

УДК 616.98:579.842.23

## ТЕРИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОЧАГАХ ЧУМЫ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАН

© 2023 г. А. Н. Матросов<sup>а, \*</sup>, А. А. Слудский<sup>а, \*\*</sup>,  
А. А. Кузнецов<sup>а, \*\*\*</sup>, К. С. Марцоха<sup>а, \*\*\*\*</sup>

<sup>а</sup>ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт  
“Микроб” Роспотребнадзора, Саратов, 410005 Россия

\*e-mail: anmatrosov@mail.ru

\*\*e-mail: rusrapi@microbe.ru

\*\*\*e-mail: sansanych-50@mail.ru

\*\*\*\*e-mail: box4hawx@mail.ru

Поступила в редакцию 15.12.2022 г.

После доработки 29.12.2022 г.

Принята к публикации 03.01.2023 г.

В обзоре представлен вклад териологов в формирование взглядов в развитие теории природной очаговости чумы. Эколого-эпизоотологический мониторинг – один из основных разделов эпидемиологического надзора по этой опасной инфекции. Участие зоологов в изучении вопросов инфекционной патологии зоонозов оказалось своеобразным прорывом в познании факторов энзоотии, эпизоотологии, палеогенеза очагов и эволюции паразитарных систем, закономерностей функционирования природных и антропоургических очагов болезней, их биоэкологической и пространственной структуры, в разработке методов оценки состояния популяций носителей и переносчиков возбудителей болезней, контроля численности резервуарных животных и других мер профилактики заболеваний людей. В результате многолетних исследований разработаны понятийный аппарат, методология в области медицинской териологии, определены критерии и регламенты обследовательских и профилактических работ в очагах зоонозов. В современный период разрабатываются и внедряются новые цифровые и геоинформационные технологии, методы дистанционного зондирования природной среды, позволяющие обеспечивать эпидемиологическое благополучие населения на территориях, энзоотичных по чуме и другим природно-очаговым болезням.

*Ключевые слова:* териология, зооноз, природные и антропоургические очаги чумы, эпидемиологический надзор, эпизоотологический мониторинг, носители и переносчики

**DOI:** 10.31857/S0044513423040098, **EDN:** UOHSWF

На обширных пространствах бывших Российской империи, Советского Союза, в настоящее время – России и сопредельных стран распространены природные очаги зоонозов – инфекционных болезней диких и сельскохозяйственных животных, возбудители которых случайно передаются и людям (Атлас природных очагов чумы, 2022). На протяжении всей истории многие народы не раз сталкивались с эпидемиями “повальных болезней”, среди которых наиболее опасной инфекцией была чума. Она всегда оставалась одной из самых важных проблем здравоохранения, опустошала села и города от Балтики и Причерноморья до Дальнего Востока. В мировой истории отмечаются три пандемии чумы – в VI, XIV и XIX–XX веках, унесшие жизни десятков и сотен миллионов людей. От чумы вымирали целые города, рушились империи. В промежутках между пандемиями вспышки этой болезни разной интен-

сивности регистрировались в каждом столетии (Супотницкий, Супотницкая, 2006).

Рождение отечественной системы специализированных противочумных учреждений было связано с действиями российских властей по ликвидации эпидемических вспышек среди населения в конце XIX–начале XX столетий на юге европейской части страны. На фоне эпидемий чумы в Одессе в 1901–1902, 1911 гг., в Астраханской губернии в 1899–1913 гг., в Уральской обл. в 1903–1916 гг., в Забайкалье в 1903–1916 гг. для борьбы с этой болезнью начали формироваться противочумные пункты и лаборатории. В последующем была создана крупная специализированная система противочумных учреждений – станций, отделений, научно-исследовательских институтов, обеспечивающих эпидемиологическое благополучие населения в сочетанных очагах чу-

мы и других особо опасных зоонозов (Голубинский и др., 1987; Подвиг во имя жизни ..., 2022).

Одним из наиболее важных разделов работы противочумных учреждений является эколого-эпизоотологический мониторинг – проведение наблюдений или измерений на закрепленной сети пунктов (участков, маршрутов) по определенной программе с заданной периодичностью, по результатам анализа которых прогнозируют эпизоотологическую обстановку и ее динамику. Цель мониторинга – изучение и оценка состояния факторов очаговости, определяющих риск заражения населения в природных очагах или на территориях (объектах) заноса (завоза) инфекционных агентов с зараженными животными или людьми.

Развитие эпизоотологии чумы как науки с участием териологов стало возможным только после описания возбудителя чумы Александром Иерсином (Alexandre Yersin) в 1894 г. В период третьей пандемии чумы, получившей распространение, как принято считать, в 1894 г. из Гонконга, было установлено эпизоотологическое значение синантропных крыс, прежде всего черной (*Rattus rattus*) и серой (*R. norvegicus*), из чего специалисты заключили, что именно эти грызуны являются основными резервуарами возбудителя чумы (Mitsell, 1927; Wu Lien The et al., 1936). Случаи выявления в конце XIX–начале XX веков инфицированных диких грызунов (песчанок в Африке, сусликов в США) связывали с их заражением от синантропных крыс, т.е. речь шла лишь о выносе чумного микроба из населенных пунктов в популяции диких грызунов. Однако уже в то время существовали иные взгляды. Некоторые специалисты обращали внимание на связь вспышек чумы среди людей в Монголии и Забайкалье с охотничьим промыслом тарбаганов (Белявский, 1895). Наиболее последовательно идею энзоотии чумы разрабатывал и отстаивал Д.К. Заболотный. Еще в 1899 г. он писал, что “Различные породы грызунов, по всей вероятности, представляют в природе ту среду, в которой сохраняются чумные бактерии. Отсюда явствует, как важно выяснять повальные заболевания водящихся в данной местности грызунов” (Заболотный, 1899). В начале XX века Д.К. Заболотный организовал ряд экспедиций в Забайкалье и Монголию для исследования на чуму сурков-тарбаганов (*Marmota sibirica*). В конце 1912 г. он разработал план исследований по изучению эндемичности чумы в Астраханской губернии и приступил к организации противочумных отрядов. Для повышения результативности работы он привлек профессоров Ю.Н. Вагнера для изучения блох и К.А. Сатунина для изучения фауны, распространения и экологии грызунов (Акиев, Фенюк, 1968). В 1912–1913 гг. были выявлены энзоотии чумы в популяциях малого сус-

лика в Астраханской и Саратовской губерниях, Уральской и Донской областях.

В первые десять лет после описания возбудителя чумы была установлена роль блох как переносчиков чумы. Первым, кто высказал мысль о том, что блохи передают возбудителя при укусе, был Симонд (Simond, 1898). Он же впервые доказал передачу чумы блохами от больного животного здоровому в условиях эксперимента. Честь открытия специфического механизма заражения чумой при укусе блохами принадлежит Бэкоту и Мартину (Bacot, Martin, 1914). Большое значение в развитии отечественных представлений об экологии и роли блох в чумном эпизоотическом процессе имели исследования Иоффа (1927, 1941).

Появление сети противочумных учреждений на территории СССР в первой половине XX века с привлечением к обследованию и изучению природных очагов чумы значительного количества зоологов привело к развитию ряда направлений териологических и энтомологических исследований. Одной из основных задач являлось изучение фауны и экологии носителей и переносчиков возбудителя чумы и других зоонозов. Требовалось определить, какие виды теплокровных животных и членистоногих участвуют в циркуляции и сохранении чумного микроба. Аналогичные исследования проводились в очагах чумы зарубежных государств. В первой половине XX века спонтанное заражение чумой млекопитающих в природных условиях было установлено для 214 видов. Также возбудитель чумы был выделен от 124 видов блох, 8 видов клещей и 1 вида вшей. Ралль (1958, 1960) предложил именовать теплокровных животных, болеющих чумой, – “носителями”, а кровососущих членистоногих – “переносчиками”.

Во второй половине XX века отечественные специалисты Варшавский, Козакевич, Лавровский, Некипелов опубликовали серию обзорных статей по фауне млекопитающих природных очагов чумы Африки, Азии, Южной и Северной Америки (Варшавский и др., 1971; Козакевич и др., 1970, 1972; и др.). Неронов с соавторами подробно описали фауну носителей возбудителя чумы Африки, а в последующем – природных очагов чумы Палеарктики (Неронов и др., 1991; Каримова, Неронов, 2007).

В настоящее время список позвоночных животных мировой фауны, выявленных зараженными чумой в естественных условиях, насчитывает 368 видов, в том числе 363 вида млекопитающих – 2 представителя инфракласса сумчатых (*Methatheria*) и 361 – инфракласса плацентарных (*Eutheria*) из 9 отрядов, а также 5 видов птиц, принадлежащих к отрядам воробьиных (*Passeriformes*) и соколообразных (*Falconiformes*) (Mahmoudi et al., 2021). Наиболее широко в списке представлены грызуны (*Rodentia*) – 286 видов и хищные (*Carnivora*) –

33 вида. Уместно отметить, что в первой половине прошлого века птиц считали не восприимчивыми к заражению возбудителем чумы.

Каталог членистоногих переносчиков чумного микроба на сегодняшний день включает 303 вида и подвида, в числе которых 280 видов и подвидов блох (Insecta, Siphonaptera), 6 видов вшей (Insecta, Anoplura), 9 видов иксодовых клещей (Acari, Ixodidae) и 2 вида аргасовых клещей (Acari, Argasidae) и 6 видов гамазовых клещей (Acari, Gamasina) (Слудский, 2014).

В процессе изучения природных очагов чумы выяснилось, что разные виды носителей возбудителя чумы играют далеко не одинаковую роль в природных очагах. Фенюк (1944, 1948) предложил делить носителей чумы на основных и второстепенных, а последних – на факультативных и случайных. Основные носители обеспечивают существование природных очагов чумы. В годы депрессии численности основного носителя его функции могут временно брать на себя другие виды грызунов – дополнительные носители (Хрущевский, 1974). Второстепенные носители участвуют в интенсификации эпизоотий чумы. Таким образом, теплокровные носители в очагах чумы представлены 4 группами: основные, дополнительные, второстепенные и случайные.

Основными носителями возбудителя чумы в природных и антропоургических очагах на территории Евразии являются представители семейств Ochotonidae, Sciuridae, Cricetidae, Muridae; Северной Америки – Sciuridae и Cricetidae; Южной Америки – Caviidae, Leporidae, Sciuridae, Cricetidae, Muridae; Африки – Muridae.

Деление носителей возбудителя чумы на функциональные группы привело к возникновению дискуссии о гостальности очагов чумы. Павловский (1946) под этим термином подразумевал подразделение природных очагов инфекционных болезней по видовому разнообразию животных – резервуаров возбудителя – на моногостальные (с одним видом резервуара) и полигостальные (с несколькими видами резервуаров). При такой трактовке все очаги чумы – полигостальные. Однако позже специалисты стали оценивать гостальность очагов чумы только по числу видов, являющихся основными носителями возбудителя чумы.

Яркими сторонниками моногостальности (один основной носитель чумы) выступили Леви и Ралль (Леви, 1960; Ралль, 1965). Альтернативного взгляда на гостальность придерживался Н.И. Калабухов. Он считал все очаги чумы полигостальными, писал о сочетании пар носителей и соотношении численности между ними как основных условиях длительности существования очага. По его мнению, необходимая для сохранения очаговости относительная устойчивость численности населения грызунов или их высокая динамическая

плотность не могут быть обеспечены, если инфекция распространяется среди одного вида, подверженного резким колебаниям численности (Калабухов, 1965). Ряд ведущих специалистов допускали существование как полигостальных, так и моногостальных природных очагов чумы (Лавровский, Варшавский, 1970). Так, например, бесспорно, моногостальные очаги – Центрально-Кавказский высокогорный (основной носитель – горный суслик (*Spermophilus musicus*)), Закавказский высокогорный (основной носитель – обыкновенная полевка (*Microtus arvalis*)) и Тянь-Шаньский высокогорный (основной носитель – серый сурок (*Marmota baibacina*)). Нет споров среди специалистов о Волго-Уральском песчаном очаге, который считают полигостальным (два основных носителя – полуденная песчанка (*Meriones meridianus*) и тамарисковая песчанка (*M. tamariscinus*)). Идеи полигостальности Среднеазиатских пустынных и Закавказских равнинных очагов чумы обоснованно отстаивали Эйгелис и Бурделов (Эйгелис, 1980; Бурделов, 1991).

В ходе изучения энзоотии чумы, в связи с экологией носителей, была установлена связь возникновения и дальнейшего развития эпизоотий чумы с фенологией грызунов. Так, сроки начала и интенсификация эпизоотий чумы в популяциях малого суслика (*Spermophilus pygmaeus*) зависят от даты весеннего пробуждения зверьков и периода расселения молодняка (Калабухов, 1929; Тинкер, 1940). Выявлена тесная связь сезонности развития эпизоотий чумы с фенологическими явлениями в образе жизни большой и малых песчанок (*Rhombomys opimus*, *Meriones meridianus*, *M. tamariscinus*, *M. erythrorus*, *M. persicus*), сурков (*Marmota* sp.) и полевок (*Microtus* sp.) (Бибииков, Бибиикова, 1958; Пейсахис, 1958; Некипелов, 1959, 1962; Ралль, 1960; Бурделов, 1965; Олькова, 1974; Эйгелис, 1980; Слудский, 1998; Слудский и др., 2003).

Для изучения взаимоотношений возбудителя чумы и организма теплокровных животных определяли инфекционную чувствительность носителей к чумному микробу. По отношению к высоковирулентным штаммам *Yersinia pestis* все виды можно условно разделить на 2 группы: высокочувствительные и относительно резистентные к чумной инфекции. После весеннего пробуждения происходит постепенное восстановление инфекционной чувствительности зимоспящих видов грызунов, что способствует возникновению и развитию эпизоотий чумы в весенне-летний период. Повышение чувствительности грызунов к чуме наблюдается при стрессировании популяций носителей в результате естественных процессов – при возникновении погодных аномалий, перенаселении, ухудшении кормовых условий, воздействии хищников, а также под воздействием антропогенного пресса (перевыпас, распашки,

мелиоративные работы и др.) (Корнеев и др., 1971; Корнеев, 1986; Тарасов, 2016).

Одна из основных задач эпиднадзора за состоянием очагов чумы – прогнозирование развития обстановки с целями профилактики заражения людей. В этой связи териологи начали разрабатывать и применять методы краткосрочного и долгосрочного прогнозирования эпизоотической активности природных очагов чумы. С этой целью изучали и анализировали роль абиотических факторов космического, планетарного и местного значения, возможности использования данных о динамике климата, тектоники и др. (Лавровский и др., 1984; Дубянский и др., 1977; Попов и др., 2006). Обоснованные краткосрочные прогнозы сбывались с большой долей достоверности, тогда как долгосрочные, в силу сложности явлений в формировании и развитии паразитарных систем, реализовывались лишь частично. Результаты прогнозирования эпизоотической активности природных очагов позволяют своевременно реагировать на обострение ситуации – планировать и проводить профилактические мероприятия, необходимые для предотвращения эпидемических осложнений.

Необходимым условием для прогнозирования эпизоотических ситуаций в природных очагах чумы стало изучение динамики численности основных носителей возбудителя чумы. Изначально предполагалось, что существует прямая зависимость активности очагов чумы от уровня численности носителей возбудителя чумы. Так, по мнению Молларе (Mollaret, 1971), плотность популяций грызунов и ее колебания играют главную роль в возникновении эпизоотий чумы: эпизоотия развивается лишь тогда, когда популяция грызунов достигает определенного, обычно высокого уровня. Однако ряд авторов при изучении динамики численности при эпизоотиях в различных природных очагах чумы отмечали, что эпизоотии регистрируются при разном состоянии численности зверьков. Например, в Предустюртском пустынном очаге такой индикатор распределения эпизоотий, как численность больших песчанок, оказался ненадежным (Ротшильд, 1978). Анализ данных по зависимости эпизоотической активности природных очагов чумы от уровня численности носителей показал, что приуроченность эпизоотий чумы к какой-либо фазе многолетней динамики численности носителей и переносчиков, по-видимому, носит вероятностный характер (Руденчик и др., 1989). Такие факты могли иметь место на поздних фазах развития эпизоотий или после таковых, связанные с массовой гибелью зверьков и блох от чумы (Некипелов, 1962; Бурделов, 1987; Вержущкий, Балахонов, 2016).

Для определения площадей эпизоотических участков, объемов профилактических мероприя-

тий и мест проведения дератизации и дезинсекции практические работники противочумной системы должны были обладать информацией о пространственной структуре природных очагов чумы. Под пространственной структурой природного очага чумы понимают различие на территории этого очага участков различной эпизоотической значимости и их закономерное сочетание (Кучерук, 1972). 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 условно 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 соседствующих нор. Такие скопления, изученные в поселениях больших песчанок, назвали очажками чумных нор (Шарапова 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.

Очажки чумных нор формируются, видимо, в пределах микроочагов. Первые представления о “микроочаговом” механизме существования *Y. pestis* в природе основывались на изучении экологии серого сурка *M. baibacina* в Тянь-Шаньском высокогорном очаге (Иофф и др., 1951).

В поселении большой песчанки “микроочаг” – это участок, в котором имеется комплекс условий, благоприятных для переживания микроба чумы в пессимальные для паразитарной системы периоды. В микроочагах обеспечивается длительное или постоянное сохранение возбудителя 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: на равнинных участках полупустынь и пустынь они занимают большие площади, в то время как в условиях высокой мозаики биотопов в горах – меньшие. Многие исследователи используют термин “элементарный очаг” как синоним “микроочага” (На-

умов, Лобачев, 1964; Варшавский, 1965). По мнению этих специалистов, элементарные очаги (на примере Приаралья) представляют собой отдельные участки поселений основного носителя чумного микроба – большой песчанки. Длительное сохранение возбудителя чумы в элементарных очагах объясняется тем, что в любые годы в этих очагах наиболее надежно обеспечивается непрерывность контакта возбудителя с восприимчивыми грызунами через переносчиков.

Элементы среднего ранга пространственной структуры очага измеряются в поперечнике несколькими километрами (для большой песчанки). В их пределах разрывы в размещении зараженных животных не превышают нескольких сотен метров, т.е. обычных расстояний между элементами мелкой структуры. Элементы среднего ранга (или, как их называл Б.К. Фенюк, “эпизоотийные пятна”) в типичных случаях представляют собой скопления очажков и редких, единично расположенных чумных нор.

Крупная структура очага чумы включает элементы, измеряемые десятками километров. Внутри крупных эпизоотийных участков всегда выявляются более мелкие пятна (сгущения средних и мелких элементов), удаленные на несколько километров одно от другого.

Важнейшая теоретическая разработка териологов – проведение типизации очагов чумы. Кучерук (1972) выделил на территории Евразии 5 типов природных очагов чумы: 1) суслиный степной зоны, 2) сурчинный степной зоны и горностепной пояса, 3) полевочий высокогорный, 4) песчаночий пустынный, 5) крысиный тропический. Типы очагов выделены по их ландшафтной приуроченности, систематической принадлежности основных носителей и переносчиков, а также по характерным особенностям эпизоотического процесса.

Каримова, Неронов (2007) предложили типологическую и региональную дифференциации очаговой территории чумы в пределах Палеарктики. При выделении типов очагов руководствовались ландшафтными особенностями территории, а при выделении подтипов учитывали данные об основных носителях чумы. На территории Палеарктики по ландшафтным особенностям выделены очаги четырех типов:

1. Низкогорно-равнинный полупустынно-степной;
2. Среднегорный пустынно-степной;
3. Низкогорно-равнинный пустынный;
4. Высокогорный “холодных пустынь”.

Данные об основных носителях в природных очагах позволили выделить в пределах типов 6 подтипов: а) сурковый, б) сусликово-сурковый, в) полевочий, г) пищуховый, д) сусликовый, е) песчаночий. Наибольшее разнообразие подти-

пов (по 5) наблюдается в горных типах очагов – среднегорном пустынно-степном и высокогорном, занятом “холодными пустынями”. В равнинные типы попали очаги только одного подтипа (сусликовые в низкогорно-равнинный полупустынно-степной и песчаночьи в низкогорно-равнинный пустынный).

В.В. Сунцов предложил современную типизацию очагов чумы на основе их генезиса: первичные и вторичные природные, вторичные антропоургические (синантропные) (Сунцов, Сунцова, 2006).

Важным разделом териологических исследований в природных очагах чумы стало моделирование чумного эпизоотического процесса. Возможность моделирования появилась в связи с разработкой и применением методики радиоактивного мечения носителей и переносчиков возбудителя чумы, в результате чего были получены первичные данные, которые можно было использовать для создания статистической модели чумного эпизоотического процесса (Солдаткин и др., 1973). В качестве объекта для моделирования был взят эпизоотический процесс в поселениях большой песчанки (*Rhombomys opimus*) на территории Среднеазиатского пустынного очага. Испытание модели при условиях, заданных в соответствии с экспериментальными данными, показало большое сходство поведения модели и явлений, наблюдаемых в природе при развитии эпизоотий чумы. Можно полагать, что известный механизм развития эпизоотии (передача чумы блокированными блохами) достаточно полно описывает природный процесс, поскольку при допущении случайности встреч зараженных животных в результате работы модели удается получить структуры, хорошо согласующиеся с наблюдаемыми в природе. Поэтому расчеты на модели могут быть использованы как один из способов проверки обоснованности выдвигаемых гипотез, объясняющих причины развития эпизоотий.

Наряду с несомненным сходством были обнаружены и отличия поведения модели от хода эпизоотий чумы в природе. Наиболее важным моментом, имеющим принципиальное значение, следует считать недостаточную стабильность процесса в системе, вытекающую из его вероятностного характера. Опыты на модели показали, что при малом количестве одновременно болеющих песчанок невозможно подобрать условия, обеспечивающие устойчивое поддержание цепочек заболеваний. Сильно отличается от наблюдений в природе и характер изменений числа зараженных песчанок в летний период. При условиях, вызывающих быстрое снижение интенсивности эпизоотии (соответствующее наблюдаемому в природе), в модели не удается достичь сохранения зараженных песчанок до осени.

Статистическая модель чумного эпизоотического процесса, разработанная Солдаткиным и др. (1973), была усовершенствована Дубянским (2015). Им создана компьютерная имитационная математическая модель для изучения пространственно-временных особенностей эпизоотического процесса при чуме, наблюдения за которыми в природных условиях затруднено или даже невозможно. Модель разработана в виде вероятностного клеточного автомата, в которой единицей эпизоотического процесса является сложная нора (“колония”) большой песчанки. Компьютерная имитационная модель эпизоотического процесса при чуме выполнена как открытая интерактивная система, которая может использоваться для работы с данными эпизоотологического обследования, ландшафтного картографирования, результаты изучения пространственной структуры поселений носителей и др. Модель позволяет изучать эпизоотический процесс как с использованием данных о реальном расположении нор в интересующих исследователя частях очага, так и в разнообразных симулированных компьютером конфигурациях поселений (Дубянский, 2015).

Не остались без внимания териологов вопросы палеогенеза природных очагов чумы и эволюции чумного микроба, имеющие большое теоретическое значение. Согласно сделанным ранее теоретическим умозаключениям, возбудитель чумы эволюционировал вместе с грызунами и паразитирующими на них блохами (Wu Lien Teh et al., 1936; Ралль, 1958), и это должно было свидетельствовать о древнем происхождении первичных природных очагов. Предполагалось, что очаги возникли уже в третичный период в конце олигоцена—начале миоцена, т.е. 25–20 млн лет назад. По данным палеотериологов, которые изучали ископаемые остатки мелких млекопитающих в равнинных очагах Прикаспия и Средней Азии и учитывали геологические и климатические флюктуации, природные очаги гораздо моложе и начали формироваться здесь с четвертичного времени — с позднего плейстоцена до начала голоцена, или 126–12 тысяч лет назад (Масловец, 1965; Дмитриев, 2000). Используя современные достижения молекулярных генетиков, В.В. Сунцов предложил экологический сценарий происхождения микроба *Yersinia pestis* от псевдотуберкулезного *Y. pseudotuberculosis* в период сарганского похолодания на территории Центральной Азии. При этом возраст природных очагов чумы исследователь датировал поздним плейстоценом (22–15 тысяч лет), что указывает на их относительную “молодость” (Сунцов, Сунцова, 2006). Таким образом, эти данные вполне согласуются с современными данными генетиков о филогенетическом возрасте возбудителя чумы (40–10 тысяч лет) (Achtman et al., 1999; Куклева и др., 2002).

Наиболее дискуссионным вопросом в теории природной очаговости чумы является отсутствие приемлемых объяснений причин длительного отсутствия регистраций возбудителя чумы и механизмов его сохранения в межэпизоотический период (Бурделов, 1987). Из 45 природных очагов чумы на территории России и сопредельных стран постоянная эпизоотическая активность регистрируется лишь на территории двух очагов Сибири — Сайлюгемского (Горно-Алтайского) высокогорного и Тувинского горного. Во всех других очагах в развитии эпизоотий (регистрация возбудителя в природных объектах) наблюдаются перерывы различной длительности (межэпизоотический период) — от нескольких лет до десятилетий. Вопрос о межэпизоотическом периоде обсуждался с точки зрения двух принципиально различающихся позиций. Первый подход основывается на признании трансмиссии в качестве основного механизма энзоотии чумы. В таком варианте чумной эпизоотический процесс непрерывен. Чума является облигатно-трансмиссивной инфекцией, ее возбудитель — узкоспециализированный паразит теплокровных носителей (грызунов, зайцеобразных), наиболее тесно связанный в своей жизнедеятельности с единственной систематической группой насекомых — блохами. Все иные пути и способы персистенции чумного микроба в природе, кроме трансмиссии от блох к блохам через теплокровных носителей (мелких млекопитающих, птиц), являются либо случайными, либо второстепенными и не играют значимой роли в сохранении возбудителя в природных очагах этой инфекционной болезни (Акиев и др., 1972; Шевченко, 1980; Ващенко, 1999; Бурделов и др., 2010; Вержуцкий, Балахон, 2016).

Важная роль трансмиссивного механизма в распространении чумного микроба в поселениях носителей была подтверждена оригинальными исследованиями А.А. Кузнецова, разработавшего методику индивидуального мечения блох (Кузнецов, Матросов, 2003). В результате многолетних полевых работ по мечению грызунов и их блох в природных очагах чумы Прикаспия, в антропоургическом очаге на плато Тайнгуен во Вьетнаме было показано, что, благодаря смене прокормителей в процессе эстафетной передачи эктопаразитов, дистанция форезии блох в пространстве вдвое превышает расстояние перемещений их хозяев — грызунов за тот же промежуток времени. Кроме того, одна зараженная блоха может напасть на нескольких прокормителей, а на одном больном чумой зверьке с бактериемией может питаться большое число блох, всегда превышающих показатель индекса обилия в шерсти (Кузнецов, 2005). Полученные результаты этих исследований имеют не только теоретическую значимость, но и большое прикладное значение.

Важность правильно выбранной парадигмы основного механизма распространения и заражения чумным микробом во многом определяет успех поиска эпизоотий чумы, а также планирование и эффективность профилактических мероприятий. Тем не менее, роль трансмиссивного механизма передачи возбудителя чумы продолжает оставаться неясной в длительные межэпизоотические периоды.

Второй подход в оценке межэпизоотического периода опирается на гипотезу о наличии нетрансмиссивного механизма энзоотии чумы и возможности длительного (годы, десятилетия) существования возбудителя чумы вне организма теплокровных и (или) членистоногих. Соответственно, чумной эпизоотический процесс дискретен и межэпизоотический период можно определить как депрессию численности (вплоть до полного исчезновения) гостальной и (или) векторной частей популяции возбудителя чумы (Литвин, 1983; Солдаткин и др., 1988; Baltazard et al., 1963; Mollaret, 1963; Попов, 2002; Кутырев и др., 2009). Существование возбудителя чумы вне организма теплокровных животных и членистоногих переносчиков возможно в почвенных одноклеточных и нематодах (Дятлов, 1982; Литвин, 1997; Пушкарева, 2003; Попов и др., 2007, 2008) с последующей вертикальной передачей чумного микроба переносчикам и носителям (Kutyrev et al., 2009). В настоящее время большинством исследователей перспектива расшифровки механизма сохранения чумного микроба в межэпизоотический период рассматривается с точки зрения системной парадигмы: энзоотия чумы поддерживается целым комплексом факторов, определяющих динамику развития эпизоотий в каждом из очагов чумы.

Одним из основных разделов эпидемиологического надзора в очагах чумы является профилактика заболеваний населения. Успехи в изучении биоценотической структуры очагов чумы, открытие источников энзоотии этой инфекции навело зоологов на логически простую идею о решении проблемы с помощью мер истребления основных носителей чумного микроба. Впервые уничтожение крыс в эпидемических очагах применил Гамалея (1956) на вспышках чумы в Одессе в 1901–1902 и 1911 гг. Вопросы борьбы с малым сусликом начали реализовывать в Северном Прикаспии в конце XIX–начале XX столетий (Богуцкий, 1912), однако отсутствие знаний по экологии вида, сезонности эпизоотий не обеспечивало ожидаемого эффекта. В 1930–1960 гг. териологами были предложены и обоснованы организация и проведение широкомасштабных химических родентицидных обработок в природных очагах методом “сплошных очисток”, приводящих к подавлению и ликвидации эпизоотий чумы и, как следствие, эпидемиологическому благополучию

(Траут, 1931; Федоров и др., 1955; Некипелов, 1957; Кучерук, 1964). Работы осуществлялись под руководством зоологов силами дезинфекторов с привлечением сотен временных рабочих при движении их цепью в пешем строю методом раскладки препаратов в норы грызунов. В начальный период в качестве родентицидных средств в противочумной практике применяли высокотоксичные препараты: цианплав, хлорпикрин. С 1946 г. газовый способ был заменен приманочным – стали использовать зерновые приманки с фосфидом цинка (Козакевич и др., 1958). На территории Северо-Западного Прикаспия в 1933–1958 гг. были проведены тотальные родентицидные обработки в природных биотопах. Численность малого суслика здесь сократилась, эпизоотии чумы прекратились. Дератизационные мероприятия в Забайкальском степном очаге в 1939–1956 гг. привели к сокращению поголовья тарбагана *Marmota sibirica* и прекращению эпизоотий чумы с 1947 г. (Некипелов, 1957). На основании этих результатов было объявлено об оздоровлении указанных очагов (Фенюк, 1968). Однако полной их ликвидации добиться не удалось. В последующие годы численность малого суслика в Прикаспии начала восстанавливаться, и на этом фоне в 1972–1973 гг. эпизоотии возобновились с новой силой. В Забайкальском степном очаге тарбаган практически исчез, при этом эпизоотии чумы с 1966 г. начали развиваться в популяции даурского суслика *Spermophilus dauricus*.

В 1933–1958 гг. осуществлялись родентицидные обработки против малого суслика и малых песчанок в очагах Волго-Уральского междуречья (Лисицин и др., 1964). С 1943 г. велось истребление серого сурка на Тянь-Шане (Шарец и др., 1958). В Приаральских Каракумах с 1958 по 1966 гг. проводили истребление больших песчанок и их блох в устойчивых элементарных очагах (ядра энзоотии) чумы. Однако и этот опыт не привел к ликвидации очага: с 1966–1967 гг. эпизоотии начались повсеместно в микроочагах и за их пределами (Наумов и др., 1972). К аналогичным результатам привели попытки оздоровления и ряда других очагов.

В 1960–1990 гг. в равнинных очагах чумы на обширных пространствах Прикаспия и Средней Азии широко применяли метод авиационно-приманочных родентицидных обработок с помощью малой авиации (самолеты По-2, Ан-2). В качестве родентицидного средства использовали приманки с фосфидом цинка (Лисицин, Яковлев, 1961; Шилов и др., 1975). Метод оказался достаточно производительным, но затратным. В результате проведения истребительных мероприятий удавалось предотвращать распространение экстенсивных (разлитых) эпизоотий и обеспечивать противоэпидемический эффект. Однако и эти попытки радикального оздоровления природных очагов

чумы оказывались безуспешными. С 1990-х годов фосфид цинка — яд острого действия — стал вытесняться менее токсичными для теплокровных животных родентицидами из группы антикоагулянтов (Сурвилло, Корнеев, 1993).

С 50-х годов прошлого столетия стали поступать обнадеживающие данные о высокой эффективности мер по борьбе с переносчиками чумы — блохами (Kennedy, 1953; Barnes, Kartman, 1960; Deoras, 1968; Жовтый, Кириллов, 1970 и др.). Было доказано, что для экстренной профилактики чумы более перспективны инсектицидные химические обработки на локальных участках стойкой энзоотии против блох — переносчиков и хранителей чумного микроба (Жовтый, 1973; Никитин, Очиров, 2000; Dryden et al., 2000). При этом для обеспечения удовлетворительной противоэнзоотической эффективности необходимо учитывать особенности популяционной экологии эктопаразитов (Чумакова, 1999; Вержуцкий, 2005).

Многолетний опыт использования химических средств борьбы с носителями чумного микроба свидетельствовал о случаях негативных последствий их широкого и в ряде случаев непродуманного применения. На территории России и других стран СНГ исследователи неоднократно отмечали случаи отравлений домашнего скота и птицы, рептилий, птиц и промысловых млекопитающих от родентицидных приманок (Некипелов, Жовтый, 1959; Бурделов и др., 1981; Шевченко, Дубянский, 1988; Заева и др., 2004).

В современный период в результате обобщения и анализа многолетнего опыта борьбы с чумой и другими опасными зоонозами внедрена в практику концепция комплексного подхода, сочетающая меры специфической и неспецифической профилактики заболеваний населения (Коренберг, 2010). Объемы и содержание мероприятий определяются конкретной обстановкой в очаге чумы. Все работы осуществляются с учетом особенностей популяционной экологии носителей и переносчиков чумы (Горно-Алтайский природный очаг чумы, 2014; Тувинский природный очаг чумы, 2019), предотвращения гибели нецелевых видов животных. В настоящее время не планируются и не проводятся родентицидные обработки против ценных промысловых, редких и узкоареальных видов мелких млекопитающих. Истребительные работы осуществляют только как меры экстренной профилактики на небольших по площади участках поселений носителей, где выявлены эпизоотии чумы с риском контакта людей с возбудителем (охота на сурков, промысел сусликов, миграции зверьков в строения, наличие чувствительных к чуме верблюдов, высокая численность и активность нападения блох и др.). При угрозе заболеваний людей осуществляют родентицидные и инсектицидные обработки в населен-

ных пунктах. В природных биотопах для уничтожения блох используют преимущественно методы пропыливания инсектицидными дустами (малотоксичными для теплокровных животных пиретроидными препаратами) входов нор и гнезд млекопитающих-землероев (Матросов, 2007; Бурделов и др., 2014; Обеспечение эпидемиологического благополучия..., 2018; Мека-Меченко, 2019; Матросов и др., 2020; Специфическая профилактика чумы..., 2021).

В настоящее время в мире наметилась тенденция к разработке автоматизированных систем и внедрению информационных технологий во все сферы жизнедеятельности человека, в том числе в процесс управления инфекционными болезнями. Цифровизация и визуализация исходных данных в информативной форме, использование инструментария геоинформационных систем и новых компьютерных технологий позволяют обрабатывать и анализировать получаемые материалы в короткие сроки и с высокой точностью. Териологи при работе в полевых условиях получили возможность использовать приложения для портативных устройств для проведения ландшафтной съемки местности, нанесения поселений животных на карту или в полосу учетного маршрута, записи треков фиксированных маршрутов на спутниковых картах высокого разрешения. Создание электронных пополняемых баз данных, их регистрация и использование в практической работе позволяют своевременно реагировать на изменения обстановки в очагах инфекций, использовать их в качестве информационной основы при составлении интерактивных карт разного назначения, а также для эпизоотологического и эпидемиологического районирования очагов (Бурделов и др., 2010; Ростовцев и др., 2010; Жолдошев и др., 2011; Кузнецов и др., 2012, 2018). Большие перспективы связаны с разработкой и внедрением методов дистанционного зондирования Земли в целях зоологической съемки физиономических на местности поселений грызунов-землероев (Бурделов и др., 2007; Дубянский, 2012, 2015; Wilschut et al., 2013).

С учетом трансграничности природных очагов чумы и других инфекций, необходимости обмена информацией о состоянии популяций носителей и переносчиков болезней, координации мер их профилактики в настоящее время реализуются совместные международные программы исследований с целью изучения энзоотии чумы, динамики ареалов сочленов паразитарной системы, численности резервуарных животных в очагах на территории Российской Федерации, Республики Казахстан, Узбекистан, Таджикистан, Кыргызской Республики и Монголии (Адьясурен и др., 2014; Корзун и др., 2018, 2019; Вержуцкий, Адьясурен, 2019; Холин и др., 2020). Положительные результаты таких исследований свидетельствуют

об их высокой эффективности, что позволяет своевременно реагировать на изменения активности очагов, обеспечивать эпидемиологическое благополучие населения по особо опасным инфекциям.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Адъясурен З., Цэрэнноров Д., Мягмар Ж., Ганхуяг Ц., Отгорбаяр Д., Баяр Ц., Вержуцкий Д.Б., Ганболд Д., Балахонов С.В., 2014. Современная ситуация в природных очагах чумы Монголии // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. № 25. С. 22–25.
- Акиев А.К., Браткова М.Н., Земельман Б.М., Губарева Н.П., Казакова Т.И., Потапова Е.А., Абдурахманов Г.А., 1972. Инфекционная чувствительность малого суслика к чуме при заражении блохами // Проблемы особо опасных инфекций. Вып. 5 (27). С. 101–105.
- Акиев А.К., Фенюк Б.К., 1968. Роль отечественных исследователей в развитии учения об эндемии и эпизоотии чумы // Проблемы особо опасных инфекций. Саратов. Вып. 1. С. 18–45.
- Атлас природных очагов чумы России и зарубежных государств, 2022. Под ред. докт. мед. наук, проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН, докт. мед. наук, проф. В.В. Кутырева. Калининград: РА Полиграфычъ. 400 с.
- Белявский А.К., 1895. Записка по поводу 7 смертных случаев от употребления в пищу сурков, пораженных чумой, в поселке Соктуевский // Вестник общественной гигиены, судебной и практической медицины. Т. 30. С. 1–6.
- Бибиков Д.И., Бибикова В.А., 1958. Опыт оценки некоторых факторов, определяющих сезонную закономерность эпизоотии на сурках в Тянь-Шане // Труды Среднеазиатского н.-и. противочумного ин-та. Алма-Ата. Т. 4. С. 55–74.
- Богуцкий В.М., 1912. Организация мероприятий по борьбе с чумой в 1910–1911 гг. // Труды 2-го совещания по вопросам бактериологии, эпидемиологии в Москве. С. 36–46.
- Бурделов А.С., 1965. Грызуны и очаговость чумы в Балхаш-Алакольской впадине. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Алма-Ата. 22 с.
- Бурделов Л.А., 1987. Застой в эпизоотологии чумы – причины и пути его преодоления // Журнал общей биологии. Т. 48. Вып. 6. С. 816–827.
- Бурделов Л.А., 1991. Гостальность и функциональная структура Среднеазиатского пустынного очага чумы (на примере Приаралья). Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Саратов. 42 с.
- Бурделов Л.А., Дубянский В.М., Davis S., Addink E.A., De Jong S.M., Ageev V.C., Leirs H., Stenseth N.C., Begon M., Heier L., Мека-Меченко В.Г., Поле Д.С., Сапожников В.И., Алимбаев А.К., 2007. Перспективы использования дистанционного зондирования в эпиднадзоре за чумой // Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане. Алматы. № 1–2 (15–16). С. 11–17.
- Бурделов Л.А., Жумадилова З.Б., Мека-Меченко Т.В., Некрасова Л.Е., Атишабар Б.Б., 2010. Перспективы модернизации эпизоотологического обследования природных очагов чумы на основе современных технологий // Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане. № 1–2 (21–22). С. 3–12.
- Бурделов Л.А., Жумадилова З.Б., Мека-Меченко В.Г., Саднев Ю.С., Айкимбаев Б.А., Сайлаубекулы Р., Абдукаримов Н., Беляев А.И., Наурузбаев Е.О., Сапожников В.И., Ageev V.C., Пакулева Е.В., 2014. Итоги трехлетних полевых испытаний аэрозоляции нор большой песчанки (*Rhombomys opimus*) в ультрамалых объемах // Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане. № 1 (29). С. 14–21.
- Бурделов Л.А., Копцев Л.А., Трухачев Н.Н., 1981. К вопросу о побочных последствиях мероприятий по ограничению численности песчанок с применением отравленной зерновой приманки // Экология и медицинское значение песчанок фауны СССР: Тезисы докладов второго Всесоюзного совещания. М. С. 129–130.
- Варшавский С.Н., 1965. Ландшафты и фаунистические комплексы наземных позвоночных Северного Приаралья в связи с их значением в природной очаговости чумы. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Саратов. 76 с.
- Варшавский С.Н., Козакевич В.П., Лавровский А.А., 1971. Природная очаговость чумы в Северной и Западной Африке // Проблемы особо опасных инфекций. Вып. 3 (19). С. 149–159.
- Ващенко В.С., 1999. Роль блох (Siphonaptera) в эпизоотологии чумы // Паразитология. Т. 33. Вып. 3. С. 198–209.
- Вержуцкий Д.Б., 2005. Пространственная организация населения хозяина и его эктопаразитов: теоретические и прикладные аспекты (на примере длиннохвостого суслика и его блох). Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Иркутск. 46 с.
- Вержуцкий Д.Б., Балахонов С.В., 2016. О некоторых дискуссионных проблемах природной очаговости чумы // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. № 1. С. 5–12.
- Вержуцкий Д.Б., Адъясурен З., 2019. Природные очаги чумы в Монголии: аннотированный список // Байкальский экологический журнал. № 2 (25). С. 92–103.
- Гамалея Н.Ф., 1956. Борьба с чумой и предупреждение ее. (Общий обзор). Собрание сочинений. Т. 1. М. С. 377–388.
- Голубинский Е.П., Жовтый И.Ф., Лемешева Л.Б., 1987. О чуме в Сибири. Иркутск: Издательство Иркутского университета. 244 с.
- Горно-Алтайский природный очаг чумы, 2014. Ретроспективный анализ, эпизоотологический мониторинг, современное состояние / Под ред. С.В. Балахонова, В.М. Корзуна. Новосибирск: Наука-Центр. 272 с.
- Дмитриев А.И., 2000. Формирование фаунистических комплексов, изменчивость мелких млекопитающих и генезис природных очагов чумы Прикаспия в позднечетвертичное время. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М. 47 с.
- Дубянский В.М., 2012. Концепция использования ГИС-технологий и дистанционного зондирования в эпиднадзоре за чумой // Врач и информационные технологии. № 2. С. 42–46.
- Дубянский В.М., 2015. Компьютерное моделирование эпизоотической ситуации с применением дистанционного зондирования земли в системе эпидемиологического надзора за чумой (на примере Среднеазиатского природного очага). Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Москва. 33 с.

- Дубянский М.А., Ермилов А.П., Титов Л.В., Богатырев С.К., Богатырева Л.М., Середкина Е.А., 1977. О связи эпизоотий чумы в Казахстане с метеорологическими условиями // Проблемы особо опасных инфекций. Вып. 5. С. 24–28.
- Дятлов А.И., 1982. Обоснование гипотезы непаразитарного механизма природной очаговости чумы // Ставрополь. С. 2–16. (Деп. ВИНТИ, № 6299-82).
- Жовтый И.Ф., 1973. Дезинсекция нор грызунов – ведущий метод профилактики в сибирских природных очагах чумы // Профилактика чумы в природных очагах. Саратов. С. 197–199.
- Жовтый И.Ф., Кириллов В.В., 1970. Экологические особенности блох и место дезинсекции в профилактике чумы и оздоровлении сибирских очагов // Проблемы особо опасных инфекций. Вып. 1. С. 60–63.
- Жолдошев С.Т., Васикова С.Г., Тойчугев Р.М., 2011. Перспективы использования геоинформационного обеспечения мониторинга эпизоотической активности природных очагов сибирской язвы и концепция ландшафтной экологии природно-очаговых инфекций // Фундаментальные исследования. № 6. С. 68–73.
- Заболотный Д.К., 1899. Эндемические очаги чумы на земном шаре и причины ее распространения // Русский архив патологии, клинической медицины и бактериологии. С.Пб. Т. 8. Вып. 3. С. 242–250.
- Заева Г.Н., Мальцева М.М., Березовский О.И., ШUTOва М.И., Рысина Т.З., Родионова Р.П., 2004. Риск вторичных отравлений нецелевых видов при использовании дератизационных средств // Дезинфекционное дело. № 3. С. 58–64.
- Иофф И.Г., 1927. Материалы к познанию фауны эктопаразитов Юго-Востока СССР: 4. Блохи сурика и желтого суслика // Вестник микробиологии и эпидемиологии. Саратов: Сарполиграф. Т. 6. Вып. 3. С. 316–327.
- Иофф И.Г., 1941. Вопросы экологии блох в связи с их эпидемиологическим значением. Пятигорск. 116 с.
- Иофф И.Г., Наумов Н.П., Фолитарек С.С., Абрамов Ф.И., 1951. Высокогорный природный очаг чумы в Киргизии // Природно-очаговые трансмиссивные болезни в Казахстане. Алма-Ата. С. 173–324.
- Калабухов Н.И., 1929. Расселение сусликов (*Citellus pygmaeus* Pall.) как причина чумной эпизоотии // Гигиена и эпидемиология. № 2. С. 51–55.
- Калабухов Н.И., 1965. Структура и динамика природных очагов чумы // Журнал гигиены, эпидемиологии, микробиологии и иммунологии. № IX. С. 132–143.
- Каримова Т.Ю., Неронов В.М., 2007. Природные очаги чумы Палеарктики. М.: Наука. 199 с.
- Козакевич В.П., Варшавский С.Н., Лавровский А.А., 1970. Природные очаги чумы в Северной Америке // Проблемы особо опасных инфекций. Вып. 4. С. 63–72.
- Козакевич В.П., Варшавский С.Н., Лавровский А.А., 1972. Природная очаговость чумы в Южной Африке (ЮАР, Лесото, Мозамбик) // Проблемы особо опасных инфекций. Вып. 6 (28). С. 5–16.
- Козакевич В.П., Доморадский И.В., Бахрах Е.Э., 1958. Яды, применяемые для борьбы с хранителями и переносчиками особо опасных инфекций. М.: Медгиз. 156 с.
- Коренберг Э.И., 2010. Природная очаговость инфекций: современные проблемы и перспективы исследований // Зоологический журнал. Т. 89. № 1. С. 5–17.
- Корзун В.М., Балахонов С.В., Денисов А.В., Ярыгина М.Б., Рождественский Е.Н., Абибулаев Д.Э., Шефер В.В., Косилко С.А., Отгонбаяр Д., Байгалмаа М., Оргилбаяр Л., Уржих Ч., Тоголдор Н., Махбал А., Дауренбек Х., Цогбадрах Н., Цэрэнноров Д., Ганболд Х., 2018. Монгольская часть трансграничного Сайлюгемского природного очага чумы в 2017 г. Сообщение 1. Эпизоотическая ситуация // Проблемы особо опасных инфекций. Вып. 1. С. 79–84.
- Корзун В.М., Балахонов С.В., Денисов А.В., Рождественский Е.Н., Токмакова Е.Г., Санаров П.П., Акулова С.С., Косилко С.А., Отгонбаяр Д., Оргилбаяр Л., Батжав Д., Уржих Ч., Тоголдор Н., Махбал А., Цогбадрах Н., Цэрэнноров Д., 2019. Эпизоотическая ситуация в Монгольской части трансграничного Сайлюгемского природного очага чумы в 2018 г. // Проблемы особо опасных инфекций. Вып. 2. С. 79–86.
- Корнеев Г.А. 1986. Неспецифическая резистентность и реактивность популяций большой песчанки в очагах чумы. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Саратов. 44 с.
- Корнеев Г.А., Трыкин В.С., Кукин В.М., Карнов А.А. 1971. О взаимосвязи эпизоотий среди больших песчанок и морфофизиологических особенностей этих грызунов // Материалы VII научной конференции противочумных учреждений Средней Азии и Казахстана. Алма-Ата. С. 211–213.
- Кузнецов А.А. 2005. Совершенствование мониторинга за очагами чумы песчаночьего и крысиного типов на основе анализа эколого-эпизоотологических закономерностей их функционирования. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Саратов. 47 с.
- Кузнецов А.А., Матросов А.Н. 2003. Применение индивидуального мечения блох (*Siphonaptera*) для изучения их разноса хозяевами // Зоологический журнал. Т. 82. Вып. 8. С. 964–971.
- Кузнецов А.А., Матросов А.Н., Поршаков А.М., Слудский А.А., Ковалевская А.А., Топорков В.П. 2018. Принципы картографической дифференциации и эпидемиологического районирования природных очагов чумы для задач оценки и минимизации рисков здоровью населения // Анализ риска здоровью. № 4. С. 96–104. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.4.11>
- Кузнецов А.А., Поршаков А.М., Матросов А.Н., Куклев Е.В., Коротков В.Б., Мезенцев В.М., Попов Н.В., Топорков В.П., Топорков А.В., Кутырев В.В., 2012. Перспективы ГИС-паспортизации природных очагов чумы Российской Федерации // Проблемы особо опасных инфекций. Вып. 1 (111). С. 48–53.
- Куклева Л.М., Проценко О.А., Кутырев В.В. 2002. Современные концепции связи между возбудителями чумы и псевдотуберкулеза // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. Вып. 1. С. 3–7.
- Кутырев В.В., Ерошенко Г.А., Попов Н.В., Видяева Н.А., Коннов Н.П. 2009. Молекулярные механизмы взаимодействия возбудителя чумы с беспозвоночными животными // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. № 4. С. 6–13.
- Кучерук В.В. 1964. Борьба с грызунами – носителями болезней. М.: Медицина. 38 с.
- Кучерук В.В. 1972. Структура, типология и районирование природных очагов болезней человека // Ито-

- ги развития учения о природной очаговости болезней человека и дальнейшие задачи. М. С. 180–212.
- Лавровский А.А., Варшавский С.Н.*, 1970. Некоторые актуальные вопросы природной очаговости чумы // Проблемы особо опасных инфекций. Вып. 1 (11). С. 13–23.
- Лавровский А.А., Попов Н.В., Дробинский О.К., Машиаков В.И., Шевченко В.Л.*, 1984. Основные принципы долгосрочного прогнозирования эпизоотий в природных очагах трансмиссивных болезней // Электромагнитные поля в биосфере. М.: Наука. Т. 1. С. 184–193.
- Леви М.И.*, 1960. Взаимоотношения основного хозяина и возбудителя при чуме // Труды Ростовского-н/Д. н.-и. противочумного ин-та. Ростов-на-Дону. Т. XVII. С. 25–34.
- Лисицин А.А., Яковлев М.Г.* 1961. Предварительные итоги и перспективы борьбы с грызунами в Волжско-Уральском природном очаге чумы // Природная очаговость болезней и вопросы паразитологии Казахстана и республик Средней Азии. Алма-Ата. Вып. 3. С. 116–125.
- Лисицын А.А., Яковлев М.Г., Мокроусов Н.Я., Радченко А.Г.* 1964. Влияние истребления грызунов на эпизоотии чумы в Волго-Уральском междуречье // Материалы юбилейной конференции Уральской противочумной станции. Уральск. С. 281–286.
- Литвин В.Ю.*, 1997. Механизмы устойчивого сохранения возбудителя чумы в окружающей среде (новые факты и гипотезы) // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. № 4. С. 26–31.
- Литвин В.Ю.*, 1983. Популяционная экология возбудителей природно-очаговых инфекций: принципы, объекты, задачи // Успехи современной биологии. Т. 96. № 1. С. 151–160.
- Масловец Р.Д.*, 1965. Формирование фауны грызунов в голоцене в связи с историей природной очаговости чумы на территории северо-восточного Прикаспия. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Л. 33 с.
- Матросов А.Н.*, 2007. Совершенствование эколого-эпизоотологического мониторинга и неспецифической профилактики в природных очагах чумы на территории Российской Федерации. Автореф. дис. ... докт. Биол. наук. Саратов. 47 с.
- Матросов А.Н., Кузнецов А.А., Слудский А.А., Ибрагимов Э.Ш., Абдикаримов С.Т., Мека-Меченко В.Г., Бердибеков А.Т., Никитин А.Я., Корзун В.М., Попов Н.В.*, 2020. Место дезинсекции и дератизации в системе неспецифической профилактики заболеваний населения в природных очагах чумы на территории стран СНГ // Проблемы особо опасных инфекций. № 3. С. 6–16.
- Мека-Меченко В.Г.*, 2019. Современное положение с профилактикой чумы в Республике Казахстан // Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане. Алматы. Вып. 1 (38). С. 23–29.
- Наумов Н.П., Лобачев В.С.*, 1964. Изучение элементарных очагов чумы и опыт их оздоровления в Приаральских Каракумах // Первая годовичная научно-отчетная конференция. М. С. 134–135.
- Наумов Н.П., Лобачев В.С., Смирин В.М.*, 1972. Рекомендации по оздоровлению Среднеазиатского равнинного (пустынного) очага чумы. М.: Изд-во Московского университета. 101 с.
- Некипелов Н.В.*, 1957. Работы по истреблению грызунов в Юго-Восточном Забайкалье // Известия Иркутского противочумного ин-та Сибири и Дальнего Востока. Иркутск. С. 235–247.
- Некипелов Н.В.*, 1959. Значение отдельных видов грызунов в поддержании чумной энзоотии в Монголии // Известия Иркутского противочумного ин-та Сибири и Дальнего Востока. Т. 22. С. 179–243.
- Некипелов Н.В.*, 1962. Эпизоотология чумы в Забайкалье и Монголии. Доклад, представленный на соискание ученой степени доктора биологических наук по совокупности опубликованных работ / Акад. мед. наук СССР. Москва: [б. и.], 1962. 42 с.
- Некипелов Н.В., Жовтый И.Ф.* 1959. Охрана полезных грызунов от уничтожения при проведении противоэпидемических мероприятий // Охрана природы Сибири. Иркутск. С. 53–56.
- Неронов В.М., Малхазова С.М., Тикунов В.С.*, 1991. Региональная география чумы. М. Т. 17. 231 с.
- Никитин А.Я., Очиров Ю.Д.* 2000. Пути оптимизации полевой дезинсекции в Сибирских очагах чумы на современном этапе // Карантинные и зоонозные инф. в Казахстане. Алматы. Вып. 2. С. 165–167.
- Обеспечение эпидемиологического благополучия в природных очагах чумы на территории стран СНГ и Монголии в современных условиях, 2018. Под ред. А.Ю. Поповой, акад. РАН, В.В. Кутырева. Ижевск: изд-во ООО "Принт". 336 с.
- Олькова Н.В.*, 1974. Изменчивость инфекционной чувствительности и некоторые механизмы резистентности грызунов и зайцеобразных к чуме. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Саратов. 33 с.
- Павловский Е.Н.*, 1946. Основы учения о природной очаговости трансмиссивных болезней человека // Журнал общей биологии. Т. 7. № 1. С. 3–33.
- Пейсахис Л.А.*, 1958. К патогенезу чумы у серых сурков. Сообщение I. О значении сезонной чувствительности сурков в эпизоотологии чумы // Труды Среднеазиатского научно-исследовательского противочумного ин-та. Вып. 4. С. 81–90.
- Подвиг во имя жизни. 125 лет противочумным учреждениям России и стран СНГ, 2022. Под ред. А.Ю. Поповой, В.В. Кутырева. Калининград: РА Полиграфычъ. 544 с.
- Попов Н.В.* 2002. Дискретность – основная пространственно-временная особенность проявлений чумы в очагах сусликового типа. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та. 192 с.
- Попов Н.В., Удовиков А.И., Кузнецов А.А., Матросов А.Н., Яковлев С.А. и др.*, 2006. Современные аспекты прогнозирования эпизоотической активности природных очагов чумы России и стран СНГ // Проблемы особо опасных инфекций. Вып. 1 (91). С. 24–27.
- Попов Н.В., Слудский А.А., Завьялов Е.В., Удовиков А.И., Табачишин В.Г., Аникин В.В., Коннов Н.П.*, 2007. Оценка возможной роли каменки-плясуньи (*Oenanthe isabellina*) и других птиц в механизме энзоотии чумы // Поволжский экологический журнал. № 3. С. 215–226.
- Попов Н.В., Слудский А.А., Удовиков А.И., Коннов Н.П., Караваева Т.Б.*, 2008. Роль биопленок *Yersinia pestis* в механизме энзоотии чумы // Журнал микробиологии. № 4. С. 118–120.
- Пушкарева В.И.*, 2003. Экспериментальная оценка взаимодействий *Yersinia pestis* EV с почвенными инфузориями и возможности длительного сохранения бактерий в цистах простейших // Журнал микро-

- биологии, эпидемиологии и иммунобиологии. № 4. С. 40–44.
- Ралль Ю.М.*, 1958. Лекции по эпизоотологии чумы. Ставрополь: Ставропольское книжное изд-во. 244 с.
- Ралль Ю.М.*, 1960. Грызуны и природные очаги чумы. М.: Медгиз. 224 с.
- Ралль Ю.М.*, 1965. О моногостальности природных очагов чумы // Эпидемиология и эпизоотология особо опасных инфекций. М.: Медицина. С. 324–342.
- Ростовцев М.Г., Кол Н.А., Калуш Ю.А., Хромых В.В.*, 2010. Пространственный анализ проявлений чумы в Тувинском природном очаге методами геоинформационного картографирования // Геоинформатика. Вып. 4. С. 66–70.
- Ротшильд Е.В.*, 1978. Пространственная структура природного очага чумы и методы ее изучения. М.: Изд-во МГУ. 192 с.
- Руденчик Ю.В., Лубкова И.В., Алексеев Е.В.*, 1989. К методике оценки связи динамики эпизоотий с многолетними колебаниями численности носителей и переносчиков в природном очаге чумы // Природная очаговость, микробиология и профилактика зоонозов. Саратов. С. 48–52.
- Слудский А.А.* 1998. Природные очаги чумы полевочье-го типа (структура и функционирование). Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Саратов. 43 с.
- Слудский А.А.*, 2014. Эпизоотология чумы (обзор исследований и гипотез). Ч. 1. Саратов. 313 с. (Деп. в ВИНТИ 11.08.2014, № 231-В 2014). [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.microbe.ru/deponir/](http://www.microbe.ru/deponir/)
- Слудский А.А., Дерлятко К.И., Головкин Э.Н., Агеев В.С.*, 2003. Гиссарский природный очаг чумы. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та. 248 с.
- Солдаткин М.С., Родниковский В.Б., Руденчик Ю.В.*, 1973. Опыт статистического моделирования эпизоотического процесса при чуме // Зоологический журнал. Т. 52. Вып. 5. С. 751–756.
- Солдаткин И.С., Руденчик Ю.В., Ефимов С.В.*, 1988. Эпизоотический процесс в природных очагах чумы (обзор данных и ревизия концепции) // Вопросы паразитологии и неспецифической профилактики зоонозов. Саратов. С. 83–134.
- Специфическая профилактика чумы: состояние и перспективы, 2021. Под. ред. А.Ю. Поповой, В.В. Кутырева. Саратов: Амирит. 304 с.
- Сунцов В.В., Сунцова Н.И.*, 2006. Чума. Происхождение и эволюция эпизоотической системы. М.: Товарищество научных изданий КМК. 247 с.
- Супотницкий М.В., Супотницкая Н.С.*, 2006. Очерки истории чумы. Т. 1. Чума добактериологического периода. М.: Вузовская книга. 376 с.
- Сурвилло А.В., Корнеев Г.А.*, 1993. Проблемы неспецифической профилактики в природных очагах чумы на современном этапе // Дезинфекционное дело. Вып. 2–3. С. 29–32.
- Тарасов М.А.*, 2016. Эколого-эпизоотологический мониторинг в очагах опасных зоонозных инфекционных болезней. Саратов: Изд-во СГУ. 356 с.
- Тинкер И.С.*, 1940. Эпизоотология чумы на сусликах. Ростов н/Д: Ростведиздат. 100 с.
- Траут И.И.*, 1931. Об организации борьбы с сусликами в эндемичных по чуме районах // Труды по защите растений. Т. IV. Вып. 1. С. 59–64.
- Тувинский природный очаг чумы: монография, 2019. / под ред. С.В. Балахонова, Д.Б. Вержужского. Иркутск: Изд-во ИГУ. 286 с.
- Фенюк Б.К.*, 1944. Экологические факторы очаговости и эпизоотологии чумы грызунов. I. Эндемия чумы как экологическая проблема // Вестник микробиологии, эпидемиологии и паразитологии. Огиз: Саратовское областное изд-во. С. 40–48.
- Фенюк Б.К.*, 1948. Экологические факторы очаговости и эпизоотологии чумы грызунов. II. Значение второстепенных носителей чумы // Труды научн. конф., посвящ. 25-летию юбилею ин-та “Микроб”. Саратов. С. 37–50.
- Фенюк Б.К.*, 1968. Перспективы борьбы с чумой в будущем // Грызуны и их эктопаразиты. Саратов. С. 307–313.
- Федоров В.Н., Рогозин И.И., Фенюк Б.К.*, 1955. Профилактика чумы. М.: Медгиз. 230 с.
- Холин А.В., Шаракшианов М.Б., Вержужский Д.Б., Корзун В.М., Оргилбаяр Л., Ганхуяг Ц., Гандболд Д., Цогбадрах Н., Цэрэнноров Д., Цэрэндулам Б., Эрдэнэдэлэр Г., Пагдадулам Н., Бадамцэцэг М., Бужинлхам Л., Эрдэнэцэцэг Я., Амарсанаа Г., Алтангэрэл Я., Балахонов С.В.*, 2020. Результаты эпизоотологического обследования приграничной с Россией части Хархир-Тургенского природного очага чумы Монголии в 2019 г. // Проблемы особо опасных инфекций. Вып. 2. С. 129–134.
- Хрусцелевский В.П.*, 1974. Биоценологические факторы природной очаговости чумы в Средней Азии и Забайкалье. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Саратов. 52 с.
- Чумакова И.В.*, 1999. Вопросы популяционной экологии блох в связи с их значением в энзоотии чумы. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Ставрополь. 46 с.
- Шарапкина Н.Я., Дятлов А.И., Тимкина А.П., Сержанов У.*, 1958. К изучению эпизоотологии и механизмов очаговости чумы в Каракалпакской части Кызыл-Кумов // Труды Среднеазиатского научно-исследовательского противочумного ин-та. Алма-Ата. Вып. 4. С. 23–42.
- Шарец А.С., Берендяев С.А., Красникова Л.В., Тристан Д.Ф.*, 1958. Эпизоотологическая эффективность разового истребления сурков // Труды Среднеазиатского научно-исследовательского противочумного института. Алма-Ата. Вып. 4. С. 145–147.
- Шевченко В.Л.*, 1980. Пространственная диссеминация возбудителя чумы как один из факторов механизма энзоотии // Проблемы изучения механизма энзоотии. Саратов. С. 85–90.
- Шевченко В.Л., Дубянский М.А.*, 1988. О случаях отравления птиц зерновыми приманками с фосфидом цинка // Экология. № 1. С. 85–87.
- Шилов М.Н., Попов А.В., Варшавский С.Н., Лавровский А.А., Радченко А.Г., Вологин Н.И.*, 1975. Опыт применения авиационно-приманочного метода борьбы с носителями в природных очагах чумы // Международные и национальные аспекты эпиднадзора при чуме. Иркутск. Ч. II. С. 49–51.
- Эйгелис Ю.К.*, 1980. Грызуны Восточного Закавказья и проблема оздоровления местных очагов чумы. Саратов: Издательство Саратовского университета. 262 с.
- Achtman M., Zurth K., Morelli G., Torrea G., Guiyoule A., Camiel E.*, 1999. *Yersinia pestis*, the cause of plague, is a

- recently emerged clone of *Yersinia pseudotuberculosis* // Proc Natl Acad Sci USA. V. 96. № 24. P. 14043–14048.
- Bacot A.W., Martin C.Y., 1914. Observations on the mechanism of the transmission of plague by fleas // J. Hygiene. V. 13. Plague Suppl. № 3. P. 423–439.
- Baltazard M., Karimi G., Eftekhari M., Chamsa M., Mollaret H., 1963. La conservation interepizootique de la peste en foyer inveteré. Hypotheses de travail // Bull. de la Société de Pathologie exotique. V. 56. № 6. P. 1230–1241.
- Barnes A.M., Kartman L., 1960. Control of Plague Vectors on Diurnal Rodents in the Sierra Nevada of California by Use of Insecticide Bait-Boxes // J. Hygiene. V. 58. № 3. P. 347–355.
- Deoras P., 1968. Flea control // Pesticides, Annual. P. 102–106.
- Dryden M., Magid-Denenberg T., Bunch S., 2000. Control of fleas on natural infested dog and cats and in private residences with topical spot applications of fipronil or imidacloprid // Veterinary Parasitology. V. 93. № 1. P. 69–75.
- Kennedy J.S., 1953. Insect population balance and chemical control of pest // Chem. and Ind. P. 1329–1332.
- Kutyrev V.V., Eroshenko G.A., Popov N.V., Vidyayeva N.A., Konnov N.P., 2009. Molecular mechanisms of interactions of plague causative agents with invertebrates // Molecular Genetics, Microbiology and Virology. V. 24. № 4. P. 169–176.
- Mahmoudi A., Kryštufek B., Sludsky A., Schmid B.V., de Almeida A.M.D., Lex X., Ramasindrazana B., Bertherat E., Yerzhanov A., Stenseth N., Mostafavi E., 2021. Plague reservoir species throughout the world // Integrative Zooloogy. № 16. P. 820–833.  
<https://doi.org/10/1111/1749-4877.12511>
- Mitshell J.A., 1927. Plague in South Africa: historical summary (up to June 1926) // Publ. South Africa. Inst. Med. Res. V. 3. P. 89–108.
- Mollaret H., 1963. Conservation expérimentale de la peste dans le sol // Bull. de la Société de Pathologie exotique. V. 56. № 6. P. 1168–1182.
- Mollaret H., 1971. Les causes de l'inveteration de la peste dans ses foyers naturels // Bulletin De La Société De Pathologie Exotique. V. 64. № 5. P. 713–715.
- Simond P.L., 1898. La propagation de la peste // Ann. Inst. Past. V. 12. P. 625–687.
- Wilschut L.I., Addink E.A., Heesterbeek J.A.P., Heier L., Laudisoit A., Begon V., Davis S., Dubyanskiy V.M., Burdellov L.A., Steven M., de Jong S.M., 2013. Potential corridors and barriers for plague spread in central Asia // International Journal of Health Geographics. V. 10. P. 12–49.  
<https://doi.org/10.1186/1476-072X-12-49>
- Wu Lien Teh, Chun J.W.H., Pollitzer R., Wu C.Y., 1936. Plague: a manual for medical and public health workers. Shanghai: Mercury Press. 547 p.

## TERIOLOGICAL INVESTIGATIONS IN PLAGUE FOCI IN THE TERRITORY OF RUSSIA AND NEIGHBORING COUNTRIES

A. N. Matrosov<sup>1,\*</sup>, A. A. Sludsky<sup>1,\*\*</sup>, A. A. Kuznetsov<sup>1,\*\*\*</sup>, K. S. Martsokha<sup>1,\*\*\*\*</sup>

<sup>1</sup>FSSI, "Microbe" Russian Research Anti-Plague Institute of the Rospotrebnadzor, Saratov, 410005 Russia

\*e-mail: [anmatrosov@mail.ru](mailto:anmatrosov@mail.ru)

\*\*e-mail: [rusrapi@microbe.ru](mailto:rusrapi@microbe.ru)

\*\*\*e-mail: [sansanych-50@mail.ru](mailto:sansanych-50@mail.ru)

\*\*\*\*e-mail: [box4hawx@mail.ru](mailto:box4hawx@mail.ru)

Information on theriologists' contributions to the development of the theory of natural plague foci is reviewed. Ecological and epizootological monitoring is one of the main aspects for surveying this dangerous infection. Zoologists participating in research on the infectious pathology of zoonoses have allowed for a breakthrough to be achieved in the study of enzootic factors, epizootology, focal paleogenesis and the evolution of parasitic systems, the patterns of the functioning of natural and anthropurgic foci, their biocenotic and spatial structure, the development of methods for evaluating the state of pathogen host and vector populations, host population control and other measures of preventing the human diseases. As a result of long-term research, a new conceptual apparatus and methods of medical mammalogy have been developed, and criteria and protocols of research and prevention activities in zoonoses foci have been defined. New digital and geoinformation technologies, as well as Earth remote sensing are presently being implemented, all this providing epidemiological prosperity of human populations for plague and other natural focal diseases in enzootical territories.

**Keywords:** theriology, zoonosis, natural and anthropurgic plague foci, epidemiological monitoring, epizootological monitoring, carriers and vectors