры микроочагов определяются разными авторами от нескольких до сотен тысяч гектаров. Дислокация их связывается то с оптимальными, то с пессимальными местами обитания носителей и переносчиков. Имеются указания о благоприятствовании для чумы наиболее засушливых участков, или периодов, в других же случаях – сравнительно увлажненных.

Как отмечал В.В.Кучерук (1972), все термины, касающиеся морфологических частей отдельного природного очага, по сути, отражают одно явление: благоприятные условия для циркуляции и связанное с этим более постоянное сохранение возбудителя на их территории. Подчеркиваемое многими авторами различие в размерах участков относительно стойкого сохранения инфекции (мезоочаг, микроочаг, элементарный очаг) не убедительно. **Конкретная величина и очертания таких участков в большинстве случаев определяется не особенностями территории, а фазой эпизоотического цикла, на которую пришлось соответствующее исследование.**

2.1. Пространственная структура природного очага чумы

Под пространственной структурой природного очага чумы понимают наличие на территории последнего участков различной эпизоотической значимости и их закономерное сочетание (Кучерук, 1982).

В пределах очага выделяют (Кучерук, 1959) следующие основные структурные единицы:

а) участки очаговости или мезоочаги – небольшие участки автономного очага, территории которых характеризуются биотопическими и биоценотическими особенностями, благоприятными для существования носителей, переносчиков или возбудителя, что создает здесь условия для длительного сохранения инфекции, в том числе и в не-эпизоотические периоды. Однако площадь мезоочага недостаточна для поддержания циркуляции возбудителя неопределенно долгий срок. На территории автономного очага обычно располагается ряд мезоочагов. В межэпизоотический период отдельные мезоочаги, а иногда и большая часть их постепенно освобождаются от возбудителя. В различные периоды продолжительность и сроки циркуляции возбудителя в отдельных мезоочагах могут сильно различаться. В разные отрезки времени инфекция может сохраняться то в одном, то в другом мезоочаге. После пика эпизоотической волны возбудитель, как правило, вновь занимает территорию большинства или всех мезоочагов;

б) участки выноса инфекции – большая часть автономного очага, куда возбудитель проникает лишь на короткий срок, в наиболее благоприятные для него годы развития массовых эпизоотий. Участки выноса инфекции служат каналами, по которым возбудитель вновь заселяет те мезоочаги, в которых он погиб за межэпизоотическое время.

в) участки постоянно свободные от возбудителя – это «пятна», лежащие внутри территории, занятой природным очагом, образованные биотопами, непригодными для обитания одного или всех членов паразитарной системы (Кучерук,1972, 1982).

Существуют и другие варианты деления очага.

Ядра очага (участки стойкой очаговости - Петров,1968; участки стойкого сохранения возбудителя - Ротшильд,1978; участки относительно устойчивого сохранения инфекции - Кучерук,1972; места постоянной энзоотии - Акиев и др.,1965). Ядра очага - сравнительно небольшие участки территории очага (приблизительно одна треть), наиболее благоприятные для существования паразитарной системы, благодаря чему возбудитель чумы в их пределах выявляется чаще и регулярнее, чем на остальной площади очага. Как правило, в пределах очага располагается несколько ядер.

Участки стойкой очаговости в Среднеазиатском пустынном очаге (по В.С.Петрову,1968) характеризуются выраженной неоднородностью условий существования основных носителей – расчлененностью рельефа, разнообразием почвогрунтов, растительного покрова, чередованием оптимальных и пессимальных местообитаний. Благодаря этому типы местообитаний больших песчанок разнообразны, их поселения мозаичны. Средний уровень численности основного носителя в пределах участков стойкой очаговости испытывает относительно небольшие изменения. Мозаика почвогрунтов и рельефа обуславливает разнообразие типов нор больших песчанок (глубина, сложность строения и т.п.), что определяет общую стабильность численности блох. Наконец, по тем же причинам на территории участков стойкой очаговости имеет место постоянно высокий уровень подвижности грызунов, благодаря чему в широких масштабах осуществляются внутрипопуляционные связи. В результате на участке стойкой очаговости в целом эпизоотический процесс поддерживается непрерывно, лишь с относительно небольшими колебаниями его интенсивности, что подтверждают прямые наблюдения (Приаральские Каракумы, Приэмбенская равнина).

Зона выноса (участки с периодическим проявлением чумы) - часть (части) природного очага, на которую возбудитель проникает периодически из мест постоянного сохранения. Условия для длительной циркуляции возбудителя в зоне выноса отсутствуют (Фенюк,1958; Ралль,1965; Ротшильд,1978).

Участки постоянно свободные от возбудителя – лежат внутри территории, занятой природным очагом, образованы биотопами, непригодными для обитания одного или всех членов паразитарной системы (Кучерук, 1972, 1982).

Е.В.Ротшильд (1978) предложил при классификации структурных частей очага чумы учитывать два основных признака: длительность проявлений чумы и размеры участков с проявлениями инфекции.

По длительности существования эти единицы можно разделить на **временные и устойчивые**.

Элементы временной структуры представляют собой составные части участков эпизоотий, развивающихся в том или ином месте на протяжении нескольких недель или месяцев.

Устойчивая структура - это многолетние проявления эпизоотической активности на определенных участках территории (ядра - устойчивая структура; участки с периодическим проявлением, или зона выноса - временная структура).

По размеру составные части очагов удается разделить, по крайней мере, на три ранга: **элементы мелкой, средней и крупной** структуры.

Мелкая структура эпизоотий выражается в неравномерном распределении на местности зараженных зверьков и блох, которые обычно концентрируются в группах соседних нор. Такие скопления, изученные в поселениях больших песчанок, назвали очажками чумных нор (Шарапкова и др., 1958). Очажки включали обычно не больше десяти, реже - до двух десятков нор с чумными грызунами и блохами, которые располагались на протяжении нескольких сотен метров.

Элементы среднего ранга измеряются в поперечнике несколькими километрами (для большой песчанки). На этом протяжении разрывы в размещении зараженных животных не превышают немногих сотен метров, то есть обычных расстояний между элементами мелкой структуры. Элементы среднего ранга (или, как их называл Б.К.Фенюк, «эпизоотийные пятна») по существу представляют собой в типичных случаях скопления очажков и редких, единично расположенных чумных нор.

Крупная структура включает элементы, измеряемые десятками километров. При редком расположении проб на таких участках создается впечатление о сплошном распределении чумы (более менее равномерном). В тех случаях, когда размещение эпизоотий изучали подробно, внутри крупных эпизоотийных участков всегда выявляли более мелкие пятна, удаленные на несколько километров одно от другого.

Ю.З.Ривкус и соавт. (1991) описывают еще и **мегаструктуру** Среднеазиатской группы равнинных природных очагов чумы. Расположение очагов между 49⁰ и 35⁰ с.ш.

в подзонах северных и южных пустынь создает неоднородность условий циркуляции возбудителя и усложняет пространственную структуру очаговой территории в целом, которая может быть возведена в ранг мегаструктуры. Ареал возбудителя чумы оценивался по выделению культур в первичных районах (квадратах 20x20 км). Площадь ареала чумного микроба составила около 95 тыс. га, или $64,6 \pm 3,3\%$ площади, занятой поселениями основного носителя – большой песчанкой.

Повторяемость чумы в конкретных местностях характеризуют индексы эпизоотичности – отношение числа лет с эпизоотиями к общему числу лет наблюдений на участке. Градации индексов эпизоотичности от 0 до 1. Мегаструктуру оценивали по четырем градациям: отсутствие эпизоотий, редкое проявление (индексы 0,1 и ниже), периодическое возникновение (индексы 0,2-0,3) и регулярное течение (индексы 0,4 и выше).

Одна из особенностей Среднеазиатской группы равнинных очагов – широтные отличия в частоте и экстенсивности проявления чумных эпизоотий. Так, среди первичных районов между 49° и 44° с.ш. чума регистрируется на территории 75,9% из них. При этом в 28,9% случаев индексы эпизоотичности достигают 0,4 и выше, в 36,2% они в пределах от 0,2 до 0,3, а 34,8% не превышают 0,1, т.е. соотношение их примерно одинаково.

Несколько меньше энзоотичных районов (63,8%) между 44° и 40° с.ш. Регулярное течение эпизоотий отмечается лишь в 4,9% из них. Периодически эпизоотии возникают в 35,7% регионов, редко проявляются в 59,3% из них.

Наиболее скудна эпизоотическими событиями территория между 40° и 35° с.ш. (до южной границы ареала большой песчанки). Энзоотия отмечена лишь в 41,3% первичных районов, причем с индексами 0,4 их только 0,5%, а с индексами 0,2-0,3 – 1,7%. В подавляющем большинстве энзоотичных районов (97,8%) чума проявляется редко.

2.2. Популяционный подход к определению границ автономных очагов чумы

Понятие простой или сложной паразитарной системы, как и самое понятие паразитарной системы вообще, относится не к виду в целом, а всегда к популяции (Беклемишев, 1956).

По мнению А.С.Бурделова (1965), структура видového населения основного носителя - один из ключей к пониманию пространственного строения очага чумы. В.В.Кучерук и Ю.А.Дубровский (1984), обсуждая моногостальные природно-очаговые инфекции, предложили принять в качестве рабочей гипотезы, что «отдельный природ-

ный очаг территориально и функционально совпадает с популяцией основного носителя» (стр.223).

Обоснованность необходимости изучения пространственной структуры очагов чумы на популяционной основе подтверждается данными ряда специалистов.

По Д.И.Бибикову (1965) автономные очаги чумы в сыртовой части Центрального Тянь-Шаня приурочены к группам географических популяций серого сурка (*Marmota baibacina*).

А.С.Бурделов и соавт. (1965) оценили особенности эпизоотий в независимых популяциях большой песчанки на территории Южного Прибалхашья. Население грызунов этого региона расчленено на части реками. Такие части населения грызунов эти специалисты рассматривают как независимые популяции. Благодаря рекам в Южном Прибалхашье существуют четыре группы независимых популяций большой песчанки.

В популяции большой песчанки Или-Каратальского междуречья эпизоотии чумы выявляли в 1948-1951 гг., а затем в 1958-1964 гг. В соседней популяции (Каратало-Аксуйское междуречье) за этот же период проявления чумного эпизоотического процесса не установлены. В Таукумской популяции возбудитель чумы выделен лишь в 1964 г., после 17 лет безуспешных поисков.

За наблюдаемый отрезок времени отмечены асинхронные колебания численности большой песчанки в разных популяциях.

Об асинхронности проявлений чумного эпизоотического процесса в разных популяциях большой песчанки на полуострове Мангышлак красноречиво говорят данные С.Н.Марина и соавт. (1972). Так, на большей части Мангышлакского пустынного очага (свыше 1,5 млн. га) к 1967 году эпизоотии чумы прекратились и наступил очередной межэпизоотический период. В те же годы (1967-1970) на сравнительно небольшой по площади части Горного Мангышлака (около 40 тыс. га) в предгорных долинах западной оконечности хребта Каратау и прилежащих долинах Северного Актау эпизоотии протекали, практически не прекращаясь ежегодно и временами с очень высокой интенсивностью (до 5-17% зараженных песчанок в пробе).

В.С.Ткаченко (1982) на территории Юго-Западного Азербайджана вычленил 2 популяции краснохвостой, 12 популяций малоазийской и 13 популяций персидской песчанок. Популяции отличаются между собой по среднегодовым значениям плотности населения зверьков, проценту заселенности территории и индексами обилия основных видов блох. Используя названные характеристики популяций, В.С.Ткаченко выделил три их группы, различающиеся по вероятности возникновения эпизоотий чумы. В популяциях первой группы (с максимальными показателями) наиболее высока

вероятность развития эпизоотий. В популяциях третьей группы вероятность развития эпизоотий практически равна нулю.

В западной части Волго-Уральских песков, по данным А.Н.Матросова и соавт. (1996) обособляются, по крайней мере, четыре устойчивые группировки полуденных песчанок, изолированные друг от друга лишь расстоянием. Эти участки представляют собой экологические центры популяций. Несмотря на отсутствие естественных преград, расстояния между этими центрами, оцениваемые десятками километров, существенно сказываются как фактор, усиливающий генотипические различия пространственных группировок животных. Такая особенность пространственной структуры ареала полуденных песчанок определяет различия в основных характеристиках их популяции (морфо-физиологические признаки, динамика численности, интенсивность размножения и смертность, чувствительность к возбудителям инфекций и т.д.).

Энзоотичную по чуме территорию Гиссарского хребта населяет одна популяция арчовой полевки, поселения которой занимают площадь 3,2 тысячи га (Слудский и др., 2003).

В Юго-Западной Туве выделяют 8 популяций длиннохвостого суслика, между которыми существуют незаселенные зверьками пространства от 1-2 до 10-12 км в поперечнике. Видимого обмена особями между популяциями не отмечено. Пространственная структура Тувинского природного очага чумы в настоящее время полностью определяется характером территориального распределения основного носителя - длиннохвостого суслика и его массовых видов блох. Из восьми выделяемых в пределах Юго-Западной Тувы популяций длиннохвостого суслика, присутствие возбудителя чумы обнаружено в шести. Исходя из полной самостоятельности популяций зверька, территории с наличием возбудителя в границах отдельной популяции суслика относятся к самостоятельным участкам очаговости - мезоочагам (Вержуцкий, 2005).

Чувствительность к возбудителю чумы длиннохвостых сусликов из разных популяций в Туве отличается заметно: на не энзоотичной по чуме территории она была значительно выше (Логачев, Попков, 1992).

В процессе изучения популяционной структуры населения монгольской пищухи и ее экологических особенностей (Чипанин, 2012), автор пришел к заключению о наличии в Горно-Алтайском природном очаге чумы нескольких самостоятельных участков очаговости, которые территориально и функционально связаны с популяциями основного носителя: Уландрыкский – зараженных животных и блох обнаруживают в течение 50 лет на площади 93,4 кв. км; Тархатинский – энзоотическая площадь 91,1 кв.

км, культуры чумы выделяют здесь с 1972 г.; Курайский – с 1999 г. (площадь эпизоотий до 35,0 кв. км) регулярно изолируется чумной микроб.

Анализ эпизоотического состояния очагов без привлечения данных о популяционной структуре носителей может привести к теоретическим ошибкам принципиального характера. Так, как считал П.Ф.Емельянов (1988), главной особенностью эпизоотического процесса в популяциях горного суслика является его непрерывность, т.е. отсутствие межэпизоотических периодов, за исключением зимнего сезона, когда суслик находится в спячке. Здесь следует обратить внимание на то, что по данным А.И.Дятлова и соавт. (1980), Г.В.Труфанова, П.Д.Голубева (1982) в Приэльбрусье обитают несколько популяций этого вида. И не случайно штаммы чумного микроба, выделенные в западных районах Центрально-Кавказского природного очага, в отличие от штаммов из восточных районов, зависят от пролина. Причем зависимость от пролина - стабильный признак возбудителя чумы из большей, западной части очага Центрального Кавказа. Своеобразие штаммов из западных районов очага (ауксатрофность по пролину, неоднородность по вирулентности) и приуроченность к западным популяциям горного суслика дали основание выделить их в особую форму (Розанова и др., 1987а). Штаммы из западной части очага обладают криптой плазмидой массой 4 МД, «восточные» штаммы лишены последней, т.е. отличия штаммов закреплены на генотипическом уровне. Генотипирование штаммов чумного микроба по варибельному числу tandemных повторов (VNTR) показало, что результаты VNTR-скрининга коррелируют с данными изучения популяционной структуры поселений горного суслика (см. ниже), на основании которых ареал зверьков делится на две части (западную и восточную) по особенностям генофонда обитающих на территории природного очага популяций (Брюханов и др., 2001).

По данным М.П.Григорьева (1998) в Центрально-Кавказском очаге чумы распространение биохимических фенотипов по ареалу горных сусликов выявляет четкое деление популяций на две группы и анализ генетических дистанций подтверждает этот факт. Четко выделяются две группы популяций – западная и восточная, разделенные рекой Малка. Только в восточной части встречаются блохи *Neopsylla setosa* и *Stenophthalmus orientalis*.

Средний уровень инфекционной чувствительности к чуме трех популяций горного суслика из Приэльбрусья достоверно отличался между собой (Дятлов и др., 1983а).

Ю.Г.Сучков и соавт. (1982) провели районирование Центрально-Кавказского природного очага на основании некоторых особенностей выделенных здесь штаммов. Было

изучено 337 штаммов чумного микроба, выделенных в 1973-1981 гг. от горных сусликов и их блох *Citellophilus tesquorum*, *Neopsylla setosa*, *Frontopsylla semura*, *Stenophthalmus golovi* и *St. orientalis*.

В западных районах очага (Верхне-Кубанский и Кубано-Малкинский) циркулируют исключительно пролинзависимые штаммы чумного микроба (207 из 208), а в восточном районе (Баксано-Черекский) – только пролиннезависимые штаммы (47). В поселениях сусликов Малко-Баксанского района, занимающего промежуточное положение, циркулируют и те и другие (22 и 60 соответственно).

В восточном (Баксано-Черекском) районе очага обитает особый подвид горного суслика (*nation Saturatus Ognev, 1947*), хорошо отличающийся от номинативной формы этого вида, распространенной в трех других районах. Существенно отлична для Баксано-Черекского района и группировка блох – паразитов суслика. Здесь обычны блохи малого суслика *N. setosa* и *St. orientalis*, отсутствующие в западных районах очага в местах обитания номинативной формы горного суслика.

В Баксано-Черекском районе циркулируют штаммы возбудителя чумы, имеющие генетические отличия от штаммов, циркулирующих в Малко-Баксанском, Кубано-Малкинском и Верхне-Кубанском районах.

В трех западных районах Центрально-Кавказского очага сложилась своя, несколько редуцированная чумная паразитарная система с единственным основным переносчиком *C. tesquorum* и более консервативным (пролинзависимым) вариантом микроба чумы.

Считается (Петров П.А. и др., 1985; Адамян и др., 1987), что в Закавказском высокогорном очаге отсутствует межэпизоотический период (и, следовательно, основной механизм энзоотии - трансмиссия микроба чумы). Обосновывают это положение ежегодным выделением возбудителя, но, что важно подчеркнуть, на всей территории очага (2,1 млн.га). На самом же деле, если обратиться к материалам, полученным только для одного мезоочага (фактически, это – автономные очаги), то оказывается, что существуют 3-летние перерывы между эпизоотиями. Например, на Ленинанском участке (12 лет наблюдений) после эпизоотии чумы в 1958-1959 гг. наступило 3-летнее затишье (1960-1962), после которого в 1963-1965 гг. наблюдались новые эпизоотии. Затем в 1966-1968 гг. отмечали новый перерыв до 1969 г. (Мкртчян и др., 1972). Несомненно, мезоочаги Закавказского высокогорного очага населяют разные популяции обыкновенной полевки.

Подтверждением этого положения могут служить и данные о свойствах штаммов из разных районов. В трех мезоочагах Закавказского высокогорного очага штаммы

чумного микроба отличаются по способности синтезировать фенилаланин: зангезуро-карабахские зависимы от этой аминокислоты, присеванские не зависят, а в числе ленинаканских есть как зависимые, так и независимые от фенилаланина штаммы. Кроме того они различаются по лизабельности фагом М-1. Преобладающее большинство зангезуро-карабахских и присеванских штаммов - 91,6% и 98,6% соответственно лизируется этим фагом, а большинство ленинаканских штаммов к нему резистентно - 94,8%. Наконец, ленинаканские штаммы имеют более высокую вирулентность для морских свинок (Гольдфарб и др., 1984; Розанова и др., 1987).

Вывод из приведенных примеров заключается в следующем. Как известно, популяции одного вида грызунов отличаются по ряду параметров, в том числе и асинхронностью динамических процессов. Соответственно, и эпизоотии в нескольких популяциях могут развиваться в смежные годы, создавая иллюзию непрерывности эпизоотического процесса.

Отсутствие видимых границ между отдельными достаточно крупными группировками животных, нередко заставляет исследователей возводить в ранг популяций население грызунов чрезвычайно обширных территорий. Например, В.П.Хрущелевский (1974) подразделяет население большой песчанки в Муюнкумах и Саксаулдале на три крупных, отчетливо обособленных популяции. При этом он пишет, что в «причуйской» популяции глубокие депрессии численности охватывают далеко не всю популяцию одновременно. Этот факт, а также значительная площадь территории (67,5 тыс.кв.км), занимаемая песчанками, заставляют думать, что, скорее всего, Муюнкумы и Саксаулдалу населяют более трех популяций большой песчанки. С другой стороны, В.Е.Ротшильд (1961) считает поселениями большой песчанки группировки, занимающие площадь от 8 до 70 тыс.га, а Н.П.Наумов и соавт. (1972) - от 25 до 700 тыс.га. Не исключено, что хотя бы некоторым из этих поселений следовало придать статус популяций.

Ю.А.Дубровский и В.В.Кучерук (1971) в Среднеазиатско-Казахстанской части ареала большой песчанки (т.е. в пределах Среднеазиатского пустынного очага) выделяют около 70 популяций этого основного носителя чумы.

Л.П.Рапопорт и соавт. (1977) на территории Муюнкумов выделяют 17 популяций большой песчанки. Популяции отличаются между собой по динамике численности, имеют ядра поселений и менее плотно заселенные периферические зоны. Соответственно, отмечаются существенные различия в характере проявлений чумного эпизоотического процесса на разных участках Муюнкумского природного очага. Одновременно с активизацией эпизоотического процесса на одних участках, на других может наблюдаться его угасание. Это определяется тем, что каждая популяция большой песчанки

имеет свой ритм колебаний численности, зависящий как от внешних, так и от внутри-популяционных факторов (Рапопорт и др., 2002).

По данным Л.П.Рапопорта и соавт. (1990) в Муюнкумах регистрируемые после окончания межэпизоотического периода эпизоотические секторы располагались скоплениями от 2-3 до 8-11 (в период разлитых эпизоотий) в пределах отдельных групп экологических популяций, находящихся в 100 и более километрах друг от друга.

В Восточных Кызылкумах после 17-летнего межэпизоотического периода весной 2000 г. были выявлены два скопления эпизоотических секторов на востоке и западе, расположенные на расстоянии более 160 км друг от друга (Рапопорт, 2009).

Рассмотрены особенности эпизоотий чумы (2000-2004 гг.) в двух популяциях большой песчанки на левобережье р. Или. На левобережье Илийской котловины обитают две популяции большой песчанки: Сюгатинская и Карадалинская. Эпизоотический процесс в этих автономных поселениях имеет различия в своем проявлении. Показано, что более длительная эпизоотия, охватившая большую площадь, но характеризующаяся циркуляцией маловирулентных таммов, "текла" в Сюгатинской долине. Менее продолжительной и локальной, но более интенсивной была эпизоотия в Карадалинской популяции. Здесь выделены высоковирулентные штаммы возбудителя (Касенова и др., 2004).

Видимо, в очагах-«близнецах» эпизоотии чумы могут развиваться как асинхронно, так и синхронно. В последнем случае эколого-эпизоотологические факторы, определяющие особенности чумного эпизоотического процесса вероятно полностью совпадают.

Таким образом, если за основу выделения автономных очагов чумы принять популяционную структуру населения основных носителей, то, несомненно, требуется ревизия в оценке границ и количества описанных к настоящему времени очагов чумы. Видимо, их значительно больше, чем принято считать.