

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ КАЗЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОТИВОЧУМНЫЙ
ИНСТИТУТ «МИКРОБ» ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ПО НАДЗОРУ
В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ
ЧЕЛОВЕКА**

На правах рукописи

ЗЕНКЕВИЧ Екатерина Станиславовна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ЭПИЗОТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ПРИРОДНЫХ ОЧАГАХ ЧУМЫ КАК
ЭЛЕМЕНТА ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА**

3.2.2 – эпидемиология

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук,
профессор Попов Н.В.

Москва – 2024

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ | 4 |
| ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ОЧАГОВ ЧУМЫ В МИРЕ | 16 |
| 1.1 Динамика эпидемических проявлений чумы в мире в XX - XXI столетиях | 16 |
| 1.2 Влияние климатических изменений на природные очаги чумы на территории Российской Федерации и других стран СНГ | 26 |
| 1.3 Прогнозирование состояния паразитарных систем и эпизоотической активности природных очагов чумы | 32 |
| ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ | 40 |
| 2.1 Материалы исследований | 40 |
| 2.2 Методы исследований | 41 |
| 2.2.1 Разработка электронной базы данных | 41 |
| 2.2.2 Составление краткосрочных прогнозов | 43 |
| 2.2.3 Составление долгосрочных прогнозов | 43 |
| 2.2.4 Статистическая обработка результатов | 45 |
| ГЛАВА 3. МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЭПИЗОТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ ОЧАГОВ ЧУМЫ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2000-2022 гг. | 46 |
| 3.1 Общая характеристика природных очагов чумы на территории Российской Федерации | 50 |
| 3.2 Динамика эпизоотической активности природных очагов чумы на территории Российской Федерации в 2000-2022 гг. | 56 |
| 3.3 Создание базы данных по эпизоотической активности природных очагов чумы Российской Федерации | 61 |
| ГЛАВА 4. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭПИЗОТИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В ПРИРОДНЫХ ОЧАГАХ ЧУМЫ РОССИЙСКОЙ | 70 |

| | |
|--|-----|
| ФЕДЕРАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ПРИКАСПИЙСКОГО ПЕСЧАНОГО ПРИРОДНОГО ОЧАГА ЧУМЫ | |
| 4.1 Основные принципы прогнозирования эпизоотической активности природных очагов чумы | 70 |
| 4.2 Эпизоотическая активность Прикаспийского песчаного очага в 2015-2016 гг. и краткосрочный прогноз на 2017-2023 г. | 77 |
| 4.3 Сезонные особенности проявления чумы как основа краткосрочных прогнозов эпизоотической активности Прикаспийского песчаного очага | 83 |
| 4.4 Ретроспективная оценка надежности прогноза временного ряда эпизоотической активности Прикаспийского песчаного природного очага | 88 |
| 4.5 Влияние колебаний уровня Каспийского моря на эпизоотическую активность Прикаспийского песчаного природного очага чумы | 97 |
| 4.6 Долгосрочный прогноз эпизоотической активности Прикаспийского песчаного природного очага чумы (до 2032 г.) | 104 |
| ГЛАВА 5. ПЛАНИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОТИВОЭПИДЕМИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭПИЗОТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПРИКАСПИЙСКОГО ПЕСЧАНОГО ПРИРОДНОГО ОЧАГА ЧУМЫ В 2014 - 2015 ГГ. | 109 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 128 |
| ВЫВОДЫ | 132 |
| ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ | 134 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | 135 |

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АО – Астраханская область

АТД – административно-территориальное деление

БД – база данных

ГИС – геоинформационная система

МУ – методические указания

НИПЧИ – научно-исследовательский противочумный институт

ОКАТО - общероссийский классификатор объектов административно-территориального деления

ПППО – Прикаспийский песчаный природный очаг чумы

ПЧС – противочумная станция

СПК – санитарно-противоэпидемическая комиссия

СУДБ – система управления базами данных

ФБУЗ – федеральное бюджетное учреждение здравоохранения

ФКУЗ – федеральное казённое учреждение здравоохранения

ФКУН – федеральное казённое учреждение науки

ЦГиЭ – центр гигиены и эпидемиологии

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Чума - особо опасное природно-очаговое заболевание, вызываемое бактерией *Yersinia pestis*. Возбудитель чумы выявлен более, чем от 300 видов теплокровных животных и от 280 видов блох [Yang R., Anisimov A., 2016; Mahmoudi A. et al., 2020.]. По данным ВОЗ в 1990-2022 гг. в мире зарегистрировано 57321 случаев чумы. В последнее десятилетие наблюдается значительное снижение заболеваемости чумой в мире, что в основном определяется низкой эпизоотической активностью природных очагов и повышением эффективности эпидемиологического надзора за этой особо опасной инфекцией [Butler T., 2009; Bertherat E., 2016; Zeppelini C.G. et al., 2016; Vallès X. et al., 2020]. Несмотря на успехи, достигнутые в области борьбы с чумой, выразившиеся в значительном снижении показателей заболеваемости, созданием и применением противочумных вакцин и новых методов лабораторной диагностики, изменением активности природных очагов, внедрением эпидемиологического надзора, чума продолжает оставаться опасным вызовом для здоровья во многих регионах мира, в том числе в Российской Федерации.

Возбудитель чумы *Y. pestis* относится к I группе патогенности и считается относительно молодым и генетически однородным видом бактерий, патогенность которого обусловлена в том числе наличием плазмид в геноме возбудителя [Ерошенко Г.А. и др., 2015; Кутырев В.В. и др., 2007; Kutyrev V.V. et al., 2018]. Случай легочной чумы рассматривается ВОЗ как событие, которое может представлять собой чрезвычайную ситуацию в области общественного здравоохранения, имеющую международное значение [Онищенко Г.Г. и др., 2013; Попова А.Ю. и др., 2017].

Эпидемиологический надзор за чумой – это комплекс мероприятий по мониторингу эпизоотического состояния природных очагов чумы, снижению риска заражения чумой людей и предупреждению антропонозного распространения инфекции. [Кадастр эпидемических и эпизоотических

проявлений чумы на территории Российской Федерации и стран ближнего зарубежья (с 1876 по 2016 год), Попова А.Ю и др., 2016]. В соответствии с концепцией эпидемиологического надзора выделяют две подсистемы — эпиднадзора и эпидконтроля, куда входят профилактические мероприятия. Информационным обеспечением мероприятий по контролю является эпиднадзор, включая прогнозирование. Ключевыми мероприятиями в системе эпидемиологического надзора за чумой являются эпизоотологическое обследование и эпидемиологическое наблюдение за населением. При организации эпизоотологического обследования прежде всего обеспечивают решение главной задачи - как можно более раннее обнаружение эпизоотии чумы. После этого все действия осуществляют в строго установленном порядке. [Методические указания МУ 3.4.2552-09 «Организация и проведение первичных противоэпидемических мероприятий в случаях выявления больного (трупа), подозрительного на заболевания инфекционными болезнями, вызывающими чрезвычайные ситуации в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения»; Санитарно-эпидемиологические правила СП 3.1.7.3465-17 «Профилактика чумы»; Методические указания МУ 3.1.3.2355-08 «Организация и проведение эпидемиологического надзора в природных очагах чумы на территории Российской Федерации»; Попова А.Ю. и др., 2016].

В период с 1980 по 2013 гг. противочумными учреждениями было обеспечено эпидемиологическое благополучие на всей энзоотичной по чуме территории Российской Федерации, что в значительной степени обусловлено эффективной системой эпидемиологического надзора в природных очагах этой инфекции. Впервые за 35 лет (с 1979 г.) на территории России в 2014-2016 гг. были зарегистрированы 3 случая чумы в Горно-Алтайском высокогорном природном очаге. В 2013-2014 гг. в связи с выделением на территории Прикаспийского песчаного природного очага культур чумного микроба, возникла угрожающая эпидемиологическая ситуация на территории европейского Юго-Востока России, что обусловило необходимость оперативного снижения рисков заражения чумой временных и постоянных контингентов населения,

предупреждения выноса (завоза) возбудителя чумы за границы очага, оперативного купирования эпизоотических проявлений и обоснования дальнейшего его эпизоотического состояния.

Сохранение напряженной эпидемиологической обстановки в природных очагах чумы Российской Федерации требует совершенствования эпизоотического надзора и проводимых профилактических мероприятий [Онищенко Г.Г., 2002, 2006; Коренберг Э.И., 2010; Матросов А.Н. и др., 2011; Кутырев В.В. и др., 2014, Смоленский В.Ю. и др., 2017]. Известно, что в последние десятилетия лоймопотенциал природных очагов чумы значительно изменился, и появились новые факторы, влияющие на состояние паразитарных систем природных очагов чумы, включая климатические изменения, антропогенное влияние на очаговые территории [Коренберг Э.И., 2016].

Годовые и краткосрочные (сезонные) прогнозы эпизоотической обстановки являются составной частью долгосрочного эпизоотологического прогноза. Именно краткосрочное прогнозирование времени и места обострения эпизоотической обстановки позволяет обеспечить «упреждающее» проведение профилактических мероприятий, минимизировать эпидемические риски заражения на территории конкретного природного очага чумы [Попов Н.В. и др., 2002, 2013; Шестопалов Н.В., 2004; Шандала М.Г., 2009; Попова А.Ю. и др., 2016].

Степень разработанности темы исследования

В первой половине XX века основной задачей противочумных учреждений СССР являлось оздоровление (ликвидация) природных очагов [Бочарников О.Н., 1946; Миронов Н.П., 1957]. Вплоть до 60-х гг. разрабатывались исключительно прогнозы численности носителей возбудителя чумы [Лисицын А.А., 1964]. В 50-х гг. эпизоотии чумы на территории степных природных очагов сусликового типа в Северном и Северо-Западном Прикаспии прекратились, что было воспринято как доказательство их полного оздоровления [Бочарников О.Н. и др., 1959].

В 1976-1991 гг. выполнена паспортизация природных очагов чумы на территории СССР, в результате которой было обеспечено ежегодное эпизоотологическое обследование всей энзоотичной территории [Солдаткин И. С. и др., 1986; Онищенко Г.Г. и др., 2004]. Годовые объемы профилактических мероприятий по истреблению грызунов и блох определялись в основном площадью выявленных эпизоотических проявлений.

С 90-х годов площадь обследуемой территории была сокращена, эпизоотологический мониторинг стал проводится на участках с высокой потенциальной эпидемической опасностью. В этих условиях потребность в эпизоотологических прогнозах значительно возросла. В 2009 г. в практику работы противочумных учреждений была внедрена бальная оценка эпизоотической активности природных очагов чумы (СП 3.1.7.2492-09 "Профилактика чумы"). В 2016 году взамен устаревших были разработаны Методические указания «Паспортизация природных очагов чумы Российской Федерации» и «Методические указания по прогнозированию эпизоотической активности природных очагов чумы Российской Федерации». С разработкой последнего документа прогноз эпизоотической обстановки на долгосрочной, среднесрочной и краткосрочной основе стал обязательным к разработке для всех противочумных учреждений.

Цель работы

Усовершенствование методических приемов прогнозирования эпизоотической активности природных очагов чумы как важнейшей части эпидемиологического надзора на примере Прикаспийского песчаного природного очага.

Задачи

1. Создать базу данных «Эпизоотическая активность природных очагов чумы Российской Федерации».
2. Выполнить ретроспективную оценку эпизоотической активности Прикаспийского песчаного очага на основе базы данных в период 1923-2015 гг.

3. Проанализировать возможности созданной базы данных для прогностических целей применительно к территории Прикаспийского песчаного природного очага чумы.

4. Апробировать применение гармонического анализа для прогнозирования площади высокого риска заражения (км²) на территории Прикаспийского песчаного природного очага.

5. Разработать прогнозы эпизоотической обстановки в Прикаспийском песчаном природном очаге на 2016-2023 гг.

6. Усовершенствовать планирование профилактических (противоэпидемических) мероприятий в условиях прогностического обострения эпизоотической обстановки.

7. Разработать долгосрочный прогноз и установить тенденции изменения эпизоотической активности Прикаспийского песчаного природного очага до 2032 г.

Научная новизна

Для совершенствования эпидемиологического надзора впервые с применением ГИС-технологий разработана структура и внедрена в практику база данных «Эпизоотическая активность природных очагов чумы Российской Федерации».

Разработан сезонный прогноз на обострение эпизоотической обстановки на территории Прикаспийского песчаного природного очага чумы (далее - ПППО) в весенне-летний период 2015 г., что позволило оперативно провести упреждающие профилактические мероприятия и значительно снизить риски заражения в период прогностического обострения эпизоотической обстановки.

Обоснован экспертный прогноз на отсутствие в 2016-2023 гг. эпизоотий на территории Прикаспийского песчаного природного очага чумы, который полностью оправдался. Обоснован долгосрочный прогноз на сохранение низкой эпизоотической активности Прикаспийского песчаного природного очага чумы, вплоть до 2032 г. Предложен способ прогнозирования площади высокого риска

заражения в Прикаспийском песчаном природном очаге чумы. Впервые на основании применения гармонического анализа обоснована принципиальная возможность заблаговременного прогнозирования масштабов эпизоотических проявлений, что открывает перспективу упреждающего планирования адекватных объемов профилактических и противоэпидемических мероприятий.

Разработана и апробирована тактика проведения комплекса профилактических мероприятий, позволившая обеспечить эпидемиологическое благополучие по чуме на участках прогностического обострения эпизоотической обстановки на территории Прикаспийского песчаного природного очага чумы в 2014-2015 гг. Обоснована высокая противоэпизоотическая эффективность тактики купирования эпизоотических проявлений в весенне-летний период на локальных участках как основы оздоровления Прикаспийского песчаного очага. Обосновано, что в результате выполненных профилактических мероприятий обеспечен длительный (2016-2023 гг.) оздоровительный противоэпизоотический эффект на территории Прикаспийского песчаного очага. Для обеспечения эпидемиологического благополучия на территории Прикаспийского песчаного природного очага песчаночьевого типа разработан комплекс профилактических мероприятий, направленный на постоянное поддержание высокого противоэпидемического потенциала медицинской сети, повышение оперативности проведения вакцинации контингентов риска, выполнения в начальный период развития эпизоотии дератизации и дезинсекции на всех участках обнаружения зараженных животных.

Теоретическая и практическая значимость

Долгосрочный прогноз на длительное сохранение низкой эпизоотической активности Прикаспийского песчаного природного очага свидетельствует о необходимости изменения тактики эпизоотологического мониторинга, основной целью которого становится контроль очаговых территорий стойкого проявления чумы в соответствии с ретроспективными данными разработанной базы данных. Предлагаемый алгоритм оздоровления Прикаспийского песчаного природного

очага применим для длительного поддержания низкой эпизоотической активности других энзоотичных по чуме территорий Российской Федерации.

Результаты исследований использованы при подготовке нормативно-методических документов федерального уровня: «Методические указания по прогнозированию эпизоотической активности природных очагов чумы Российской Федерации». МУ 3.1.3.3394-16; Методические указания «Паспортизация природных очагов чумы Российской Федерации». МУ 3.1.3.3395-16.

Помимо теоретической значимости, данная работа имеет практическое применение, а именно разработанные прогнозы внедрены в практику письмами руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 05.02.2016 № 01/1240-16-32, от 16.01.2017 № 01/340-17-32, от 11.01.2018 № 01/155-2018-32, от 15.01.2019 № 01/305-2019-32 «О прогнозе эпизоотической активности природных очагов чумы на территории Российской Федерации на 2016 г., 2017 г., 2018 г., 2019 г.». Практическая значимость подтверждена свидетельством о государственной регистрации базы данных «Эпизоотическая активность природных очагов чумы Российской Федерации» в Реестре баз данных Российской Федерации №2017620781.

Методология и методы исследования

Основными методами исследования были эпизоотологический, эпидемиологический и статистический методы. Для ретроспективной оценки эпизоотической активности природных очагов чумы на территории Российской Федерации использованы материалы годовых обзоров и прогнозов эпизоотического состояния природных очагов чумы, данные оперативных ежемесячных сводок о проведении профилактических противочумных мероприятий, представленные ФКУЗ «Противочумные станции» и «Противочумный Центр» Роспотребнадзора, а также аналитические обзоры и прогнозы активности природных очагов чумы на территории Российской

Федерации, подготовленные ФКУН РосНИПЧИ «Микроб», ФКУЗ «Иркутский НИПЧИ» и «Ставропольский НИПЧИ» Роспотребнадзора.

Для проведения пространственно-временного анализа эпизоотических проявлений чумы и последующего прогнозирования времени и места обострения эпизоотической обстановки использовали электронную базу данных (БД) на основе геоинформационных систем.

При обработке данных и проведении пространственного анализа использовалась географическая информационная система (ГИС) ArcGIS 10.x в составе ArcMap, ArcCatalog и модулей расширения ArcGIS Spatial Analyst. Для анализа многолетней динамики эпизоотической активности природных очагов чумы на территории Российской Федерации применяли компьютерные программы Statistica 6,0 и Excel с использованием пакета стандартных приложений Microsoft Office и языка программирования R версии 2.10.1.

Основные положения, выносимые на защиту

1. В результате проведения в 2014-2015 гг. на территории Прикаспийского песчаного природного очага комплекса противоэпидемических (профилактических) мероприятий достигнуто длительное снижение его эпизоотической активности (до 2023 г. включительно) и обеспечено эпидемиологическое благополучие по чуме на участках прогностического обострения эпизоотической обстановки.

2. На основании многолетних данных результатов эпизоотологического исследования природных очагов Российской Федерации создана База данных «Эпизоотическая активность природных очагов чумы Российской Федерации», которая способствовала дальнейшему совершенствованию эпидемиологического надзора в природных очагах чумы благодаря облегчению визуализации и дальнейшей работы с внесенными переменными.

3. Применение гармонического анализа с использованием ретроспективных данных об эпизоотической активности Прикаспийского песчаного очага перспективно для составления прогноза площади высокого риска

заражения, что в свою очередь может быть использовано для эффективного упреждающего планирования и проведения адекватного объема профилактических мероприятий в очаге.

В период 2021-2032 гг., на фоне сохранения низкого уровня Каспийского моря, прогнозируется отсутствие эпизоотических проявлений чумы на территории Прикаспийского песчаного очага.

Степень достоверности и апробация результатов

Эпизоотологическое обследование территории 11 природных очагов чумы на территории Российской Федерации в период 2000-2022 гг. проводилось в соответствии с действующими нормативно-методическими документами. Обобщены и проанализированы эколого-эпизоотологические данные эпизоотологического мониторинга энзоотичных по чуме территорий Российской Федерации, поступившие в Референс-центр по мониторингу за чумой и другими особо опасными бактериальными инфекциями при ФКУН РосНИПЧИ «Микроб» Роспотребнадзора за период 2000-2022 гг. Достоверность результатов и выводов обоснована статистической обработкой с применением современных компьютерных программ репрезентативного количества анализируемых данных.

Работа выполнена в рамках «Отраслевой научно-исследовательской программы «Проблемно-ориентированные научные исследования в области эпидемиологического надзора за инфекционными и паразитарными болезнями» Роспотребнадзора на 2016-2020 гг., п. 6.1.2 «Совершенствование определения эпизоотической и эпидемической активности природных очагов особо опасных инфекционных болезней и прогнозирование с применением информационных технологий и обоснованием мер по управлению рисками» в рамках плановой научной темы ФКУН РосНИПЧИ «Микроб» Роспотребнадзора: НИР 43-1-13 «Совершенствование методов оценки и прогнозирования эпизоотического потенциала и активности природных очагов инфекционных болезней бактериальной и вирусной этиологии на территории Российской Федерации».

Материалы диссертации апробированы в рамках научных конференций: XIII Межгосударственной научно-практической конференции государств-

участников СНГ «Достижения в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия в государствах-участниках СНГ в рамках реализации стратегии ВОЗ по внедрению ММСП (2005 г.) до 2016 года» (1-2 ноября 2016 г., Саратов), VIII Ежегодного Всероссийского конгресса по инфекционным болезням (г. Москва, 2017), XI Съезде Всероссийского научно-практического общества эпидемиологов, микробиологов и паразитологов (г. Москва, 2017). Материалы диссертации были заслушаны на Научных конференциях отделов «Эпидемиология» и «Природноочаговые инфекции» ФГБУ «НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России 05.10.2017 и 13.06.2019.

Личный вклад соискателя

Автором самостоятельно подготовлена рукопись диссертации и автореферата, доля участия в подготовке к печати результатов научных исследований составляет 80 %. Автор разработал годовые и сезонные прогнозы эпизоотической активности ПППО на 2016-2023 гг., обосновал долгосрочный прогноз эпизоотической активности ПППО до 2032 г., апробировал методические приемы количественной оценки прогностического обострения эпизоотической обстановки на территории ПППО, усовершенствовал тактику эпидемиологического надзора в ПППО на основе среднесрочных и сезонных прогнозов, предложил способ прогнозирования площади территории высокого риска заражения на территории ПППО с применением гармонического анализа. Автор принимал непосредственное участие в разработке базы данных «Эпизоотическая активность природных очагов чумы Российской Федерации» совместно с ведущим сотрудником лаборатории эпизоотологического мониторинга отдела эпидемиологии ФКУН РосНИПЧИ «Микроб» Роспотребнадзора, к.б.н. Поршаковым А. М.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Научные положения диссертации соответствуют паспорту специальности 3.2.2 – эпидемиологии. Результаты проведенного исследования соответствуют областям исследований: пунктам 2 и 5 паспорта специальности «Эпидемиология».

Публикации

Материалы диссертации представлены в 13 опубликованных работах, из них: 9 статей в изданиях, рекомендованных ВАК, 4 работы в сборниках международных конференций.

Структура диссертации

Диссертация изложена на 165 страницах. Состоит из списка сокращений и условных обозначений, введения, 5 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Содержит 14 таблиц и 21 рисунок. Список использованных источников включает 238 работ, в том числе 194 отечественных и 44 иностранных.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. Современное состояние природных очагов чумы мира

1.1 Динамика эпидемических проявлений чумы в мире в XX-XXI столетиях

В XX столетии природные очаги чумы выявлены в Северной и Южной Америке, Африке, Азии и Европейской части Российской Федерации, эпидемические проявления чумы зарегистрированы на территории 56 стран [225, 17, 120, 160, 59, 133, 233]. Природные очаги чумы, находящиеся в разных ландшафтно-географических зонах и поясах гор, характеризуются выраженными особенностями биоценотической структуры и эпизоотической активности [159, 125, 136]. Потенциальная высокая эпидемиологическая опасность природных очагов чумы определяется комплексом факторов, в первую очередь, вирулентностью циркулирующих штаммов чумного микроба, сезонной и многолетней динамикой их эпизоотической активности, плотностью контактов постоянного и временного населения с их биоценотическими комплексами [59, 79, 153]. При этом климатические факторы оказывают ведущую роль в влиянии на состояние паразитарной системы и эпизоотическую активность природных очагов чумы [145, 129, 53, 197, 196, 209]. Всеобщее изменение климата обуславливает характерное цикличное и синхронное нарастание и снижение эпидемической активности в природных очагах чумы, лежащих на разных континентах. Последнее в основном связано с капитальным снижением численности носителей и переносчиков чумы в равнинных природных очагах аридных территорий, вследствие неблагоприятного воздействия климатических факторов, определяющих наступление длительных межэпизоотических периодов [89, 59, 177]. Влияние изменений климата выражено в меньшей степени на территориях горных и высокогорных ландшафтов, в связи с чем там сохраняется более устойчивый характер эпизоотических и эпидемических проявлений чумы.

В мире в период 1900-1949 гг. сохранялся высокий уровень заболеваемости чумой [17, 59]. В первой половине XX столетия в мире наиболее значимые подъемы заболеваемости чумой зарегистрированы в 1900-1909 гг., 1945-1949 гг. [225]. В 1950-1959 гг. заболеваемость чумой резко снизилась в 17 раз, также в 2 раза уменьшилось число пораженных стран [17, 59]. Во второй половине прошлого столетия после подъема в 1960-1969 гг. заболеваемость ежегодно снижалась в 1,5-2 раза и стабилизировалась на уровне менее 0,9-1,4 тыс. человек в год вплоть до 1985 г. [211]. В 1990-1999 гг. в мире отмечен рост заболеваемости чумой. Причем в 1991 г. и 1996 г. чумой заболело более трех тысяч человек, а в 1997 г. - 5419 человек [211]. В 2000-2008 гг. в мире число случаев заражения чумой варьировало в пределах 1773-2686 человек. Всего в 2000-2009 г. случаев заболевания чумой в мире составило 21725, из которых летальных – 1380 [211].

В период 2010-2019 гг. произошло заметное снижение эпидемической активности природных очагов чумы мира (зарегистрировано 6367 случаев, из них летальных - 871) [199, 146]. Наиболее эпидемически активны природные очаги чумы в Африке (6222 случая) (Рисунок 1).

На острове Мадагаскар как в наиболее сильно пораженной стране мира заболело чумой 5451 человека (86 % от общего числа случаев заболеваний в мире), в Демократической Республике Конго выявлено 636 случаев, в Уганде – 74 случая и Танзании – 61 случай. В Южной и Северной Америке в 2010-2019 гг. заболевания чумой имели место в Перу – 67 случаев; в США – 48 случаев, в Боливии – 4 случая. В Азии в 2010-2019 гг. заболевания чумой имели место в Китае – 15 случаев; в Монголии – 7 случаев, в Республике Киргизстан – 1 случай [199, 146]. Причем в 2019 г. в природных очагах чумы Северной и Южной Америки, Африки, Азии зарегистрировано всего 148 случаев заболевания чумой, из них 12 летальных [199, 146]. Основными носителями чумы в очагах Африки, Южной и Северной Америки Азии являются синантропные (черная, многососковая крысы) и промысловые (морские свинки, луговые собачки, сурки, суслики) виды грызунов. В США значительные эпидемиологические риски заражения чумой в сельской местности обусловлены домашними кошками и

собаками, а также промысловыми контактами населения с хищниками, кормящимися грызунами [198, 215, 208, 228, 201].



Рисунок 1 – Эпидемическая активность природных очагов чумы мира в 2011-2020 гг. и распределение случаев заболеваний между Африкой и Азией [59, 174, 214]

Описываемое снижение заболеваемости чумой в 2010-2019 гг. аналогично спаду в 1950-1959 гг. соответствует наступлению очередной волны современного потепления климата, которое неблагоприятно повлияло на биоценотические комплексы равнинных и предгорных природных очагов во многих регионах мира, в том числе и на территории Российской Федерации [118, 119, 103, 129]. В первой половине XX столетия наиболее высокая эпидемическая активность природных очагов чумы имела место в странах Азии, на долю которых в 30-50 гг. приходилось до 95,7 %, в 60-70-х гг. – до 80,6 % от всех случаев чумы в мире [17, 59, 176]. Наиболее высокая эпидемическая активность природных очагов

зарегистрирована на территории Индии, Индонезии, Бирмы, Вьетнама [35, 176, 103, 225, 204, 205]. В 80-90-х гг. прошлого столетия эпидемическая обстановка по чуме в мире значительно изменилась, в первую очередь, за счет резкого снижения заболеваемости в Азии, вследствие усиления противоэпидемических мероприятий и снижения эпизоотической активности расположенных здесь природных очагов чумы. На этом фоне отмечено постепенное увеличение числа случаев заражения чумой в странах Африки и Америки [59, 174, 214]. В 1984-1993 гг. в Африке зарегистрировано 66,3%, а в 1994-2003 гг. – 88,0 от общего числа больных в мире [176]. Причем 83,3 % всех случаев заражения чумой зарегистрировано на территории трех стран – Мадагаскара, Танзании и Демократической Республике Конго [176], где национальные системы здравоохранения уделяют недостаточное внимание организации и проведению противоэпидемических мероприятий. В XXI столетии наибольшее число случаев заболевания чумой также ежегодно регистрируется в Африке. На долю Демократической Республике Конго и Мадагаскара приходится более 90 % всех зарегистрированных здесь случаев заражения [211].

В границах России в 1876–2016 гг. всего зарегистрировано 3242 случая заражения чумой на территории семи природных очагов. Бубонная форма чумы отмечалась у 69,4, легочная – у 27,1, бубонно-легочная – 2,7 % больных. Легочная форма чумы развивалась как осложнение бубонной, либо в результате заноса больными людьми из эпидемических очагов [146]. Самая высокая эпидемическая активность природных очагов чумы России в XX столетии отмечена в 1900-1938 гг. Всего было зарегистрировано 318 вспышек и эпидемий чумы [59, 177, 146]. Единичные случаи заражения имели место в 1947-1948, 1954, 1960, 1979 гг. [151]. В результате выполненных в 40-60-е гг. прошлого столетия профилактических мероприятий в природных очагах европейского юго-востока России риски заражения чумой в регионах Северного, Северо-Западного Прикаспия, Предкавказья и Забайкалья были надолго снижены. В 50-60 гг. прошлого столетия оздоровительный эффект был также усилен неблагоприятным воздействием на паразитарные системы Прикаспийских равнинных природных очагов сусликового

и песчаночьего типа климатических факторов, в первую очередь потепления климата [149, 50]. В России единичные случаи заболевания зарегистрированы только в 2014 г. (1), 2015 г. (1) и 2016 (1) на территории Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы [79, 15, 152]. В XIX- XX столетиях заражения чумой имели место в Дагестанском равнинно-предгорном, Прикаспийском Северо-Западном степном, Волго-Уральском степном, Волго-Уральском песчаном, Прикаспийском песчаном, Горно-Алтайском высокогорном, Забайкальском степном природных очагах чумы.

На территории России эпизоотологический мониторинг за природными очагами чумы фактически ведется с 1913 г. [6, 31]. Накопленные в XX столетии данные по регистрации находок зараженных чумой животных и случаям заражения послужили основой для определения границ распространения возбудителя чумы и проведения в 1976-1991 гг. паспортизации природных очагов чумы на территории России, а также создания банка унифицированных данных [165, 171, 125]. Последнее позволило уточнить границы ареала энзоотии чумы на территории России и других стран СНГ и ближнего зарубежья, охарактеризовать пространственно-временные особенности развития эпизоотий чумы [46, 88, 137], разработать современную концепцию мониторинга природных очагов чумы и проведения комплексных профилактических мероприятий [140, 138, 107, 106].

Значительная часть энзоотичной по чуме территории Российской Федерации (Северный Прикаспий, Кавказ, Предкавказье, Алтай, Забайкалье) делит границы с очагами Казахстана, Монголии, Китая, Азербайджана и Грузии. Общая длина смежных границ составляет более 1600 км, наибольшая из таких границ с Монголией (585 км) и Казахстаном (510 км). Помимо расположенных в странах СНГ активных природных очагов, энзоотичные по чуме территории государства дальнего и ближнего зарубежья (Монголии, Китая, Грузии, Азербайджана) несут риски возникновения и распространения чумы в связи с увеличением региональных и межконтинентальных взаимосвязей.

В настоящее время на территории стран-участниц СНГ и ближнего зарубежья лежит 45 природных очагов, включая: 25 песчаночьего типа, 8

сусликового, 5 сурочьего, 5 полевочьего, 1 пищухово-сурочьего, 1 сурочье-сусликового-полевочьего типов [125, 9]. Общая площадь энзоотичной по чуме территории стран СНГ, составляет более 2,078 млн. км². В XX-XXI столетиях в странах СНГ наличие природных очагов чумы установлено на территории Азербайджана, Армении, Казахстана, Киргизии, России, Таджикистана, Туркменистана, Узбекистана [11, 45, 125, 151]. В Грузии, входящей до 2009 г. в состав СНГ, энзоотичная по чуме территория занимает по площади 8 тыс. км² [45].

В Казахстане выявлено 20 природных очагов чумы общей площадью около 1021350 км² [9]. В 2000-2015 гг. наиболее эпизоотически активны были природные очаги чумы, лежащие в центральной и южной части пустынной ландшафтно-географической зоны. На территориях Алматинской, Кызылординской, Жамбылской, Актюбинской и Мангистауской областей Казахстана формируется наиболее тяжелая эпидемиологическая обстановка [11, 10, 12]. Наряду с этим в южной части пустынной зоны Казахстана в последние десятилетия было отмечено увеличение площади энзоотичных по чуме территорий [10], в основном вследствие увеличения эпизоотической активности природных очагов чумы песчаночьего типа в Прибалхашье [167]. Напротив, низкая эпизоотическая активность природных очагов чумы песчаночьего типа была отмечена в северной части пустынной ландшафтно-географической зоны [149, 129]. Длительные межэпизоотические периоды отмечены здесь в Урало-Эмбенском пустынном (с 2002 г.), Волго-Уральском песчаном (с 2007 г.) природных очагах чумы. В 2000–2015 гг. на территории Республики Казахстан выделено 4957 штаммов чумного микроба, в том числе: в 2000 г. – 259 культур; 2001 г. – 309; 2002 г. – 603; 2003 г. – 432; 2004 г. – 631; 2005 г. – 318; 2006 г. – 146; 2007 г. – 197; 2008 г. – 344; 2009 г. – 255; 2010 г. – 478; 2011 г. – 430; 2012 г. – 168; 2013 г. – 137; 2014 г. – 162; 2015 г. – 88, 2016 г. – 148 культур [10, 143, 149].

С 1921 г. по 2003 г. в зоне Среднеазиатского пустынного очага заболело чумой 2280 человек. В Казахстане с 1990 по 2015 гг. зарегистрировано 23 случая заболевания чумой (7 с летальным исходом), среди них: в 2001 г. на ст.

Саксаульская Кызылординской области – 2 заболевших (1 летальный); в 2002 г. – 2 в Кызылординской области; в 2003 г. – 4 (1 летальный) в Аральском районе Кызылординской области (1 заболевший) и Мангистауской области (3 заболевших) [11, 10, 12].

На территориях Республики Азербайджан и Грузии, смежных с Россией, расположен Закавказский равнинно-предгорный очаг, занимающий значительную часть Азербайджана и восточные районы Грузии [45]. Заболевания чумой на территории Закавказского равнинно-предгорного природного очага имели место в 1910 (Бакинский район, 1 случай), в 1914 г. (Бакинский район, 30 случаев; Джеватский уезд, 50 случаев), в 1929 г. (Нагорно-Карабахская область, н.п. Гадрут, Шагах, Балутан и др. – 33 случая) [151]. Эпизоотии чумы были зарегистрированы в 1953–1960, 1965–1971, 1976–1978, 1984–1985 и 1987 гг. [125]. В последние десятилетия эпизоотологическое обследование очагов проводилось спорадически.

В Кыргызской Республике расположена группа высокогорных автономных очагов (5 очагов) сурочьего типа, общая площадь которых составляет 38500 км². В 1942-1981 гг. здесь неоднократно регистрировали эпизоотические и эпидемические проявления чумы. Случаи заражения отмечены на территории Иссык-Кульской области в 1942 г., 1947 г., 1952 г., 1958 г., 1981 г. В 2013 г., после длительного перерыва с 1981 г., здесь зарегистрирован новый (летальный) случай заболевания чумой в Ак-Суйском районе Иссык-Кульской области Кыргызской Республики [151].

В XX столетии в других природных очагах чумы государств СНГ эпидемические осложнения по чуме различного ранга (единичные случаи, групповые заболевания) неоднократно имели место на территории Республики Узбекистан, Республики Туркменистан, Армении [125, 151]. В 2000-2015 гг. в странах СНГ эпизоотии чумы зарегистрированы в Узбекистане – в Устюртском и Кызылкумском природных очагах; Армении – в Закавказском высокогорном природном очаге [149, 129, 9]. Информация об эпизоотической активности природных очагов чумы на территории Азербайджана, Грузии, Киргизии,

Таджикистана, Туркмении в период 2000-2015 гг. практически отсутствуют. В текущем столетии случаи заболевания людей не выявляются в странах СНГ с 2004 г. [151].

На территории государств-наблюдателей при СНГ (Монголия, Афганистан) также действуют эпидемически активные природные очаги чумы [4, 174]. Так, в Монголии расположено 12 природных очагов, состоящих из 50 мезо- и 200 микроочагов. Очаги лежат на территории 137 сомонов 17 провинций и занимают общую площадь 443 км² [118, 186]. В 2000–2015 гг. природные очаги Монгольского Алтая и Хангая характеризуются наибольшей эпизоотической активностью, где массивные эпизоотии чумы среди монгольских сурков и случаи заражения человека выявляют почти ежегодно. В 2005–2019 гг. выявлено 16 случаев заболевания чумой на территории 10 сомонов 7 аймаков, причем в 2019 году 2 из 2 случаев были летальными. Природная очаговость чумы в Афганистане практически не изучена [23, 53].

В связи с развитием торговых отношений с государствами стран ШОС и БРИКС значительно возросла угроза завоза (заноса) чумы с энзоотичных по чуме территорий Бразилии, Индии, Китая, Южно-Африканской Республики [153]. Площадь энзоотичных по чуме территорий составляет в Бразилии (13 штатов) – около 400 тыс. км², в Индии (9 штатов) – около 600 тыс. км², в Китае (11 природных очагов) – 1400 тыс. км², в ЮАР (6 провинций) – более 850 тыс. км² [159, 133, 53, 174]. Общая площадь энзоотичной по чуме территории стран БРИКС составляет более 3472 тыс. км². В последние 2–3 десятилетия паразитарные системы равнинных природных очагов чумы на территории стран, входящих в ШОС и БРИКС, находятся в состоянии глубокой депрессии. В начале XXI столетия из стран, входящих в состав ШОС и БРИКС, высокую эпизоотическую и эпидемическую активность сохранили только горные и высокогорные природные очаги чумы Китая (Тибетское нагорье), Монголии (Монгольский Алтай и Хангай) и России (Кавказ, Алтай) [118, 119, 167, 227, 230].

В XX столетии крупные эпидемические осложнения по чуме неоднократно имели место в странах, входящих в состав БРИКС. В частности, в 1959–2000 гг.

заболевания чумой неоднократно имели место в энзоотичных по чуме районах Бразилии на фоне эпизоотий среди диких и синантропных видов грызунов [218, 225, 159, 55]. В 1935–1967 гг. в Бразилии зарегистрировано 4213 случаев заболевания чумой. Максимальная эпидемическая активность очагов отмечена в 1968–1969 и 1974–1975 гг. Причем в 1968–2000 гг. зарегистрировано 2764 случаев заболевания чумой, из них в 1990–2000 гг. – только 79 случаев [199]. С 90-х годов прошлого столетия эпидемическая активность очагов резко снизилась (спорадические случаи заболевания чумой). В период с 2001 по 2015 год случаи заболевания чумой людей в Бразилии не зарегистрированы.

В Индии в XX столетии отмечено волнообразное, периодическое обострение эпидемической обстановки. Чумные эпидемии, начиная с 1896 г., достигли своего максимума в 1907 г. [181]. В последующий период подъемы заболеваемости имели место в 1942–1947 и 1961–1963 гг. После 1967 г. заболевания прекратились [232], вплоть до 1994 г., когда чумой заболело 876 человек [92]. В последующий период заболевания имели место в 2002 г. (штат Химчал-Прадеш – вспышка легочной чумы – 16 случаев), в 2004 г. (с. Дангуд, округ Уттар-Каши, штата Уттаракханд – вспышка бубонной чумы – 8 случаев) [206].

На современной территории КНР выявлено 11 природных очагов чумы сурочьего (4), сусликового (2), песчаночьего (1), полевочьего (3) и крысиного (1) типов) [68, 119].

В настоящее время на территории Китая отмечено сохранение высокой эпизоотической и эпидемической активности горных и высокогорных природных очагов чумы, расположенных, в основном в Северном, Северо-Западном и Западном Китае [220]. В 1960–2014 гг. заболевания людей выявляли в провинциях Цинхай (Тибетское нагорье), Юньнань, Ганьсу. Во второй половине XX столетия максимальная эпидемическая активность природных очагов чумы отмечена в период 1990–2009 гг. В последние годы эпидемические осложнения по чуме на территории Китая зарегистрированы в 2010 г. (5 случаев), в 2011 г. (1 случай) и 2014 г. (2 случая) [199]. В последние 50 лет равнинные и предгорные очаги чумы,

расположенные в границах Внутренней Монголии, Северо-Восточного и Юго-Восточного Китая, существенно сократили эпизоотическую и эпидемическую активность и пребывают в межэпизоотическом периоде [102, 119].

В ЮАР в период с 1899 по 1907 год вспышки чумы, которым предшествовали эпизоотии среди крыс, неоднократно отмечали в городах Кейптаун, Порт-Элизабет, Ист-Лондон, Дурбан и др. [225]. С 1914 по 1982 год спорадически возникали небольшие вспышки чумы в сельских местностях на территории провинций – Капской, Оранжевой Республике, Трансвааль. Максимальная эпидемическая активность очагов отмечена в 1923–1924, 1929–1930, 1934–1937, 1942–1943, 1947–1949, 1954–1955 [207, 22]. С 1983 г. заражений чумой на территории ЮАР не зарегистрировано.

Таким образом, будучи тесно связанной с прошлым, чума до сих пор представляет собой глобальную проблему здравоохранения. Анализ динамики эпидемических проявлений чумы в мире позволил выявить цикличность процесса, а также общую тенденцию к снижению заболеваемости чумой. Эпидемические проявления чумы неоднородно распределены среди континентов, в настоящее время большая часть случаев заражений приходится на страны Африки, в отличие от первой половины XX столетия, когда по уровню заболеваемости лидировали азиатские страны. Отрицательная динамика уровня заболеваемости связана в основном с применением современных методов профилактики и борьбы с чумой. Так в некоторых странах в зонах очаговости создаются профильные лаборатории, реализуются долгосрочные национальные программы по борьбе с чумой, совершенствуется диагностика и профилактика этой инфекции [176]. Несмотря на прилагаемые усилия систем здравоохранения, вследствие низкого социально-экономического уровня жизни населения, в отдельных странах Африки и Южной Америки продолжают сохраняться постоянные высокие риски заражения, как правило, связанные с наличием интенсивных контактов населения с природно-очаговыми комплексами [199].

1.2 Влияние современного потепления климата на природные очаги чумы на территории Российской Федерации и других стран СНГ

Сезонная и многолетняя динамика эпизоотической активности природных очагов чумы и других зоонозов определяются, во многом, глобальными и региональными климатическими и антропогенными факторами и, в первую очередь, режимом осадков и температур [183, 182, 25, 145, 7, 70, 236]. Отмечено, что погодные условия текущего года или группы лет играют определяющую роль в состоянии паразитарной системы природных очагов бактериальных, риккетсиозных и вирусных инфекционных болезней [160, 8, 162, 96, 149, 134, 210, 219]. Гидрометеорологические условия на территории природных очагов опасных инфекционных болезней оказывают решающую роль в состоянии численности популяций фоновых видов их носителей и переносчиков [117, 115, 97] и определяют, во многом, условия циркуляции их возбудителей [63, 60, 64, 94, 144, 67]. Отмечена также связь эпизоотий чумы с типами атмосферной циркуляции в Северном полушарии и 11-летними и вековыми циклами солнечной активности [89]. Рядом авторов рассмотрены возможные механизмы влияния климатических показателей (ветрового режима, влажности почвы) на активность природных очагов чумы [39, 162]. Современные данные по экологии чумного микроба, определяющие возможность его существования в почвенной биоте [80, 132, 144], также подтверждают решающую роль климатических факторов в энзоотии чумы. В этом плане особый интерес представляет тот факт, что экологический оптимум развития свободноживущих почвенных нематод, равно как и метаморфоза большинства видов блох, лежит в диапазоне температур 13-25⁰ С при относительной влажности почвы и воздуха около 80-90 % [229]. Также существенно, что температурный оптимум развития биопленок чумного микроба находится в том же диапазоне [213, 229].

В аридных ландшафтах наступление экологического оптимума для реализации механизма развития эпизоотий чумы носит четко выраженный сезонный и периодический характер [130]. Развитие крупных эпизоотических

волн здесь, в соответствии с вариациями климата, чередуется с длительными межэпизоотическими периодами [5, 149, 134]. Напротив, в условиях горных ландшафтов в первую очередь в границах альпийского и субальпийского поясов, проявления чумы носят постоянный характер [18, 45]. Последнее связано, очевидно, с большей многолетней стабильностью экологических факторов в летние месяцы, по сравнению с аридными равнинными ландшафтами. Хотя и здесь сезонный характер развития эпизоотий чумы отчетливо выражен [45, 14]. Этот же комплекс факторов внешней среды, в первую очередь, влажность почвы нор животных, определяет пространственное распределение природных очагов этой инфекции [42, 43, 45, 180]. В частности, установлено, что в равнинных природных очагах чумы более 70% микроочагов было выявлено в условиях повышенной увлажненности грунта – в прибрежных участках Каспия, поймах и дельтах современных и высохших рек, вблизи балок с ливневым и родниковым увлажнением и т. п. [44, 42, 180]. На территории Прикаспийской низменности особенно чётко прослеживается взаимосвязь между динамикой уровня Каспия и проявлениями чумы [57, 58, 56].

При сопоставлении ареала чумного микроба с климатическими показателями выявлено, что очертания этого ареала довольно близко совпадают с областью, где в год выпадает не более 300-350 мм осадков; ещё более близкое совпадение наблюдается с изолиниями определённого гидротермического коэффициента [84]. На равнинах наибольшая частота проявления чумы характерна для северной мезофильной окраины пустынного фаунистического комплекса, а в горах – для субальпийского и альпийского поясов с условиями достаточного или избыточного увлажнения [44, 42, 30]. Отмечено наличие определенной связи между эпизоотическими проявлениями чумы и содержанием микроэлементов в растениях и почве [162, 77, 179].

Потепление климата Северного полушария в середине XX столетия благоприятствовало росту эпизоотического потенциала горных и высокогорных природных очагов чумы. Ввиду потепления климата в 1946–1954 гг. имело место значительное ухудшение эпизоотологической и эпидемиологической ситуации в

горных ландшафтах Тянь-Шаня и Западного Алтая. В последующем, в условиях сохранения динамики глобального потепления климата, эпизоотии в первый раз были выявлены в горных системах Закавказского нагорья (1958 г.), Алтая (1961 г., 1964 г.), Кавказа (1970–1971 гг.), Гиссаро-Дарваза (1970 г.), Таласского Алатау (1977 г.), Джунгарского Алатау (1991 г.). [45, 129, 14, 9]. В настоящий момент 14 высокогорных и горных природных очагов чумы находятся на территории России, Казахстана, Киргизии, Таджикистана, Армении, включая высокогорные – Центрально-Кавказский, Горно-Алтайский высокогорный, Закавказский, Восточно-Кавказский, Гиссарский, Тянь-Шанский, Алайский, Таласский, Джунгарский, горный – Тувинский. В 2000-2016 гг. отмечена тенденция увеличения площади и потенциальной эпидемической опасности Горно-Алтайского высокогорного и Тувинского горного природного очагов чумы [79, 15, 152]. Заражение чумой серого сурка, который является промысловым видом, увеличило риски заражения браконьеров, что и стало основной причиной единичных случаев чумы у человека в 2014-2016 гг. [152].

Глобальное потепление климата влияет на паразитарные системы и эпизоотическую активность природных очагов чумы в основном посредством: преобразования границ ландшафтно-географических зон, увеличения площадей аридных ландшафтов; преобразование кормовой базы, которое приводит к изменению видового спектра грызунов и смене доминирующих видов в их многовидовых сообществах; повышение температуры зимних месяцев ведет к изменениям в численности фоновых видов грызунов; увеличение численности переносчиков возбудителя чумы; увеличение ареалов переносчиков возбудителей чумы; изменение сезонности передачи *Y.pestis*; трансформация нозоареала возбудителя инфекции [33, 7, 21, 192, 149, 129, 235]. Важно, что практически все обозначенные выше негативные эпизоотологические и эпидемиологические изменения ярко проявили себя в настоящее время на европейском Юго-Востоке России, т.е. на территории степной и полупустынной ландшафтно-географических зон. Соответственно, наиболее существенное преобразование пространственно-биоценотической структуры природных очагов чумы,

произошедшее в связи с потеплением климата, выявлено на границе степных и полупустынных ландшафтов на территории Казахстана [149].

В XX столетии потепление климата в Северном полушарии началось в конце 40-х гг. и, в последующем, носило волновой характер [29, 164]. Наиболее сильное негативное влияние климатических факторов на состояние паразитарных систем равнинных, предгорных и низкогорных природных очагов чумы на территории Российской Федерации имело место в 50-60-х и 80-90-х гг. двадцатого столетия [84, 87, 149, 129]. На этом климатическом фоне, в 50-60-х гг. и 80-90-х гг. XX столетия, по мере усиления негативного влияния климатических факторов на паразитарные системы равнинных, предгорных и низкогорных природных очагах сусликового типа Российской Федерации и Республики Казахстан, их эпизоотическая активность резко снижалась, вплоть до установления длительных (25-30- летних и более) межэпизоотических периодов [145, 137]. На территориях Казахстана, в северной части пустынной ландшафтно-географической зоны, пустынные природные очаги чумы песчаночьевого типа также характеризовались низкой эпизоотической активностью. Здесь впервые (с 2002 г.) зарегистрирован межэпизоотический период в Урало-Эмбенском пустынном природном очаге чумы [10]. Последнее позволяет считать, что в условиях современного потепления климата и изменения сезонности режима увлажненности очаговых территорий имело место одновременное прекращение эпизоотий чумы в природных очагах сусликового и песчаночьевого типа на всей обширной территории Прикаспийской низменности.

В 2000-2012 гг. в природных очагах чумы сусликового типа Северного, Северо-Западного Прикаспия, Предкавказья и Забайкалья сохранялось депрессивное состояние численности носителей и переносчиков этой особо опасной инфекции [143, 129, 148]. В XXI столетии особенно значимые изменения эпизоотического потенциала природных очагов чумы под влиянием потепления климата произошли на территории полупустынь и пустынь Прикаспийской низменности в границах Астраханской области, Республики Калмыкия, Республики Дагестан, Республики Казахстан [144, 10, 9]. На протяжении 2000-

2012 гг. здесь неоднократно отмечали аномально высокие температуры зимних месяцев, а также малое количество зимних и весенних осадков, частое развитие весенне-летних засух [180, 129]. В этих условиях произошло дальнейшее сокращение площади поселений и численности малого суслика, как результат раннего пробуждения зверьков, снижения их генеративного потенциала, высокой смертности перезимовавших особей [129].

На фоне современного потепления климата в энзоотичных по чуме регионах Предкавказья, Северного и Северо-Западного Прикаспия отмечено формирование сочетанных природных очагов бактериальных (чума, туляремия), риккетсиозных (Астраханская пятнистая лихорадка - АПЛ) и вирусных (Крымская геморрагическая лихорадка - КГЛ, лихорадка Западного Нила - ЛЗН) инфекционных болезней [51, 96, 142]. В частности, установлено расширение северной границы природной очаговости Крымской геморрагической лихорадки (КГЛ), в первую очередь за счет формирования новых природных очагов этой инфекции на энзоотичных по чуме территориях Республики Калмыкия, Астраханской и Волгоградской областей [7, 21, 149, 192]. Этот процесс проходил на фоне общего роста численности пастбищных иксодовых клещей и характеризовался изменением границ распространения многих их фоновых видов в регионе Северо-Западного Прикаспия и Предкавказья, включая иксодовых клещей вида *Hyalomma marginatum* [48, 166].

Кроме того, установлено, что под влиянием потепления климата значительно увеличилась площадь, занятая поселениями полуденной и гребенщиковой песчанок в Северо-Западном Прикаспии. Вследствие этого в 90-х гг. прошлого столетия на территории Прикаспийской низменности сформировался новый природный очаг – Прикаспийский песчаный [134]. Показательно, что рост площади поселений малых песчанок ранее отмечали здесь в 40-60-х гг. прошлого столетия, когда уровень Каспийского моря значительно снизился [87]. В настоящее время на Черных землях, в Сарпинской низменности, северной части Ергенинской возвышенности, Кумо-Маньчской впадины сохраняется тенденция расширения ареала, в первую очередь гребенщиковой

песчанки [194]. Во многих районах Прикаспийской низменности зарегистрировано также расширение ареала блохи *Xenopsylla conformis* [172, 173, 72]. На территории Урало-Эмбенского междуречья в 50-90-х гг. прошлого столетия отмечено значительное расширение в северном направлении ареала большой песчанки и блох *X. skrjabini* [34]. Последнее послужило основанием для пересмотра южных границ Зауральского природного очага чумы степного типа [34] и выделения его южной части в качестве нового ландшафтно-экологического района (Северный ЛЭР) Урало-Эмбенского природного очага чумы пустынного типа [9].

Определенную роль современное потепление климата, наряду с антропогенными факторами, сыграло и в изменении границ распространения на территории Прикаспийской низменности серой крысы, которая наиболее многочисленна в зонах орошаемого земледелия, где неоднократно регистрировали зараженных зверьков этого вида во временных постройках сельскохозяйственных рабочих [52]. В настоящее время серые крысы расселились также на территории Терско-Кумских песков, где обитают в тростниках на разливах у артезианских колодцев [42, 45]. Аналогичные тенденции роста численности этого вида отмечены в Северном Прикаспии [32].

Таким образом, современное глобальное изменение климата является одним из ключевых факторов, определяющим состояние паразитарных систем природных очагов чумы, их пространственную и биоценотическую структуру, эпизоотическую активность. Именно под влиянием изменения климата происходит изменение видового спектра и смена доминирующих видов в многовидовых сообществах грызунов, развитие депрессий численности их фоновых видов, колебания численности переносчиков и расширение их ареалов, изменение сезонности передачи возбудителя инфекции; трансформация нозоареала чумного микроба. В связи с этим показатели изменения численности носителей и переносчиков возбудителя чумы являются важным компонентом краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного прогнозирования эпизоотической и эпидемиологической ситуации в природных очагах этой

инфекции. Климатические особенности прошедшего сезона служат одним из показателей для разработки краткосрочных прогнозов эпизоотической активности очагов чумы. Вместе с тем, наблюдение и выявление закономерностей изменения климата в более глобальном масштабе широко используются для составления прогнозов на долгосрочной основе. Использование климатических факторов при составлении прогнозов является необходимым условием для усовершенствования эпизоотического мониторинга, который является важной составляющей эпидемиологического надзора за природными очагами чумы.

1.3 Прогнозирование состояния паразитарных систем и эпизоотической активности природных очагов чумы

В двадцатом столетии противочумными учреждениями накоплен огромный фактический материал, характеризующий состояние природных очагов чумы различной биоценотической структуры в сезонном и многолетнем аспектах [133, 125], а также установлен спектр факторов, определяющих их эпизоотическую активность [8, 63, 60, 64, 61]. Для целей пространственного и временного прогнозирования обострения эпизоотического состояния природных очагов традиционно используют показатели численности носителей и переносчиков возбудителя чумы, половой и возрастной структуры их популяций, инфицированности грызунов и блох, а также климатические и метеорологические условия отдельных лет и временных периодов [85, 83, 82, 86].

В 50-х гг. прошлого столетия основным направлением работы зоологов оставалась разработка биологических (экологических) основ борьбы с грызунами – носителями чумы и других опасных инфекционных болезней. В 1943 г. в лаборатории зоологии института «Микроб» под руководством Н.М. Семенова была создана группа учета и прогноза численности грызунов, что позволяло оперативно обеспечивать эффективную экстренную и заблаговременную профилактику чумы. В 1949 г. Министерством здравоохранения СССР утверждено «Положение о проведении профилактических мероприятий

противочумными учреждениями». Был разработан нормативно-методический документ «Общая инструкция по службе учета и прогноза численности грызунов для противочумных учреждений» (1951), который содержал инструктивные критерии прогнозирования численности основных носителей чумного микроба. Вплоть до 70-х гг. прошлого столетия на основе прогноза численности грызунов – носителей возбудителя чумы планировались объемы их истребительных мероприятий. При этом считалось, что при длительном поддержании низкого уровня численности грызунов можно добиться оздоровления природных очагов чумы. В 1969 г. А.А. Лавровским был обоснован долгосрочный прогноз эпизоотической активности природных очагов чумы на пространстве СССР. Основой этого прогноза являлась определенная взаимосвязь между периодическим развитием крупных эпизоотических волн в годы экстремумов солнечной активности [89]. Однако эти эпизоотологические прогнозы, несмотря на их научную обоснованность, имели ограниченное применение. В 1976-1991 гг. была достигнута максимальная плотность эпизоотологического обследования природных очагов чумы на территории СССР. В соответствии с требованиями выполненной в 1976 г. паспортизация природных очагов чумы было обеспечено ежегодное эпизоотологическое обследование всей известной энзоотичной по чуме территории (минимальной территориальной единицей очаговой территории был определен сектор первичного района природного очага, который подлежал обязательному ежегодному обследованию) [109]. Последнее позволяло обеспечивать надежный контроль за состоянием численности носителей и переносчиков чумного микроба. В соответствии с Инструкцией по учету численности грызунов для противочумных учреждений Советского Союза (Саратов, 1978) внедрены в практику критерии прогноза численности основных носителей чумы. При этом на основе прогнозов численности грызунов с 1979 г. стали разрабатывать прогнозы эпизоотической ситуации на следующий год (сезон) и рекомендации по организации профилактических мероприятий (Инструкция по эпидемиологическому надзору в природных очагах чумы Советского Союза. Саратов, 1979). В 90-х гг. прошлого столетия разработана

также методика долгосрочного экстраполяционного прогнозирования эпизоотической активности природных очагов чумы [41, 40]. Однако в 90-х гг. прошлого столетия ситуация коренным образом изменилась. В условиях снижения финансирования интенсивность эпизоотологического обследования резко сократилась. Для обеспечения эпидемиологического благополучия по чуме выполнена дифференциация энзоотичных по чуме территорий Российской Федерации по степени потенциальной эпидемической опасности, что позволило сократить площадь эпизоотологического обследования на 70-80 %. [28]. С 1999 г. эпизоотологическое обследование проводится, в основном, на участках, характеризующихся наиболее высокой потенциальной эпидемической опасностью (20-30 % очаговой территории). К 2016 г. разработаны новые методические указания «Паспортизация природных очагов чумы Российской Федерации». МУ 3.1.3.3395—16. М., 2016.

В этих условиях роль эпизоотологических прогнозов в эпиднадзоре за чумой значительно возросла. В связи с этим в 2009 г. в соответствии с Санитарно-эпидемиологическими правилами «Профилактика чумы» СП 3.1.7.2492-09 в практику работы противочумных учреждений внедрена бальная оценка эпизоотической активности природных очагов чумы. Неблагоприятный эпизоотологический прогноз стал служить основанием для усиления всего комплекса профилактических (противоэпидемических) мероприятий на территории конкретного природного очага чумы (Методические указания по прогнозированию эпизоотической активности природных очагов чумы Российской Федерации. МУ 3.1.3.3394—16. М., 2016).

Учитывая, что для природных очагов чумы характерна цикличность эпизоотического процесса [89, 145, 98], при составлении временных долгосрочных прогнозов широко используют различные методы анализа многолетних рядов эпизоотологических данных и экстраполяцию результатов их обработки на другие аналогичные фазы очередных циклов их эпизоотической активности [41, 40, 97, 99, 100]. Такое экстраполяционное прогнозирование позволяет определять, в соответствии с длительностью эпизоотических циклов и

их фаз, основные тенденции изменения эпизоотического состояния природных очагов на 3-5 и более лет [135, 180]. В практику работы противочумных учреждений экстраполяционное прогнозирование внедрено в форме Методических указаний по долгосрочному прогнозированию эпизоотической активности природных очагов чумы (Саратов, 1991). Основой разработанного метода долгосрочного прогнозирования являются представления о том, что крупные подъемы эпизоотической активности природных очагов являются результатом совместного влияния более мелких колебаний этого процесса [40]. Причем степень надежности долгосрочных прогнозов, во многом, определяется частотой повторения прогнозируемых явлений в прошлом [157]. В связи с этим точность прогнозов сроков начала крупных волн эпизоотий, имевших ранее место 1-2 раза за весь период наблюдений за конкретным природным очагом, очень низка. При долгосрочном прогнозировании пока не удастся точно определять время начала новой волны активизации природных очагов чумы, а также масштабность прогностических эпизоотических проявлений [169, 131].

При разработке сверхдолгосрочных прогнозов эпизоотической активности природных очагов чумы (10 и более лет), в основном, опираются на теоретические представления об определяющем характере влияния на эпизоотическую активность природных очагов чумы глобальных факторов, в первую очередь, солнечной активности в ее 11-летних и вековых циклах [188, 135, 169]. В этом случае экстраполяция результатов анализа ретроспективных данных проводится по фазам 11-летних и вековых (80-90-летних) циклов солнечной активности [89, 135, 131, 169].

Наличие длительных рядов наблюдений за состоянием паразитарных систем природных очагов чумы позволяет также использовать при разработке временных долгосрочных прогнозов их состояния метод факторного анализа, который основывается на выявлении статистических связей между показателями эпизоотической активности природных очагов чумы и различными климатическими (метеорологическими) и антропогенными факторами [145, 16, 14]. В практике работы противочумных учреждений наиболее широко

используются также экспертные оценки эпизоотического состояния природных очагов чумы. Причем такие оценки и прогнозы целиком основываются на установленных ранее механизмах, определяющих состояние паразитарных систем природных очагов чумы и их эпизоотическую активность [73]. Такие качественные прогнозы широко применяют при составлении краткосрочных (на сезон, год) пространственных прогнозов эпизоотической активности природных очагов чумы [131, 141, 148]. При этом краткосрочные прогнозы являются фрагментом долгосрочного прогнозирования [139, 131].

Краткосрочные пространственно-временные эпизоотологические прогнозы, основанные на анализе многолетних метеорологических и эпизоотологических данных, характеризуются более высокой точностью. Причем точность пространственного прогноза основывается на частоте проявлений эпизоотий на тех или иных участках природных очагов чумы в прошлом [69]. Выполненная на основе паспортизации природных очагов дифференциация их территорий по степени потенциальной эпидемической опасности [113], позволяет направленно вести поиск эпизоотий на участках их стойкого проявления, оперативно проводить профилактические мероприятия по мере их выявления [130, 137, 141]. Высокая точность сроков начала эпизоотий при краткосрочном прогнозировании также обусловлена наличием многолетних рядов наблюдений за сезонной динамикой проявлений чумы в ее природных очагах, расположенных в различных ландшафтно-географических зонах и поясах гор [45, 125, 9, 14]. В частности, пики сезонной эпизоотической активности в природных очагах чумы, расположенных в пустынной зоне Казахстана и Средней Азии зарегистрированы в марте-мае и октябре-декабре, в полупустынной и пустынной зонах на территории Российской Федерации – в апреле-июне и сентябре-октябре; в степной зоне - в мае-июне; в субальпийских и альпийских поясах гор Кавказа и Алтая – в июле-сентябре, гор Средней Азии – в июне и сентябре [125]. Выявленные закономерности позволяют с большой точностью прогнозировать сроки развития эпизоотий в активных природных очагах чумы на территории Российской Федерации [148]. Краткосрочные прогнозы основываются также на материалах сезонной динамики

численности и фенологии фоновых видов грызунов и их эктопаразитов, которые имеют наибольшее эпизоотологическое и эпидемиологическое значение [125, 128]. Причем эпизоотологические прогнозы в природных очагах чумы с постоянной эпизоотической активностью целиком основываются на соответствующих прогнозах численности основных носителей и переносчиков возбудителя чумы [65]. Разработка ежегодных сезонных прогнозов их численности проводится в соответствии с действующими нормативными документами [1, 111, 114].

Для оценки потенциальной эпидемической опасности территорий применяют различные методические подходы, в том числе: индикационный [85, 163], картографический [26, 99, 53], статистический [157], эпидемиологический [75]. При этом отмечено, что в сезонном и многолетнем аспектах начало эпизоотических проявлений в природных очагах совпадает, как правило, с периодами изменения показателей увлажнения в предшествующий период [162, 77], установлением сильных весенне-летних засух [91, 88], подъемами уровня грунтовых вод [57, 56], наступлением минимумом солнечной активности в ее 11-летних и вековых солнечных циклах и эпох зональной циркуляции атмосферы [89, 145]. Разработаны модели краткосрочных и долгосрочных прогнозов эпизоотической активности очагов, основанные на статистическом анализе широкого спектра биотических и абиотических факторов [41, 40]. В целом проблема создания эпизоотологических и эпидемиологических прогнозов высокой точности связана, во многом, с расшифровкой механизмов влияния широкого спектра абиотических и биотических факторов, определяющих пространственно-временные особенности проявления чумы в условиях различных ландшафтно-географических зон и поясах гор [81].

В настоящее время существует объективная необходимость объединения рассмотренных выше групп краткосрочных и долгосрочных прогнозов на основе ГИС-технологий [128, 71]. Накоплен определенный опыт по созданию баз эпизоотологических и эпидемиологических данных и их использования с

применением ГИС-технологий для решения по снижению рисков заражения [187, 185, 178, 36, 37, 27, 76], в том числе и по природным очагам чумы [139, 38, 71].

Благодаря комплексному анализу на основе ГИС-технологий была создана серия обзорных карт, которые характеризуют территориальные особенности природных очагов чумы на территории Российской Федерации (Методические указания по паспортизации природных очагов чумы на территории Российской Федерации. МУ 3.1.3.3395-16), а также созданы их электронные паспорта [71]. В целом благодаря использованию ГИС-технологий для обследования и прогнозирования состояния эпизоотической активности природных очагов чумы и других зоонозных инфекций была создана единая картографическая основа, объединившая достижения всех многолетних полевых и лабораторных исследований и материалов эпидемиологических ретроспективных реконструкций [168, 95]. Комплексный подход с использованием ГИС-технологий для решения одной из глобальных проблем медицинской зоологии - мониторинга и прогнозирования состояния паразитарных систем и эпизоотической активности природных очагов зоонозных инфекций не имеет аналогов в мировой практике и прошел этапную апробацию в ходе осуществления многолетнего мониторинга энзоотичных по чуме территорий РФ в последние 20-30 лет [74, 151].

Таким образом, анализируя современные данные, несмотря на общую динамику к снижению заболеваемости чумой в мире, ее проявления продолжают оставаться вызовом для здоровья населения ряда стран, включая Российскую Федерацию. Анализ многолетнего и сезонного влияния климатических факторов на динамику состояний паразитарных систем природных очагов чумы, а также на их пространственную и биоценотическую структуру, является ключевым в разработке краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных эпизоотологических прогнозов. Несмотря на долгую историю разработки методов прогнозирования эпизоотической активности природных очагов Российской Федерации, в настоящее время не удастся с большой точностью предсказывать место и время начала эпизоотических проявлений чумы. Особенно это касается тех очагов, на территории которых находки зараженных животных регистрируют не постоянно,

с длительными перерывами. Использование современных технологий, а также составление сезонных прогнозов приближает задачу прогнозирования места, времени и масштабов обострения эпизоотической обстановки. В целом, с учетом циклического характера эпизоотического процесса можно обосновать долгосрочный прогноз начала выхода конкретных природных очагов из состояния межэпизоотического периода. Для предотвращения эпидемических осложнений в периоды очередной активизации природных очагов чумы, первоочередной задачей является организация и проведение «упреждающих» профилактических (противоэпидемических) мероприятий на участках прогностического обострения эпизоотической обстановки. Анализ текущей и многолетней динамики эпизоотических проявлений в природных очагах чумы, наблюдение за сезонными и многолетними климатическими особенностями в границах энзоотических территорий, вкупе с применением статистических методов и использованием ГИС-технологий позволяет оперативно принимать управленческие решения по организации и проведению профилактических мероприятий, в соответствии с краткосрочными, среднесрочными и долгосрочными эпизоотологическими прогнозами, что позволяет заблаговременно снижать риски эпидемических осложнений.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Материалы исследования

Основой настоящей работы являются исследования автора в области эпидемиологии и эпизоотологии чумы в 2015-2022 гг. В работе использованы многочисленные литературные и архивные источники, сведения Банка данных ФКУН «РосНИПЧИ «Микроб» Роспотребнадзора и Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по эпизоотической и эпидемической активности природных очагов чумы Российской Федерации за период 1970–2022 гг., авторские материалы.

При проведении работы руководствовались следующими инструктивно-методическими материалами: СП 1.3.31185-13 «Безопасность работы с микроорганизмами I-II групп патогенности (опасности)»; Санитарные правила СП 3.4.2318-08 «Санитарная охрана территории Российской Федерации», СП 3.1.7.2489-09 «Профилактика чумы», МУЗ.1.3.3395-16 «Паспортизация природных очагов чумы Российской Федерации», МУ 3.1.3.2355-08 «Методические указания по организации и проведению эпидемиологического надзора в природных очагах чумы на территории Российской Федерации», МУ 3.1.1029-01 «Отлов, учет и прогноз численности мелких млекопитающих и птиц в природных очагах инфекций», МУ 3.1.1027-01 «Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих – переносчиков возбудителей природно-очаговых инфекций», Приказ Роспотребнадзора от 14.01.2013 г. №6 «Об утверждении инструкции по оформлению обзора и прогноза численности мелких млекопитающих и членистоногих».

В работе использованы материалы годовых обзоров и прогнозов эпизоотического состояния природных очагов чумы, данных оперативных ежемесячных сводок о проведении профилактических противочумных мероприятий, представленных ФКУЗ «Противочумные станции» и «Противочумный Центр» Роспотребнадзора за 2000-2022 гг., а также

аналитических обзоров и прогнозов активности природных очагов чумы на территории Российской Федерации, подготовленных ФКУН «РосНИПЧИ «Микроб», «Иркутский научно-исследовательский противочумный институт» и «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора за период 1970-2022 гг.

При разработке краткосрочных прогнозов численности носителей и переносчиков возбудителя чумы и эпизоотической активности использованы данные ФКУЗ «Астраханская ПЧС», ФКУЗ «Элистинская ПЧС» Роспотребнадзора, собранные на пунктах многолетнего наблюдения, в соответствии с Методическими указаниями по организации и проведению эпидемиологического надзора в природных очагах чумы на территории Российской Федерации. МУ 3.1.3.2355-08.

2.2. Методы исследования

2.2.1 Разработка электронной базы данных

Разработка электронной базы данных (БД) эпизоотической активности природных очагов чумы Российской Федерации выполнена с целью накопления, хранения и, при необходимости, получения содержащейся в ней информации для ее анализа. Ввод данных осуществлялся в программе Excel в соответствии с разработанной формой таблиц или непосредственно в базу данных, созданную на платформе ArcGIS. Доступ и работа с таблицами проводилась так же с использованием СУБД MS Access. Путем введения SQL запроса проводились соответствующие операции над всеми записями, входящими в набор данных и формирование всевозможных выборок для последующей статистической обработки и использованием Excel.

Доступ и работа с таблицами проводились в реляционной системе управления базами данных (СУБД) MS Access, входящей в состав офисного приложения Microsoft Office. При создании БД эпизоотической активности

природных очагов чумы Российской Федерации использована послойная организация пространственных данных, где каждый слой содержит объекты определенного вида, объединенные общими характеристиками. При такой организации базы данных каждый ее компонент является самостоятельной единицей, что позволяет использовать тематические слои, таблицы и другие компоненты по отдельности или все вместе. Картографической основой на исследуемую территорию, послужила цифровая карта России масштаба 1:1000000. Помимо общедоступных слоев были специально созданы специализированные тематические слои, отвечающие направлению исследования (границы очагов и сетка первичных секторов).

Разработанная таблица БД природных очагах чумы РФ содержит информацию по следующим параметрам: субъект федерации, административный район, название очага, номер природного очага чумы, год обследования, количество выделенных штаммов чумы, площадь кв. км, данные общероссийского классификатора объектов административно-территориального деления (ОКАТО) субъектов РФ второго порядка. Привязка информации по эпизоотическим проявлениям к административно территориальным единицам осуществлена по ОКАТО субъектов РФ второго порядка. ОКАТО является общероссийским классификатором объектов административно-территориального деления и входит в состав национальной системы стандартизации Российской Федерации. ОКАТО предназначен для обеспечения достоверности, сопоставимости и автоматизированной обработки информации в разрезах административно-территориального деления в таких сферах, как статистика, экономика и другие.

Визуализация информации, находящейся в БД эпизоотической активности природных очагов Российской Федерации производилась в приложении ArcMap на платформе ArcGIS. При выборе административно территориальной единицы (района) предусмотрен просмотр всей занесённой в базу данных информации по данной территории, а именно:

- информация по проявлениям чумы на территории административного района (области, края, республики),
- информация по данным паспортизации природного очага (название, площадь и т.д.),
- информация по эпизоотической активности очага.

2.2.2 Составление краткосрочных прогнозов

При составлении краткосрочных прогнозов оценку параметров эпизоотического состояния природного очага чумы проводили по формуле в соответствии с Санитарно-эпидемиологическими правилами «Профилактика чумы» СП 3.1.7.2492-09:

$$X = (A+B+C+D) : 4, \quad (1)$$

где X – показатель эпизоотического состояния природного очага, A – показатель результатов бактериологических, иммунологических и молекулярно-генетических исследований, B – численность основных носителей, C – численность переносчиков, D – показатель состояния климатических факторов.

Соответственно, при среднем балле 1 прогноз был на единичные проявления чумы или их отсутствие; при 2 – отдельные проявления на незначительной территории; при 3 – локальные эпизоотии, при 4 – обширные разлитые эпизоотии чумы в той или иной части очага.

2.2.3 Составление долгосрочных прогнозов

При создании долгосрочного прогноза нами применялся метод гармонического анализа временного ряда эпизоотической активности ПППО (Фурье – аппроксимация). С помощью ряда Фурье динамика явления представляется функцией времени, в которой слагаемые расположены по убыванию их периодов:

$$Y(t) = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{m-1} Y_k \cos \left(\frac{2\pi k t}{n} \right) + \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{m-1} Y_k \sin \left(\frac{2\pi k t}{n} \right) \quad (2)$$

Величина k определяет гармонику ряда Фурье и берется как целое число, начиная с 1. Для аппроксимации временного ряда достаточно рассмотрения 3–4 гармоник. Параметры уравнения рассчитывают методом наименьших квадратов:

$$a_0 = \frac{1}{n} \sum Y \quad (3) \text{ – то есть простая средняя арифметическая ряда;}$$

$$a_1 = \frac{2}{n} \sum Y \cos \alpha \quad \text{и} \quad b_1 = \frac{2}{n} \sum Y \sin \alpha$$

$$a_2 = \frac{2}{n} \sum Y \cos 2\alpha \quad \text{и} \quad b_2 = \frac{2}{n} \sum Y \sin 2\alpha$$

$$a_3 = \frac{2}{n} \sum Y \cos 3\alpha \quad \text{и} \quad b_3 = \frac{2}{n} \sum Y \sin 3\alpha \quad \text{и т.д.,}$$

или в общем виде:

$$a_k = \frac{2}{n} \sum Y \cos k\alpha \quad (4)$$

$$b_k = \frac{2}{n} \sum Y \sin k\alpha \quad (5)$$

Первому наблюдению (t) обычно присваивают значение 1 (или 0). К каждому следующему прибавляют величину $2 \times \pi / n$, где n – длина ряда.

Ряд Фурье с одной гармоникой записывают как:

$$Y(t) = a_0 + a_1 \cos \alpha + b_1 \sin \alpha \quad (6)$$

Ряд Фурье с двумя гармониками:

$$Y(t) = a_0 + a_1 \cos \alpha + b_1 \sin \alpha + a_2 \cos 2\alpha + b_2 \sin 2\alpha \quad (7)$$

Ряд Фурье с тремя гармониками:

$$Y(t) = a_0 + a_1 \cos \alpha + b_1 \sin \alpha + a_2 \cos 2\alpha + b_2 \sin 2\alpha + a_3 \cos 3\alpha + b_3 \sin 3\alpha \quad (8)$$

и так далее.

Для прогноза (экстраполяции) в уравнение с выбранным числом гармоник подставляли значение времени (t) необходимого порядка.

2.2.5 Статистическая обработка результатов

Выбор предикторов для составления долгосрочного прогноза эпизоотической активности выполнен с использованием статистических методов при программном обеспечении ПК пакетом STATISTICA или его аналогов.

Для анализа многолетней динамики эпизоотической активности природных очагов чумы на территории Российской Федерации применяли компьютерные программы Statistica и Excel и другие анкеты для статистической обработки данных с использованием пакета стандартных приложений Microsoft Office и языка программирования R версии 2.10.1. При анализе корреляции уровней исходного ряда и расчетного использован коэффициент корреляции Пирсона, на основе которого рассчитан коэффициент детерминации.

ГЛАВА 3. МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЭПИЗООТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ ОЧАГОВ ЧУМЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2000-2022 гг.

3.1 Расположение природных очагов чумы на территории Российской Федерации и их общая характеристика

На территории Российской Федерации выделяют 11 природных очагов чумы, расположенных в Северо-Кавказском Федеральном округе (Кабардино-Балкарская Республика, Карачаево-Черкесская Республика, Чеченская Республика, Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Республика Северная Осетия-Алания, Ставропольский край), в Южном Федеральном округе (Республика Калмыкия, Астраханская, Волгоградская и Ростовская области), в Сибирском Федеральном округе (Республика Алтай, Республика Тыва, Забайкальский край) (Таблица 1).

Таблица 1 - Субъекты и их административные районы, на территориях которых расположены природные очаги чумы Российской Федерации

| № п/п | Субъект Российской Федерации | Административный район |
|---|---------------------------------|---|
| <i>Центрально-Кавказский высокогорный очаг чумы (01)</i> | | |
| 1 | Кабардино-Балкарская Республика | Зольский, Чегемский, Черекский, Эльбрусский |
| 2 | Карачаево-Черкесская Республика | Карачаевский, Малокарачаевский |
| <i>Терско-Сунженский низкогорный очаг чумы (02)</i> | | |
| 1 | Республика Ингушетия | Малгобекский, Назрановский (сев. часть), Сунженский |
| 2 | Кабардино-Балкарская Республика | Терский |
| 3 | Респ. Северная Осетия – Алания | Моздокский |
| 4 | Чеченская Республика | Грозненский, Надтеречный |

Продолжение Таблицы 1

| <i>Дагестанский равнинно-предгорный очаг чумы (03)</i> | | |
|--|-----------------------|---|
| 1 | Республика Дагестан | Бабаюртовский, Буйнакский, Кизилюртовский, Кумторкалинский, Каякентский, Карабудахкентский, Сергокалинский, Хасавюртовский, Новолакский |
| <i>Прикаспийский Северо-Западный степной очаг чумы (14)</i> | | |
| 1 | Республика Калмыкия | Малодербетовский, Сарпинский, Октябрьский, Кетченеровский, Юстинский, Целинный, Яшкульский, Приютненский, Ики-Бурульский, Черноземельский |
| 2 | Астраханская область | Черноярский, Енотаевский |
| 3 | Волгоградская область | Светлоярский |
| 4 | Ростовская область | Заветинский, Ремонтненский |
| <i>Волго-Уральский степной очаг чумы (15)</i> | | |
| 1 | Астраханская область | Ахтубинский, Харабалинский |
| 2 | Волгоградская область | Среднеахтубинский, Ленинский, Палласовский, Быковский |
| <i>Волго-Уральский песчаный очаг чумы (16)</i> | | |
| 1 | Астраханская область | Красноярский, Харабалинский |
| <i>Горно-Алтайский высокогорный очаг чумы (36)</i> | | |
| 1 | Республика Алтай | Кош-Агачский |
| <i>Тувинский горный очаг чумы (37)</i> | | |
| 1 | Республика Тыва | Монгун-Тайгинский, Овюрский |
| <i>Забайкальский степной очаг (38)</i> | | |
| 1 | Забайкальский край | Борзинский, Забайкальский, Могойтуйский, Оловяннинский, Ононский |
| <i>Восточно-Кавказский высокогорный очаг чумы (39)</i> | | |
| 1 | Республика Дагестан | Агульский, Акушинский, Ахвахский, Ахтынский, Ботлихский, Гергебильский, Гумбетовский, Гунибский, Докузпаринский, Казбекский, Кайтагский, Кулинский, Лакский, Левашинский, Магарамкентский, Рутульский, Шамильский, Тляратинский, Унцукульский, Хивский, Хунзакский, |

Продолжение Таблицы 1

| | | |
|---|----------------------|--|
| | | Цумадинский, Цунтинский, Чародинский |
| 2 | Чеченская Республика | Сунженский, Советский, Ачхой-Мартановский, Урус-Мартановский, Веденский, Шалинский |
| 3 | Республика Ингушетия | Назрановский (юж. часть) |
| <i>Прикаспийский песчаный очаг чумы (43)</i> | | |
| 1 | Астраханская область | Енотаевский, Наримановский, Икрянинский, Лиманский |
| 2 | Республика Калмыкия | Юстинский, Яшкульский, Черноземельский, Лаганский, Ики-Бурульский |
| 3 | Республика Дагестан | Ногайский, Тарумовский, Кизлярский |
| 4 | Чеченская Республика | Наурский, Шелковской |
| 5 | Ставропольский край | Арзгирский, Курский, Левокумский, Нефтекумский, Степновский |
| Итого | 14 субъектов | 95 районов |

По биоценотической структуре природные очаги чумы на территории Российской Федерации подразделяют на 4 типа в зависимости от доминирующих видов грызунов: сусликовые, песчаночьи, полевочьи и пищухово-сурочьи (Рисунок 2).

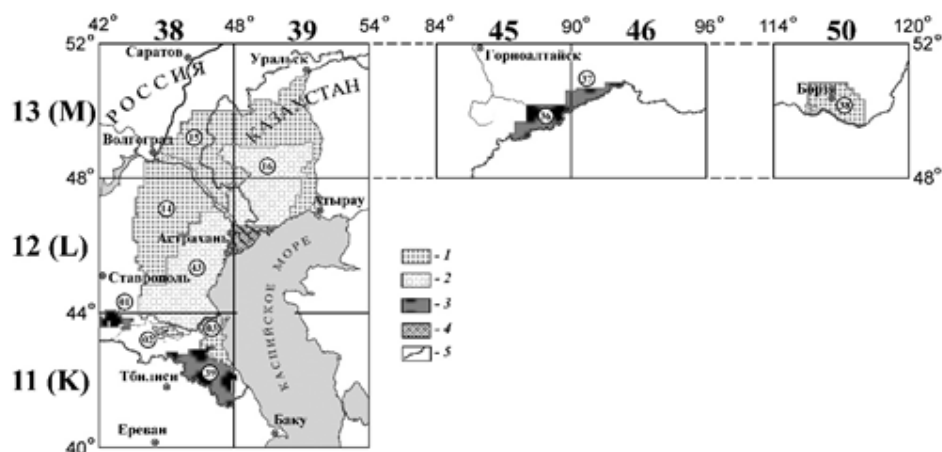


Рисунок 2 - Расположение природных очагов чумы на территории РФ [151]

Примечание: 1 – равнинные и низкогорные полупустынные и сухостепные преимущественно сусликового типа (02, 03, 14, 15, 38); 2 – равнинные пустынные песчаные песчаночьего типа (17, 43); 3 – высокогорные и сусликового (01, 37), пищухово-сурочьего (36) и полевочьего (39) типов; 4 – неэнзоотичная по чуме дельта Волги, включающая очаги других особо опасных инфекций; 5 – граница

РФ. Полностью показаны Волго-Уральские степной (15) и песчаный (16) очаги, очертания которых известны за пределами России, и Восточно-Кавказский высокогорный (39), не распространенный за пределами России. Точные очертания зарубежных частей Горно-Алтайского (36) и Тувинского (37) высокогорных и Забайкальского степного очага чумы (38) не известны

В связи с тем, что энзоотичные по чуме территории выявлены в различных ландшафтно-географических зонах и поясах гор, выделяют группу равнинных (5 очагов сусликового и 2 – песчаночьевого типа) и горных (2 очага сусликового, 1 полевочьего, 1 пищухово-сурочьевого типа) (Таблица 2).

Таблица 2 – Сведения о природных очагах чумы на территории Российской Федерации

| Тип очага | Шифр очага | Название очага | Площадь очага (км ²) | Площадь очага с эпизоотическими проявлениями | | Площадь очага с эпидемическими проявлениями | | Примечания: |
|-------------------------------------|------------|------------------------------------|----------------------------------|--|-------------|---|------------|-------------|
| | | | | км ² | % | км ² | % | |
| Сусликовый горный | 01 | Центрально-Кавказский высокогорный | 4309 | 3950 | 91,7 | – | 0,0 | 2 |
| | 37 | Тувинский горный | 7489 | 3600 | 48,0 | – | 0,0 | 1 |
| Сусликовый равнинный | 02 | Терско-Сунженский низкогорный | 2336 | 360 | 15,4 | – | 0,0 | 1 |
| | 03 | Дагестанский равнинно-предгорный | 11150 | 2100 | 18,8 | – | 0,0 | 1 |
| | 14 | Прикаспийский Сев.-Зап. Степной | 51152 | 15540 | 30,4 | 4620 | 9,0 | 1 |
| | 15 | Волго-Уральский степной | 20873 | 3000 | 14,4 | 530 | 2,5 | 1 |
| Песчаночий равнинный | 38 | Забайкальский степной | 18150 | 5030 | 27,7 | 1600 | 8,8 | 1 |
| | 16 | Волго-Уральский песчаный | 8625 | 5020 | 58,2 | 510 | 5,9 | 1 |
| Полевочий Горный | 43 | Прикаспийский песчаный | 63276 | 19620 | 31,0 | 880 | 1,4 | 1 |
| | 39 | Восточно-Кавказский высокогорный | 23420 | 690 | 2,9 | – | 0,0 | 3 |
| Смешанный горный (пищухово-сурочий) | 36 | Горно-Алтайский высокогорный | 11597 | 2530 | 21,8 | 170 | 1,5 | 4 |
| Итого: | | | 222377 | 61440 | 27,6 | 8310 | 3,7 | |

Примечания: 1 – все штаммы с высокой универсальной вирулентностью; 2 – часть штаммов имеет сниженную вирулентность; 3 – штаммы с избирательной вирулентностью (вирулентны для белых мышей, авирулентны для морских свинок); 4 – наряду со штаммами с избирательной вирулентностью (вирулентны для белых мышей, авирулентны для морских свинок) выделяются штаммы с высокой универсальной вирулентностью

В соответствии с современной классификацией чумного микроба установлено, что в большинстве природных очагах чумы (в семи) на территории Российской Федерации распространены штаммы основного подвида средневекового биовара филогенетической ветви 2.MED1, которые характеризуются высокой вирулентностью и эпидемической значимостью [81]. Эти штаммы циркулируют на территории Дагестанского равнинно-предгорного, Терско-Сунженского низкогорного, Прикаспийского Северо-Западного степного, Волго-Уральского степного, Волго-Уральского песчаного, Прикаспийского песчаного, Центрально-Кавказского высокогорного природных очагов чумы. Причем в Центрально-Кавказском высокогорном очаге зарегистрирована циркуляция двух вариантов возбудителя чумы основного подвида *Yersinia pestis pestis*, средневекового биовара. В восточной и центральной частях очага на правобережье р. Баксан выделены высоковирулентные штаммы, типичные для равнинных очагов (2.MED1 по генетической номенклатуре филогенетических ветвей *Yersinia pestis*), в западной и центральной – слабовирулентные со сниженной вирулентностью (2.MED0), имеющие дополнительную плазмиду рСКФ [151].

В Забайкальском степном природном очаге чумы циркулируют высоковирулентные штаммы основного подвида *Y. pestis pestis*, античного биовара, филогенетической ветви 2.ANT3, в Тувинском горном – ветви 4 ANT, имеющих дополнительную маркерную плазмиду рТР33. В Горно-Алтайском высокогорном очаге установлена циркуляция центрально-азиатского подвида *Y. pestis central asiatica*, алтайского биовара, филогенетической ветви 0.PE4a с избирательной вирулентностью и основного подвида *Y. pestis pestis*, античного биовара, филогенетической ветви 4.ANT с дополнительной плазмидой рТР33. Все известные штаммы античного биовара высоковирулентны и эпидемически значимы [151]. В Восточно-Кавказском высокогорном природном очаге чумы распространены штаммы кавказского подвида *Y. pestis caucasica* филогенетической ветви 0.PE2 с избирательной вирулентностью [151]. Для штаммов *Y. pestis caucasica* зарегистрированы случаи заражения чумой человека. Для штаммов центрально-

азиатского подвида *Y. pestis central asiatica*, алтайского биовара, филогенетической ветви 0.PE4a случаев заражения чумой человека не зарегистрировано.

Причем, во многом видовые свойства чумного микроба, включая высокую патогенность, определяются продуктами его плазмидных генов. Первые отечественные исследования в области обнаружения плазмид у возбудителя чумы были проведены в конце 70-х гг. XX столетия в отделе генетики РосНИПЧИ «Микроб» [78].

При проведении эпидемиологического надзора и разработке прогнозов эпидемиологической обстановки в природных очагах чумы учитываются вирулентность и эпидзначимость штаммов чумного микроба, циркулирующих на территории конкретного природного очага.

Группа равнинных природных очагов чумы сусликового типа включает Прикаспийский Северо-Западный степной, Волго-Уральский степной, Забайкальский степной, Терско-Сунженский низкогорный и Дагестанский равнинно-предгорный. Общая их площадь составляет 103661 км², т.е. 46,6 % от общей площади энзоотичной по чуме территории Российской Федерации. В Забайкальском степном природном очаге основным носителем возбудителя чумы является даурский (*Spermophilus dauricus*) суслик и в остальных – малый (*S. pugnax*) суслик. В прошлом столетии природные очаги сусликового типа, расположенные в регионах Северного, Северо-Западного Прикаспия, Предкавказья и Забайкалья, характеризовались высокой эпидемической активностью. Эпидемические проявления («вспышки», единичные заражения) в 20-60-х гг. двадцатого столетия имели место в границах Прикаспийского Северо-Западного степного, Волго-Уральского степного, Забайкальского степного, Дагестанского равнинно-предгорного природных очагов [151]. Высокие риски заражения в природных очагах сусликового типа в XX столетии были, в основном, связаны с высокой интенсивностью контактов населения с популяциями сусликов (малого, даурского), в первую очередь при их промысле. Для равнинных природных очагов чумы сусликового типа в сезонном аспекте в прошлом столетии было характерно наличие двух периодов регистрации зараженных животных: в марте-первой декаде апреля и в мае-июне. Начало развития эпизоотий чумы среди сусликов,

как ранне-весенних, так и летних, определяется, в целом, климатическими условиями конкретного года и особенностями фенологии сусликов (сроки пробуждения, длительность гона, начало расселения молодняка и др.) [175, 135]. В природных очагах сусликового типа Северного, Северо-Западного Прикаспия и Предкавказья ранне-весенний период отмечали, как правило, только единичные находки зараженных сусликов и их блох. Причем за весь период наблюдений (с 1913 г.) ранней весной зарегистрировано всего два случая заболевания человека [127]. Напротив, в период расселения молодняка сусликов эпизоотии носили интенсивный характер и охватывали обширные территории. При этом пик зараженности малых сусликов и их блох приходился на 3-ю декаду мая - 1-ю декаду июня. В конце июня эпизоотии чумы среди сусликов чаще всего прекращались. Хотя в отдельные годы отмечено их развитие вплоть до 3 декады июля. В прошлом столетии заражения человека чумой в природных очагах сусликового типа регистрировали примерно через 10-20 дней после начала летнего подъема эпизоотической активности. Наступление сезонного пика первичных заражений чумой человека отмечали через 30-40 дней после достижения максимума их эпизоотической активности. При этом максимум первичных больных бубонной чумой регистрировался в 1-й декаде июля, а последние случаи первичного заражения человека в природе отмечены в 3-й декаде сентября [127]. В годы массового размножения мышевидных грызунов на территории степей и полупустынь неоднократно отмечали включение их в эпизоотический процесс, что служило основной причиной возникновением эпидемических осложнений в осенне-зимний период [184].

В XXI столетии эпидемический потенциал равнинных природных очагов чумы сусликового типа значительно снизился. В настоящее время в состоянии межэпизоотического периода продолжают находиться Прикаспийский Северо-Западный степной (с 1991 г.), Волго-Уральский степной (с 1976 г.), Забайкальский степной (с 1971 г.), Дагестанский равнинно-предгорный (с 2004 г.), Терско-Сунженский низкогорный (с 2001 г.). На большей части ареалов малого и даурского сусликов их популяции находятся в состоянии глубокой депрессии. В связи с низкой численностью сусликов и их блох, произошло постепенное снижение их

эпидемической значимости, в первую очередь, малого суслика. Ввиду исчезновения поселений малого суслика в ряде районов Северо-Западного Прикаспия (Ростовская область, Ставропольский край) произошло сокращение общей площади Прикаспийского Северо-Западного природного очага чумы [70]. Вследствие исчезновения факторов, которые в прошлом были причиной высокой эпидемической опасности природных очагов чумы сусликового типа в Северо-Западном Прикаспии и Предкавказье (промысел сусликов, высокая плотность их поселений и зараженности, высокая численность блох, в том числе в жилье человека) имело место значительное уменьшение потенциальной эпидемической опасности этих очаговых территорий.

Равнинные природные очаги песчаночьевого типа - Волго-Уральский песчаный и Прикаспийский песчаный, расположены на территории Прикаспийской Низменности. Основными носителями чумы являются полуденная (*Meriones meridianus*) и гребенщикова (*M. tamariscinus*) песчанки.

Площадь песчаных очагов, учитывая лишь российскую часть Волго-Уральских песков, составляет 71901 км². Сезонные обострения эпизоотической обстановки в природных очагах песчаночьевого типа регистрируют в весенний (апрель, май) и осенний (октябрь, ноябрь) периоды. В летний период эпизоотии чумы среди песчанок практически прекращаются. Осенний подъем активности эпизоотий начинается с 3-й декады сентября и достигает максимума в 3-й декаде октября. Среди мышевидных грызунов первый пик эпизоотий приурочен к 1-й декаде апреля, второй - к третьей декаде ноября. При этом, после кратковременного ранне-весеннего обострения, вплоть до конца июня регистрируют лишь единичные находки зараженных мышевидных грызунов. Затем, вплоть до 2-1 декады сентября, эпизоотии чумы среди них практически прекращаются. Начало новой волны заражений мышевидных грызунов в очагах песчаночьевого типа отмечается с 3-й декады сентября, с последующим пиком в третьей декаде ноября. Вслед за обострениями эпизоотической обстановки здесь, в прошлом, неоднократно возникали эпидемиологические осложнения. Выраженные подъемы заболеваемости чумой отмечены здесь, как в весенне-летний (май, июнь, июль), так и осенне-зимний (ноябрь, декабрь) периоды.

Группа горных природных очагов чумы сусликового типа представлена Центрально-Кавказским высокогорным и Тувинским горным. Общая площадь этих очагов составляет 11798 км². В Центрально Кавказском высокогорном природном очаге основным носителем является горный суслик (*S. musicus*); в Тувинском горном – длиннохвостый суслик (*S. undulatus*). Сезонная динамика развития эпизоотий чумы среди горных и длиннохвостых сусликов также, как и среди других их видов, характеризуется наличием двух подъемов интенсивности эпизоотического процесса (выход из спячки и период расселения молодняка). При этом в горных и высокогорных ландшафтах наиболее значимый пик развития эпизоотий приурочен к июлю-августу [158, 45]. В Тувинском горном природном очаге наиболее интенсивные эпизоотии развиваются в середине июля; в Центрально-Кавказском высокогорном природном очаге – в июле-августе. За весь период наблюдений за Центрально-Кавказским высокогорным (с 1971 г.) и Тувинским горным (с 1964 г.) природными очагами заражений чумой человека не зарегистрировано.

В горных ландшафтах Восточного Кавказа расположен природный очаг полевого типа – Восточно-Кавказский высокогорный, где основным носителем чумного микроба является обыкновенная полевка (*Microtus arvalis*). Площадь Восточно-Кавказского природного очага составляет 23420 км². Эпизоотии чумы регистрируют в весенне-летний период (апрель-октябрь) [45]. Сезонный пик эпизоотий выражен в мае и августе. За весь период наблюдений за очагом (с 1977 г.) случаев заражения человека чумой не зарегистрировано.

В горной системе Алтая расположен Горно-Алтайский высокогорный природный очаг пищухово-сурочьего (смешанного) типа. Основными носителями выступают монгольская пищуха (*Ochotona pallasi*) и алтайский (серый) сурок (*Marmota baibacina*). Этот очаг до недавнего времени расценивался как очаг пищухового типа, однако, события 2012–2016 гг. указывают на его более сложную биоценотическую и пространственную структуру, что существенно повышает эпизоотологический и эпидемиологический статус этого очага [79, 15]. Эпизоотии чумы среди монгольских пищух регистрируют здесь с апреля по декабрь. Зараженных чумой сурков и их эктопаразитов регистрируют в течение всего периода их

бодрствования [181]. Сезонный пик эпизоотий среди серых сурков на территории Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы выражен в июле-августе [13]. Серый сурок является промысловым видом и его мех, жир и мясо высоко ценится местным населением. Отстрел сурка для добычи меха ведется сразу после выхода зверьков на поверхность (3-я декада апреля, май) и после завершения линьки - в сентябре-октябре. Для заготовки сурочьего мяса и жира добыча зверьков проводится с мая по октябрь. В периоды добычи сурков (разделка, снятие шкурок) риски заражения значительно возрастают. В 2014-2016 гг. в результате браконьерской добычи сурков в Горно-Алтайском высокогорном природном очаге чумы ежегодно регистрировали по 1 случаю заражения чумой человека [79, 15].

3.2 Динамика эпизоотической активности природных очагов чумы на территории Российской Федерации в 2000-2022 гг.

В 2000-2022 гг. эпизоотии чумы выявлены в Центрально-Кавказском высокогорном, Восточно-Кавказском высокогорном, Горно-Алтайском высокогорном, Тувинском горном, Дагестанском равнинно-предгорном, Терско-Сунженском низкогорном, Волго-Уральском песчаном, Прикаспийском песчаном природных очагах. Прикаспийский Северо-Западный степной, Волго-Уральский степной и Забайкальский степной природные очаги находились в состоянии межэпизоотического периода (зараженных животных не зарегистрировано). В Горно-Алтайском высокогорном и Тувинском горном природных очагах зарегистрирована постоянная, в Центрально-Кавказском высокогорном, Восточно-Кавказском высокогорном, Дагестанском равнинно-предгорном, Терско-Сунженском низкогорном, Волго-Уральском песчаном, Прикаспийском песчаном – периодическая или спорадическая эпизоотическая активность. (Рисунок 3)

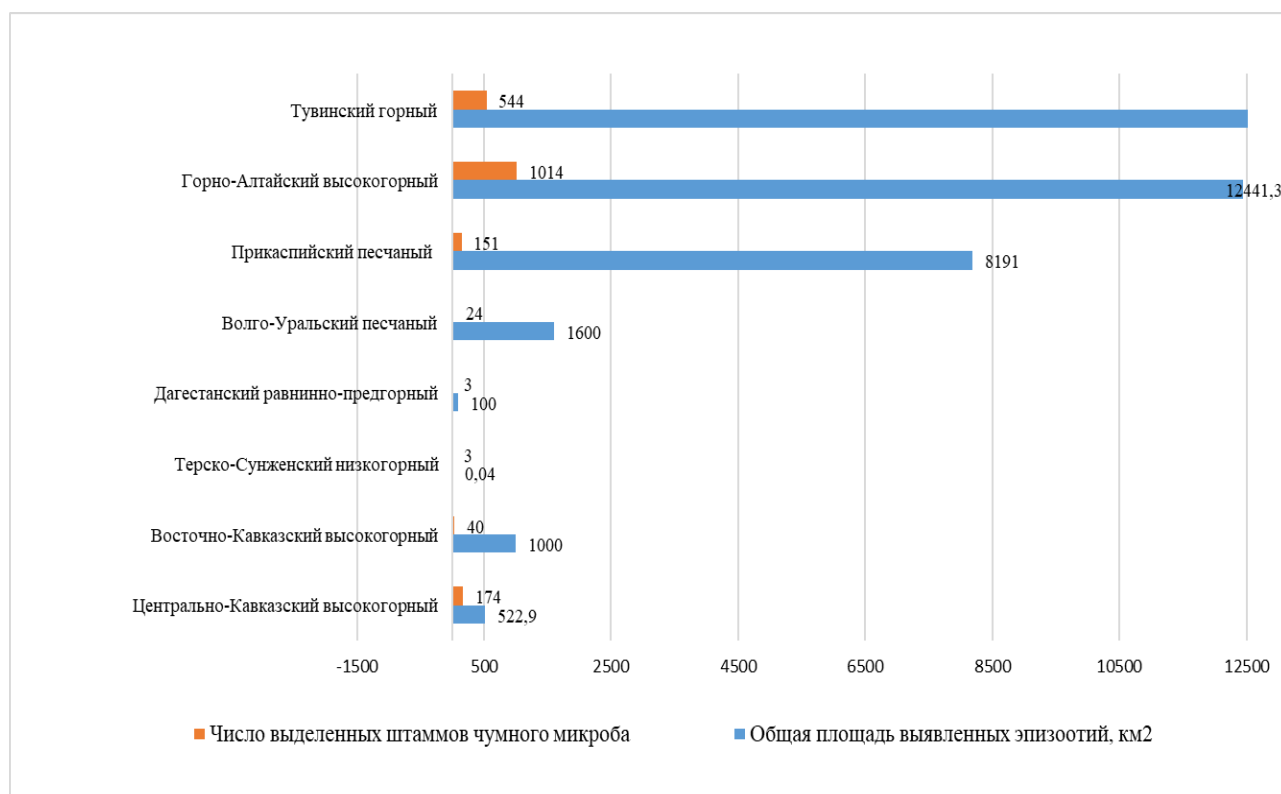


Рисунок 3 - Площадь эпизоотий и количество выделенных штаммов возбудителя чумы в природных очагах Российской Федерации в 2000-2022 гг.

В многолетнем аспекте значительный рост площади эпизоотических участков, выявленных на территории Российской Федерации, отмечен в 2001-2003 гг., 2009-2010 гг., 2013-2014 гг. (Рисунок 4). Общая площадь выявленных эпизоотий чумы составляет 39376,14 км².

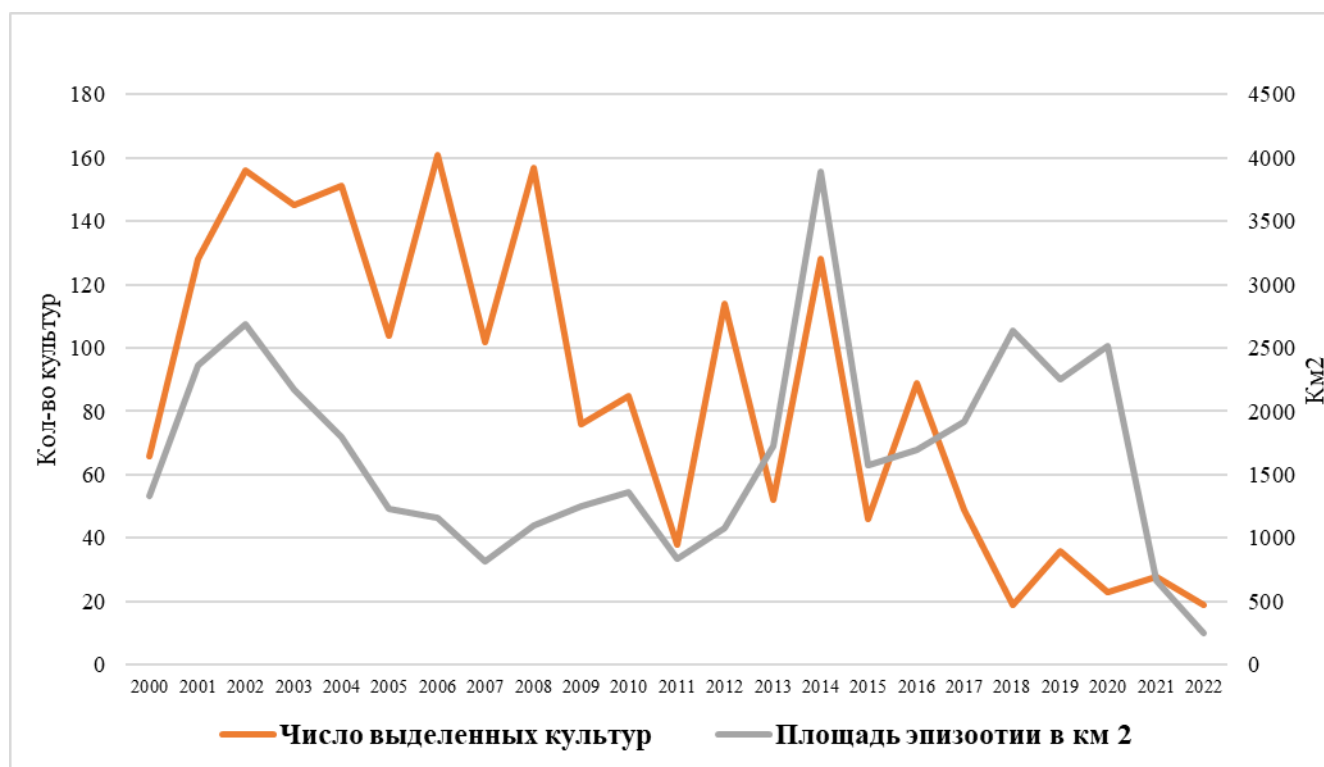


Рисунок 4 – Суммарные показатели эпизоотической активности природных очагов чумы на территории Российской Федерации в 2000-2022 гг.

Всего в 2000–2022 гг. на энзоотичной по чуме территории Российской Федерации выделено 1972 штамма чумного микроба, в том числе: 2000 г. – 66 культур; 2001 г. – 128; 2002 г. – 156; 2003 г. – 145; 2004 г. – 151; 2005 г. – 104; 2006 г. – 161; 2007 г. – 102; 2008 г. – 157; 2009 г. – 76; 2010 г. – 85; 2011 г. – 38, 2012 г. – 114, 2013 г. – 52, 2014 г. – 128, 2015 г. – 46; 2016 г. – 89; 2017 - 49, 2018 - 19, 2019 – 36, 2020 – 23, 2021 – 28, 2022 – 19 культур. (Таблица 3).

Таблица 3 - Количество штаммов чумного микроба, выделенных в природных очагах чумы на территории Российской Федерации в 2000–2022 гг.

| Год | Шифр очага, число выделенных культур | | | | | | | | | | | Всего по годам |
|------|--------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------------|
| | 01 | 02 | 03 | 14 | 15 | 16 | 36 | 37 | 38 | 39 | 43 | |
| 2000 | 14 | 3 | - | - | - | - | 24 | 9 | - | 2 | 14 | 66 |
| 2001 | 50 | - | - | - | - | 6 | 30 | 10 | - | - | 32 | 128 |
| 2002 | 13 | - | - | - | - | 16 | 87 | 29 | - | - | 11 | 156 |
| 2003 | 22 | - | 3 | - | - | 1 | 46 | 66 | - | - | 7 | 145 |

Продолжение таблицы 3

| | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|---|---|---|---|----|------|-----|---|----|-----|------|
| 2004 | 48 | - | - | - | - | - | 81 | 18 | - | - | 4 | 151 |
| 2005 | - | - | - | - | - | 1 | 80 | 20 | - | - | 3 | 104 |
| 2006 | 6 | - | - | - | - | - | 110 | 42 | - | - | 3 | 161 |
| 2007 | 10 | - | - | - | - | - | 66 | 26 | - | - | - | 102 |
| 2008 | - | - | - | - | - | - | 72 | 62 | - | 23 | - | 157 |
| 2009 | - | - | - | - | - | - | 42 | 23 | - | 5 | 6 | 76 |
| 2010 | - | - | - | - | - | - | 71 | - | - | 3 | 11 | 85 |
| 2011 | - | - | - | - | - | - | 35 | - | - | 3 | - | 38 |
| 2012 | - | - | - | - | - | - | 43 | 69 | - | 2 | - | 114 |
| 2013 | - | - | - | - | - | - | 9 | 38 | - | 2 | 3 | 52 |
| 2014 | - | - | - | - | - | - | 31 | 44 | - | - | 53 | 128 |
| 2015 | - | - | - | - | - | - | 23 | 19 | - | - | 4 | 46 |
| 2016 | - | - | - | - | - | - | 67 | 22 | - | - | - | 89 |
| 2017 | - | - | - | - | - | - | 49 | - | - | - | - | 49 |
| 2018 | - | - | - | - | - | - | 17 | 2 | - | - | - | 19 |
| 2019 | - | - | - | - | - | - | 13 | 23 | - | - | - | 36 |
| 2020 | - | - | - | - | - | - | 9 | 14 | - | - | - | 23 |
| 2021 | 11 | - | - | - | - | - | 9 | 8 | - | - | - | 28 |
| 2022 | - | - | - | - | - | - | 2 | 17 | - | - | - | 19 |
| Всего | 174 | 3 | 3 | - | - | 24 | 1016 | 561 | - | 40 | 151 | 1972 |

Основной причиной низкой эпизоотической активности равнинных природных очагов чумы сусликового типа на территории Российской Федерации в 2000–2021 гг. явились погодные условия последнего десятилетия (повышение температуры зимних месяцев, развитие весенне-летних засух и др.), предопределившие низкий генеративный потенциал популяций малого и даурского сусликов, а также высокий уровень гибели зверьков в период после пробуждения и нажировки молодняка.

В частности, на протяжении последних 20 лет, в условиях аридизации климата, отмечена глубокая депрессия численности малого суслика – основного носителя чумы в Прикаспийском Северо-Западном степном, Волго-Уральском степном, Дагестанском равнинно-предгорном, Терско-Сунженском низкогорном природных очагах чумы. Последнее связано, во многом, с негативными последствиями повышения температуры зимних месяцев, обуславливающих пробуждение малых сусликов в зимний период (январь, февраль), в условиях

частого возврата холодов [129]. Отмечено продолжение тенденции сокращения площади поселений и численности даурского суслика – в Забайкальском степном природном очаге чумы.

Депрессивное состояние популяций малого суслика в равнинных природных очагах Северного, Северо-Западного Прикаспия и Предкавказья имело место и в 40–50 гг. прошлого столетия, когда также как и 1990–2007 гг., на всей территории европейского юго-востока России прошла очередная волна потепления климата. По мере снижения увлажненности степных и полупустынных ландшафтов здесь отмечено установление длительных межэпизоотических периодов в ряде равнинных природных очагов чумы, в том числе, в Прикаспийском Северо-Западном степном – с 1938 г. по 1971 г.; в современных границах Прикаспийского песчаного очага – с 1955 г. по 1978 г.

В 80-х гг. прошлого столетия отмечено новое одновременное повышение активности равнинных природных очагов чумы в регионах Северного, Северо-Западного Прикаспия и в Предкавказье, которое совпало с подъемом уровня Каспийского моря и увеличением увлажненности их территорий [57, 56, 130]. В частности, в 1980 г., после 29-летнего перерыва (1951–1979 гг.) также вновь зарегистрированы эпизоотии чумы и в южной части этого очага (Ногайская степь Дагестана). В 1975 г., после 22-летнего перерыва (1953–1974 гг.) зараженные чумой животные обнаружены на территории Дагестанского равнинно-предгорного природного очага. Показательно, что в Северном Прикаспии, на смежных с Россией территориях Республики Казахстан, в 1978 г., после 27-летнего перерыва, эпизоотии чумы среди сусликов установлены в Урало-Кушумском междуречье; в 1979 г., после 37-летнего перерыва, в северной части Зауральского степного природного очага.

Наличие длительных (30-40 летних и более) перерывов в обнаружении зараженных животных в границах природных очагов чумы на территории Российской Федерации, равно как и других стран СНГ, ближнего и дальнего зарубежья, косвенно, свидетельствует о недостаточной изученности механизма энзоотии чумы и позволяет предполагать сохранение чумного микроба в объектах

внешней среды, в первую очередь в почвенной биоте [80, 144]. При этом именно чередование 20–30-летних периодов потепления и похолодания климата в умеренных широтах Евразии и обуславливает, в многолетнем аспекте, как наступление оптимальных и пессимальных условий существования чумного микроба в почве нор грызунов, так и циклический характер крупных эпизоотических волн, и развитие длительных межэпизоотических периодов, в равнинных и низкогорных природных очагах чумы на территории России и других стран СНГ [129].

3.3 Создание базы данных по эпизоотической активности природных очагов чумы Российской Федерации

В процессе ежегодного эпидемиологического надзора в природных очагах чумы происходит постоянное накопление результатов многолетних оперативных наблюдений за состоянием и активностью очагов [140]. При этом ретроспективный анализ пространственного распределения и хронологии выявления мест находок возбудителя чумы имеет большое значение при проведении прогнозов эпизоотической активности очагов чумы [139]. Оптимальным решением для проведения пространственного анализа и последующего прогнозирования является создание электронной базы данных на основе геоинформационных систем, которая позволит провести систематизацию как существующих, так и добавление новых данных эпизоотологического профиля, визуализировать эпизоотические проявления данной инфекции в пространстве и в различные временные периоды [2, 77, 71].

Созданная электронная база данных включает 32 тематических набора данных:

- 1) Единица АДТ (Административно территориальное деление):
 - содержат названия единиц АДТ (государств, субъектов РФ, районов, округов и т.д.);

- границы (административные единицы разного порядка, протяженность границ);

- площадь единиц АТД.

2) Административный район:

- содержит названия районов субъекта РФ,

- данные общероссийского классификатора объектов административно-территориального деления (ОКАТО) субъектов РФ второго порядка.

3) Населенные пункты:

- содержит города, поселки городского и сельского типов, прочие поселения;

- поселения, не выраженные в масштабе карты: малые города и поселки, постоянные стоянки юрт, отдельные двory (хутора);

- элементы планировки населенного пункта: кварталы и части кварталов, садовые участки, огороды, озелененные территории.

4) Гидрография:

- Содержит реки, каналы, береговую линию водоемов;

- естественные источники (ключи, родники), мелкие острова и малые водохранилища;

- полигоны водохранилищ, разливов, озер и прудов.

5) Природный очаг чумы:

- название и номер,

- границы,

- площадь,

- год открытия,

- основные носители и переносчики и т.д.

б) Эпизоотическая активность природного очага чумы:

- год проведения эпизоотологического мониторинга данной территории,

- количество выделенных штаммов, площадь кв. км.

Наполнение БД атрибутивной информацией проводилось по архивным материалам и данным оперативного эпизоотологического обследования природных очагах чумы.

Каждый из этих наборов данных содержит описание входящих в него таблиц (наименование полей и их описание), с указанием связей. Ниже на рисунке (Рисунок 5) показаны таблицы и способ связи их записей с использованием общего поля.

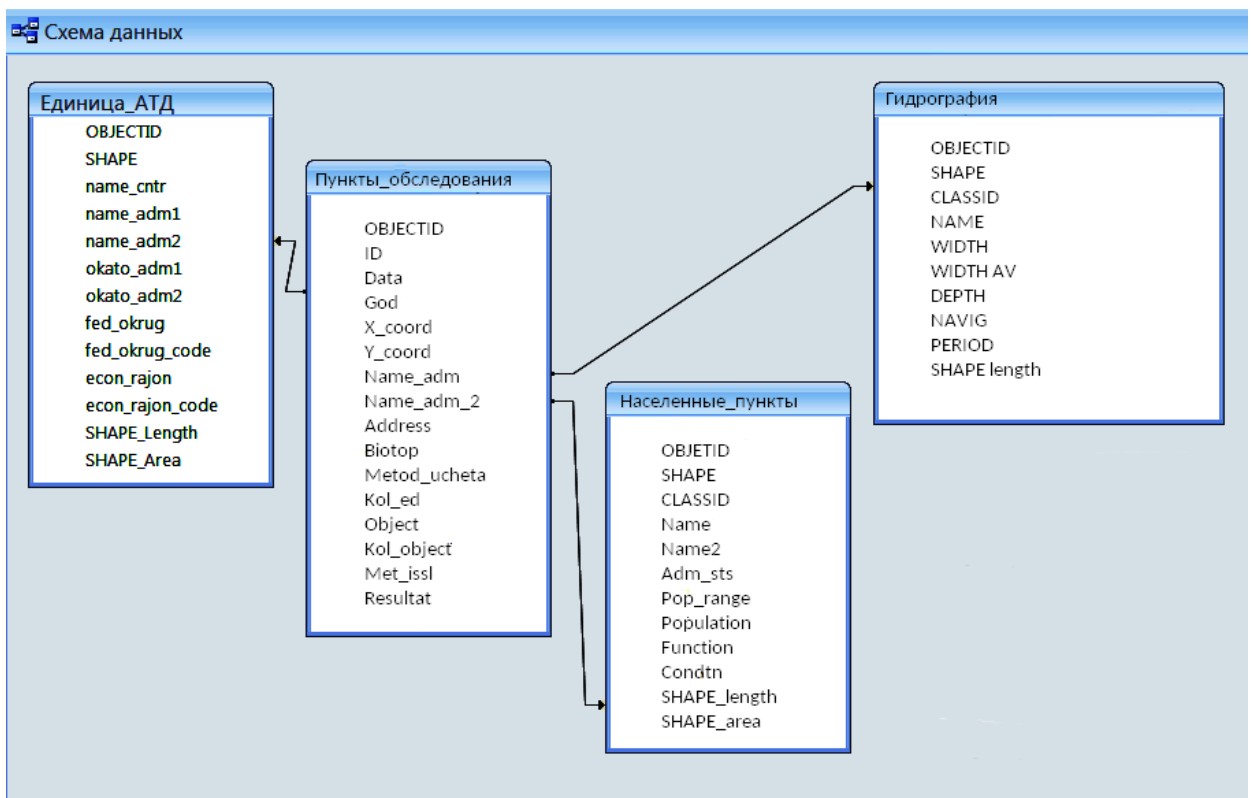


Рисунок 5 - Набор данных эпизоотической активности природных очагов чумы Российской Федерации

Для выбора и просмотра таблиц электронной базы данных (БД) используются приложения ArcGis (Рисунок 6.1 и 6.2). На Рисунке 6.1 представлен выбор просмотра данных по разным годам об ОКАТО, номерах и наименовании очагов, площади очагов, плотности населения в очагах, зарегистрированной активности очагов, основных носителях.

Помимо приложения ArcMap для просмотра содержания, наполненности и описания электронной базы данных также возможно использовать приложение ArcCatalog (Рисунок 6.2).

| ОБЪЕКТ ID | God | okato adm2 | ОНAG | NAM ОНAG | kol stam | S kv km |
|-----------|------|-------------|------|----------------------------------|----------|---------|
| 577 | 2004 | 82207000000 | 37 | Тувинский горный | 18 | 7511 |
| 266 | 1995 | 82227000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 26 | 1325 |
| 586 | 2013 | 82201000000 | 37 | Тувинский горный | 30 | 925 |
| 265 | 1994 | 82227000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 25 | 895 |
| 512 | 2009 | 26215000000 | 36 | Горно-Алтайский | 42 | 841 |
| 475 | 1995 | 93230000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 25 | 800 |
| 585 | 2012 | 82201000000 | 37 | Тувинский горный | 67 | 747 |
| 511 | 2008 | 26215000000 | 36 | Горно-Алтайский | 72 | 739 |
| 514 | 2011 | 26215000000 | 36 | Горно-Алтайский | 35 | 722 |
| 509 | 2006 | 93225000000 | 36 | Горно-Алтайский | 110 | 706 |
| 576 | 2003 | 82207000000 | 37 | Тувинский горный | 66 | 687 |
| 508 | 2005 | 93225000000 | 36 | Горно-Алтайский | 80 | 675 |
| 513 | 2010 | 26215000000 | 36 | Горно-Алтайский | 71 | 667 |
| 515 | 2012 | 26215000000 | 36 | Горно-Алтайский | 43 | 623 |
| 495 | 1992 | 93225000000 | 36 | Горно-Алтайский | 56 | 613 |
| 258 | 2010 | 82227000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 11 | 600 |
| 288 | 1994 | 82240000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 18 | 595 |
| 455 | 1998 | 84210000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 12 | 580 |
| 497 | 1994 | 93225000000 | 36 | Горно-Алтайский | 73 | 556 |
| 507 | 2004 | 93225000000 | 36 | Горно-Алтайский | 81 | 550 |
| 505 | 2002 | 93225000000 | 36 | Горно-Алтайский | 87 | 544 |
| 510 | 2007 | 93225000000 | 36 | Горно-Алтайский | 50 | 542 |
| 506 | 2003 | 93225000000 | 36 | Горно-Алтайский | 46 | 538 |
| 496 | 1993 | 93225000000 | 36 | Горно-Алтайский | 34 | 509 |
| 257 | 2009 | 85254000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 7 | 500 |
| 287 | 1993 | 82240000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 19 | 490 |
| 453 | 1996 | 84210000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 5 | 400 |
| 362 | 1999 | | 43 | Прикаспийский песчаный | 5 | 400 |
| 272 | 2001 | 82227000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 15 | 400 |
| 565 | 1992 | 82207000000 | 37 | Тувинский горный | 72 | 390 |
| 503 | 2000 | 93225000000 | 36 | Горно-Алтайский | 24 | 372 |
| 263 | 1992 | 82227000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 6 | 360 |
| 501 | 1998 | 93225000000 | 36 | Горно-Алтайский | 38 | 340 |
| 286 | 1992 | 82240000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 4 | 340 |
| 572 | 1999 | 82207000000 | 37 | Тувинский горный | 30 | 340 |
| 581 | 2008 | 82201000000 | 37 | Тувинский горный | 61 | 328 |
| 502 | 1999 | 93225000000 | 36 | Горно-Алтайский | 38 | 316 |
| 580 | 2007 | 82207000000 | 37 | Тувинский горный | 26 | 310 |
| 575 | 2002 | 82207000000 | 37 | Тувинский горный | 29 | 310 |
| 408 | 1999 | 12235000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 2 | 300 |
| 481 | 2001 | 93230000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 5 | 300 |
| 224 | 2001 | 85242000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 5 | 300 |
| 315 | 1998 | 82249000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 10 | 300 |
| 273 | 2002 | 82227000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 4 | 300 |
| 190 | 2001 | 85215000000 | 16 | Волго-Уральский песчаный | 6 | 300 |
| 356 | 1993 | | 43 | Прикаспийский песчаный | 3 | 300 |
| 261 | 2013 | 82227000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 3 | 300 |
| 534 | 1994 | 12230000000 | 39 | Восточно-Кавказский высокогорный | 8 | 300 |
| 574 | 2001 | 82207000000 | 37 | Тувинский горный | 10 | 287 |
| 248 | 2004 | 82240000000 | 43 | Прикаспийский песчаный | 2 | 280 |

Рисунок 6.2 - Просмотр (содержания, наполненности и описания) базы данных эпизоотическая активность природных очагов чумы в ArcCatalog

Также просмотр данных и работа с информацией, имеющейся в созданной электронной базе данных, возможны с использованием программы СУБД MS Access (Рисунок 7).

Работа с таблицами Database1: база данных- C:\Users\Александр\Documents\Database1... Александр Поршаков

Шайл Главная Создание Внешние данные Работа с базами данных Поля Таблица Что вы хотите сделать?

Режим Вставить Вырезать Копировать Вставить Формат по образцу Фильтр По возрастанию По убыванию Удалить сортировку Фильтр Выделение Дополнительно Сортировка и фильтр Обновить все Создать Сохранить Итоги Орфография Найти Заменить Перейти Выбрать Форматирование

Режимы Буфер обмена Сортировка и фильтр Записи Найти

Область навигации

| Код | административный район | название очага | номер очага | год | количество | площадь кв | F8 | Щелкните для добавления |
|-----|------------------------|----------------|-------------|------|------------|------------|----|-------------------------|
| 215 | Зольский | | 1 | 1992 | 3 | | | |
| 245 | Зольский | | 1 | 1993 | 2 | | | |
| 223 | Зольский | | 1 | 1994 | 0 | | | |
| 222 | Зольский | | 1 | 1995 | 0 | | | |
| 221 | Зольский | | 1 | 1996 | 1 | | | |
| 220 | Зольский | | 1 | 1997 | 1 | | | |
| 219 | Зольский | | 1 | 1998 | 0 | | | |
| 218 | Зольский | | 1 | 1999 | 1 | | | |
| 225 | Зольский | | 1 | 2000 | 0 | | | |
| 216 | Зольский | | 1 | 2001 | 0 | | | |
| 226 | Зольский | | 1 | 2002 | 0 | | | |
| 214 | Зольский | | 1 | 2003 | 5 | | | |
| 213 | Зольский | | 1 | 2004 | 0 | | | |
| 212 | Зольский | | 1 | 2005 | 0 | | | |
| 211 | Зольский | | 1 | 2006 | 0 | | | |
| 210 | Зольский | | 1 | 2007 | 0 | | | |
| 209 | Зольский | | 1 | 2008 | 0 | | | |
| 208 | Зольский | | 1 | 2009 | 0 | | | |
| 207 | Зольский | | 1 | 2010 | 0 | | | |
| 217 | Зольский | | 1 | 2011 | 0 | | | |
| 235 | Зольский | | 1 | 2012 | 0 | | | |
| 2 | Зольский | | 1 | 2013 | 0 | | | |
| 243 | Зольский | | 1 | 2014 | 0 | | | |
| 242 | Тырныаузский | | 1 | 1992 | 32 | | | |

Записи: 4 из 651 | Нет фильтра | Поиск

Режим таблицы

Рисунок 7 - Просмотр базы данных обследования по субъекту РФ в СУБД MS Access

В случае необходимости редактирования или пополнения электронной БД данными оперативного эпизоотологического обследования природных очагов чумы, работа с внесением новой информации или изменением уже заложенных в БД материалов происходит с использованием приложения ArcGis (ArcMap или ArcCatalog) (Рисунок 8).

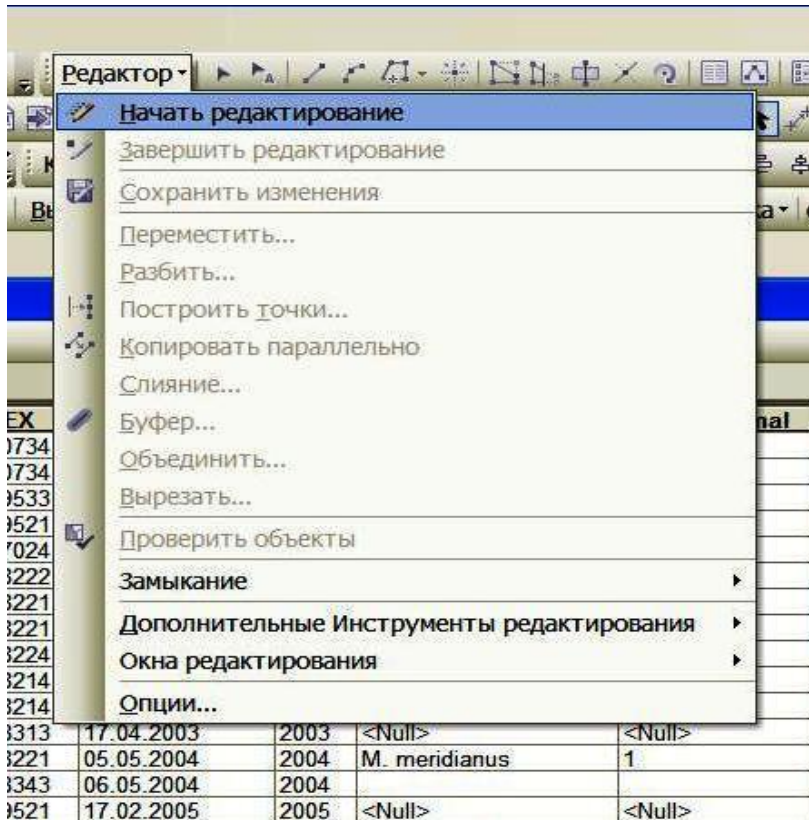


Рисунок 8 – Ввод и редактирование данных в БД с использованием ArcMap

Кроме того, работа по наполнению и редактированию информации в базе данных по эпизоотической активности природных очагов чумы может выполняться в СУБД MS Access или MS Excel (Рисунок 9).

| | | | | | | | |
|---|------|------|----|------------|--------|--------|----|
| | 1530 | 1530 | 43 | 225гр6,5км | 46,765 | 46,171 | 43 |
| | 1531 | 1531 | 10 | 294гр1км | 47,038 | 45,868 | 43 |
| | 1532 | 1532 | 12 | 245гр7км | 47,16 | 45,036 | 43 |
| | 1533 | 1533 | 12 | 245гр7км | 47,16 | 45,036 | 43 |
| | 1534 | 1534 | 18 | 135гр2,5км | 47,066 | 45,376 | 43 |
| | 1535 | 1535 | 10 | 165гр3,5км | 47,347 | 45,605 | 43 |
| | 1536 | 1536 | 17 | 80гр4км | 46,969 | 46,207 | 43 |
| * | (№) | | | | | | |

ввод данных

Рисунок 9 – Ввод и редактирование данных в БД с использованием MS Access

Визуализация слоев на карте выполняется в геодезической системе WGS-84 на платформе ArcGIS (Рисунок 10).

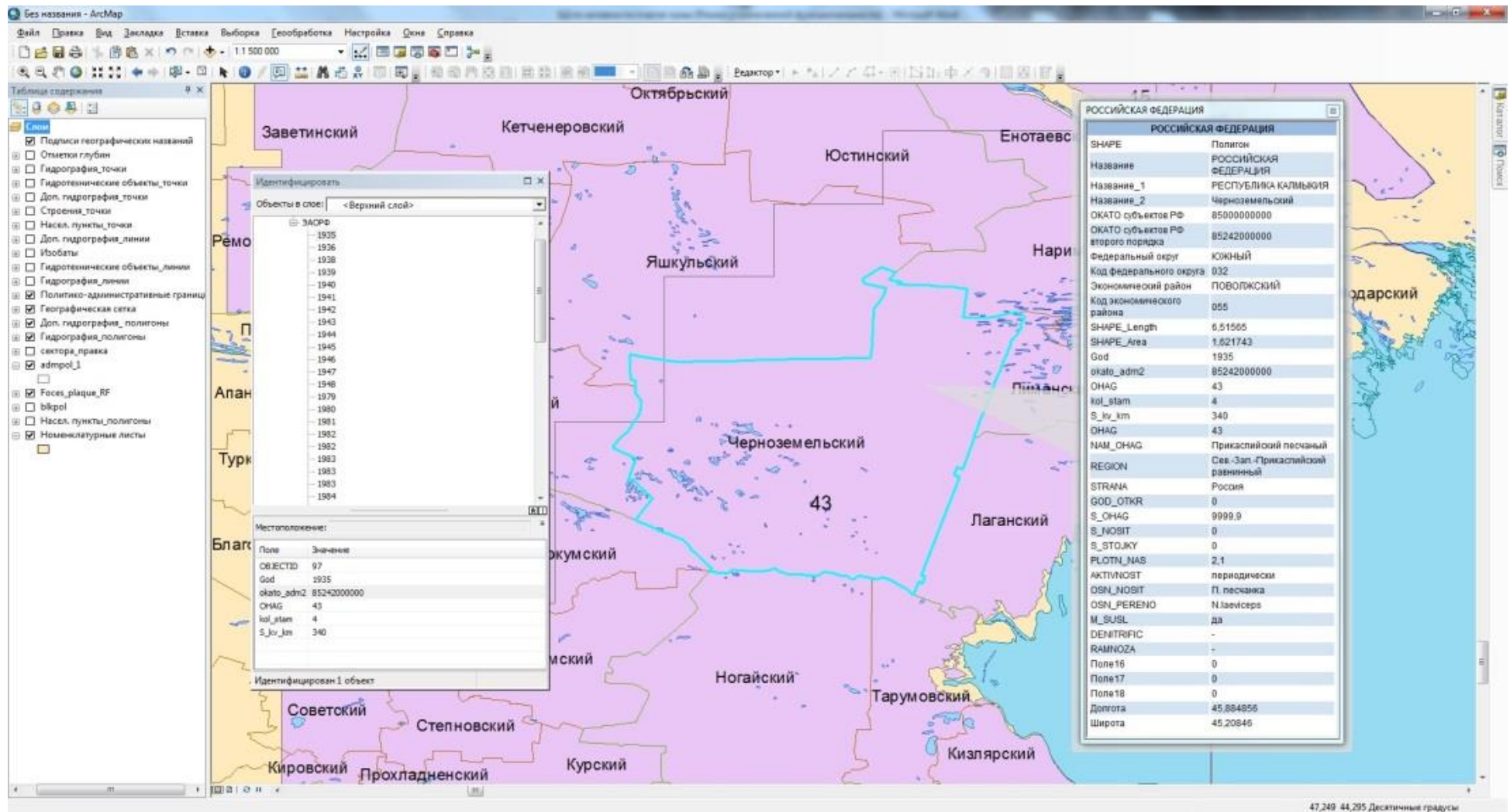


Рисунок 10 – Визуализация некоторых слоев на карте в геодезической системе WGS-84 на платформе ArcGIS

Таким образом, разработанная база данных является качественно новой основой для последовательного и системного сбора, накопления и обработки информации, получаемой в процессе эпизоотологического мониторинга территорий природных очагов чумы. Возможности ее применения в эпизоотологии очень велики, т.к. инфекционные болезни имеют, как правило, четкую привязку к определенным территориям. Пополняемые электронные базы данных по эпизоотическим проявлениям в очагах чумы решают задачи накопления первичных данных, их структурирования, обработки и анализа. Все это служит информационной основой прогнозирования активности и целенаправленного мониторинга природных очагов чумы.

ГЛАВА 4. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭПИЗОТИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В ПРИРОДНЫХ ОЧАГАХ ЧУМЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

4.1 Основные принципы прогнозирования эпизоотической активности природных очагов чумы Российской Федерации

Прогнозы эпизоотологического профиля разрабатываются, основываясь на представлении о существовании связи между эпизоотической активностью природных очагов чумы и численностью фоновых видов носителей и их эктопаразитов и/или факторов внешней среды. Ритмика циркуляционных процессов атмосферы, создающих гидрометеорологический фон, значительно обуславливает изменения в эпизоотической активности природных очагов чумы. Сезонные и многолетние изменения численности носителей и переносчиков, трофический фактор играют важную роль в эпизоотологическом процессе. При составлении прогнозов различной длительности используют данные, собранные в ходе многолетнего мониторинга очаговых территорий, информацию эколого-эпизоотологического характера, полученную на пунктах долговременных наблюдений. Анализируя эти материалы определяют сезонные и многолетние закономерности в изменении паразитарных систем природных очагов и их эпизоотической активности.

Анализ данных эпизоотологического обследования позволяет не только определить текущее состояние природного очага чумы, но и выявить основные закономерности развития его эпизоотической активности. Доля проб (от числа всех исследованных) полевого материала с положительным результатом на чуму используется в качестве общего показателя интенсивности эпизоотии, кроме того, выполняют балльную оценку экстенсивных и интенсивных характеристик выявленной эпизоотии (Таблица 4).

В соответствии с Санитарно-эпидемиологическими правилами «Профилактика чумы» СП 3.1.7.2492-09 оценку параметров эпизоотического состояния природного очага чумы проводят по формуле (1)

В зависимости от текущей ситуации по каждой из градаций (А- D) по 4 бальной шкале выставляют соответствующие баллы (градации уровня значений – низкий (1), средний (2), высокий (3), очень высокий (4), а затем вычисляют их среднюю арифметическую.

Соответственно, при среднем балле 1 прогноз был на единичные проявления чумы или их отсутствие; при 2 – отдельные проявления на незначительной территории; при 3 – локальные эпизоотии, при 4 – обширные разлитые эпизоотии чумы в той или иной части очага.

Таблица 4 – Основные предикторы изменения эпизоотической активности природных очагов чумы

| Характеристика эпизоотического состояния природных очагов чумы (X) | Уровень значений основных предвестников изменения эпизоотической активности очагов | | | | Количественная оценка, баллы |
|---|---|---|---|--|------------------------------|
| | Положительные результаты бактериологических, иммунологических, молекулярно-генетических исследований (A) | Численность доминирующих носителей (B) | Общая численность переносчиков (C) | Климатические характеристики (увлажненность, температурный режим и др.) (D) | |
| Отсутствие эпизоотий | Низкий или его резкое падение | | | | 1 |
| Единичные находки зараженных животных | Ниже среднеголетних показателей | | | | 2 |

Продолжение таблицы 4

| | | | |
|---------------------|---|--|---|
| Локальные эпизоотии | Соответствует среднемуголетним показателям | Снижение аридности климата | 3 |
| Разлитые эпизоотии | Выше среднемуголетних показателей и (или) его быстрый рост | Аномальные отклонения от среднемуголетних показателей | 4 |

Выделяют два типа методических основ составления прогноза эпизоотической активности природных очагов чумы: экспертный (качественный) и количественный прогноз с применением математических (статистических) методов.

Экспертный, или качественный, эпизоотологический прогноз всегда сопряжен с оценкой возможности событий и их масштабов в будущем. Этот прогноз может основываться на анализе многолетней тенденции динамики численности носителей чумы и ее переносчиков, а также периодических многолетних колебаний эпизоотической активности природных очагов. Экспертный эпизоотологический прогноз подразумевает:

1) определение возможной численности носителей чумы и ее переносчиков, эпизоотической активности природных очагов (отсутствие находок зараженных животных или их единичные находки, локальные или разлитые эпизоотии, охватывающие значительную часть очаговой территории);

2) выявление основной динамики эпизоотической активности природного очага чумы (снижение, рост, резкий подъем эпизоотической активности).

При составлении экспертного прогноза анализируют текущее состояние популяций основных и второстепенных носителей и переносчиков чумы, оценивают тенденции динамики их численности. Прогноз эпизоотической ситуации разрабатывают на следующий сезон или год, используя словосочетание «ожидаемая активность выше/ниже/равна среднемуголетней». На конец

оценивают вероятность эпидемических осложнений и составляют рекомендации по организации и объему профилактических мероприятий.

Краткосрочный прогноз разрабатывается с учетом настоящей эпизоотической ситуации в конкретном очаге, основываясь на динамике главных биоценологических компонентов. Прогноз основывается на данных о сезонной и многолетней динамике эпизоотического состояния очага (обнаружение переболевших и инфицированных зверьков, зараженность животных по видам в % к исследованным, площадь и ландшафтная принадлежность участков эпизоотий, численность носителей и переносчиков, зараженность блох, доля посевов с положительным результатом от числа проведенных в % и т.д.).

Для разработки экспертного прогноза оценивается состояние эпизоотической активности очага, которое определяется 4мя градациями и отвечает 4м фазам эпизоотического цикла: рост активности, пик, спад и депрессия. С помощью такого прогноза получают значимую информацию о динамике развития эпизоотической активности определенного природного очага. Оценку прогностической активности природного очага проводят с использованием качественных показателей: единичные находки зараженных чумой зверьков (или их отсутствие), локальные эпизоотии на территориях их стойкого проявления или обширные эпизоотии. У каждого эпизоотического цикла определенного природного очага чумы имеются конкретные средние показатели состояния его паразитарной системы (значения численности носителей и переносчиков, и также их зараженности). Качественный и количественный анализ состояния ведущих биоценологических компонентов природного очага определяет прогностический уровень его эпизоотической активности. Фазе депрессивного состояния очага соответствует низкая эпизоотическая активность, фазам роста и спада – средняя, фазе пика – высокая.

Качественная оценка текущей фазы эпизоотического цикла природных очагов чумы с постоянной эпизоотической активностью в основном проводится с учетом связи между уровнями численности зверьков и переносчиков и

интенсивностью эпизоотий чумы. Чаще всего рост эпизоотической активности, соответствует периоду роста численности переносчиков и основных носителей чумы. Соответственно, пик эпизоотической активности отмечается в годы пика или начала спада численности грызунов и переносчиков возбудителя чумы. В периоды депрессии численности фоновых видов грызунов и их эктопаразитов наблюдается минимальная эпизоотическая активность очагов, вплоть до полного отсутствия эпизоотий. С учетом этого, сезонный либо многолетний прогноз динамики численности носителей и переносчиков возбудителя чумы лежит в основе соответствующего по длительности качественного прогноза динамики эпизоотической активности.

Анализ плотности населения, распределения и общего состояния популяций основных носителей чумы, а также ретроспективной и текущей обстановки в очаге (погодные условия, антропогенные воздействия и др.) являются основной для построения прогнозов численности грызунов. Прогноз массовых размножений фоновых видов, приводящих к активизации очагов и обострению эпидобстановки, требует особого внимания.

В соответствии с МУ по организации и проведению эпидемиологического надзора в природных очагах чумы на территории Российской Федерации при составлении краткосрочного прогноза численности носителей и переносчиков возбудителя чумы и эпизоотической активности анализируют следующие данные:

- метеоданные за теплый и холодный периоды года, аномальные погодные явления, состояние кормовых условий существования основных и второстепенных носителей чумы;
- характер переживания основными и второстепенными носителями чумной инфекции холодного периода года;
- показатели фоновой численности перезимовавшего поголовья зверьков;
- для популяций малого, длиннохвостого и даурского сусликов – даты пробуждения, расселения, залегания в спячку и т.д.;

– ход размножения основного носителя, а также видов грызунов и зайцеобразных, играющих заметную эпизоотологическую роль (начало, конец размножения, для полиэстральных видов – сроки и интенсивность вступления в размножение молодняка текущего года рождения, наличие повторного размножения перезимовавших самок);

– показатели численности основного носителя, равно как и других видов мелких млекопитающих, в первую очередь, домовой мыши, в открытых и закрытых станциях;

– прогностические параметры численности основных и дополнительных переносчиков чумы в открытых станциях;

– данные по видовому составу эктопаразитов в населенных пунктах;

– показатели численности и активность основных переносчиков чумы (характер изменения численности, периоды смены генераций, обилие мигрирующих блох, обилие блох на основных и второстепенных носителях чумы и т.д.).

Многосторонний анализ эпизоотологических данных позволяет объяснить вероятные причины изменений в биоценологических комплексах и в эпизоотическом состоянии очагов также, как и возможность дальнейших преобразований. Комплексный анализ влияющих на паразитарную систему факторов и выделение среди них ведущих является непременным условием для прогнозирования эпизоотической активности очагов чумы. Однако необходимо иметь в виду, что все прогнозы многофакторных природных явлений часто оказываются недостаточно точны, являются сугубо относительными и отличаются пространственно-временными параметрами. Поэтому в практике эпизоотологического наблюдения предпочтительнее использовать краткосрочные прогнозы на полгода или год.

Также составление эпизоотологического прогноза включает оценку вероятности эпидосложнений в конкретном очаге и разработку рекомендаций по организации профилактических мероприятий (содержание, сроки,

местоположение, объемы дератизации и дезинсекции, потребность вакцинации постоянных и временных контингентов населения, санпросветработы среди них, специальной подготовки учреждений общей медицинской сети к вероятным обострениям эпидемиологической обстановки). Для этого разрабатывают прогнозы площади буферной зоны (высокого риска заражения), где надо реализовывать профилактические мероприятия.

Периодические флюктуации небольшой длительности являются составной частью крупных колебаний эпизоотической активности природных очагов. Такое представление является теоретической предпосылкой к долгосрочному прогнозированию. Максимальное значение крупного цикла проявляется при наложении пиков нескольких мелких периодов. Года, заложенные в краткосрочные прогнозы, позволяют выделить наиболее значимые факторы и оценить их статистически, что в свою очередь может быть использовано для долгосрочного прогнозирования.

Для прогноза эпизоотической обстановки в природных очагах чумы также используют математические (статистические) методы. В результате получают количественные характеристики эпизоотической активности природного очага чумы (площадь эпизоотии и др.). В практике экспертные эпизоотологические прогнозы, как правило, обосновываются математическими расчетами.

Каждая статистическая компьютерная программа содержит определенный набор средств для решения этих задач. Полагать, что один метод является наиболее «правильным» неверно. Временные ряды различных типов лучше аппроксимируются разными из предложенных методов, оба из которых в разной степени отвечают различным техническим возможностям, выполняемым исполнителем задачам, уровню подготовки исследователя и т.д. Для выявления связанных с исходным временным рядом факторов используют корреляционный, регрессионный, дискриминантный и гармонический анализ.

4.2 Эпизоотическая активность Прикаспийского песчаного природного очага в 2014-2015 гг. и краткосрочные прогнозы на 2016 -2022 гг.

Прикаспийский песчаный природный очаг (43) занимает западную часть Прикаспийской низменности и располагается вдоль берега Каспийского моря от Волги до Терека на площади 63 276 кв. км. Ранее эта территория входила в состав Прикаспийского Северо-Западного степного очага. К 80-м годам в связи с более резко обозначившимися различиями структуры природных комплексов был выделен песчаный очаг чумы. Эпидемические проявления в современных границах ПППО регистрировались в 1923–1924, 1935–1936, 1947–1948 и 1979 годах. За этот период число заболевших чумой составило 82 человека в 13 населенных пунктах. Большинство вспышек наблюдались в центральных и восточных частях очага и были спровоцированы эпизоотиями на песчанках и мышевидных грызунах. Административно территория очага охватывает часть Калмыкии, Астраханской области, Ставропольского края, Дагестана и Чечни. В настоящее время в ее пределах проживает около 400 тыс. человек. Наибольшая плотность населения в Ильменно-придельтовом районе. Основными контингентами риска являются животноводы, сельскохозяйственные рабочие, геологи, туристы, охотники и др. Численность верблюдов достигает нескольких тысяч голов. Развивается добыча нефти и газа. Медицинская и ветеринарная сети, транспорт и связь развиты удовлетворительно.

На территории ПППО обитает 26 видов грызунов. Основными носителями являются полуденная песчанка *Meriones meridianus* и гребенщикова песчанка *M. tamariscinus*, а основными переносчиками – блохи *Xenopsylla conformis* и *Nosopsyllus laeviceps*. Культуры чумного микроба выделены от 15 их видов. Всего в 1923-2013 гг. от мелких млекопитающих выделено 740 культур чумного микроба. Соотношение выделенных в 1923-2013 гг. культур от разных видов грызунов составляло: от полуденных песчанок – 295 (40 %), от малых сусликов –

202 (27 %), от домовых мышей (*Mus musculus*) – 117 (16 %), от серого хомячка (*Cricetulus migratorius*) – 52 (7 %), от гребенщикова песчанок (*M. tamariscinus*) – 44 (6 %), от других видов грызунов и насекомоядных – 30 (4 %). В последние годы в связи с расширением ареала и увеличением численности повышается значение блохи *X. conformis*. От различных видов блох и клещей выделено 786 культур чумного микроба, в том числе: от блох песчанок *Ns. laeviceps* – 266 (34 %), от блох сусликов *Citellophilus tesquorum* и *Neopsylla setosa* – 224 (28 %) и 136 (17 %) штаммов соответственно. Штаммы чумного микроба высоковирулентны и относятся к основному подвиду *Y. pestis pestis*.

Эпизоотии регистрировали с 1913 по 1954 год с небольшими интервалами. Затем после длительного перерыва эпизоотии возобновились в 1979 г. и отмечались ежегодно вплоть до 1995 гг. В последующий период с 1996 г. эпизоотическая активность очага значительно снизилась. В 1996-2019 гг. наиболее крупный подъем эпизоотической активности имел место в 2014 г. Сезонные проявления чумы в популяциях зверьков приурочены к апрелю-июню и октябрю-ноябрю. Эпизоотии зарегистрированы на 31 % территории очага. Крупные эпидемические проявления в ПППО регистрировались в 1923–1924, 1935–1936, единичные заболевания чумой среди людей отмечены в 1947, 1948, 1979 гг. Всего было зарегистрировано 128 больных чумой в 16 населенных пунктах [127, 59]. Люди заражались при работах в степи, разделке верблюдов, в населенных пунктах от больных мышей.

Выполненный анализ базы данных «Эпизоотическая активность природных очагов чумы Российской Федерации» показал, что в период 1923-2015 гг. (92 года) эпизоотии чумы, с различными временными перерывами, зарегистрированы на протяжении 46 лет (Таблица 5).

Таблица 5 – Характеристика эпизоотической активности Прикаспийского песчаного природного очага чумы в 1923-2015 гг.

| №№ | Год | Число культур | Число эпизоотических участков | Число эпизоотических секторов | S зоны высокого риска заражения |
|----|------|---------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 1923 | 3 | 3 | 3 | 234 |
| 2 | 1924 | 5 | 4 | 3 | 252 |
| 3 | 1925 | 6 | 5 | 5 | 390 |
| 4 | 1929 | 5 | 5 | 2 | 264 |
| 5 | 1930 | 2 | 2 | 2 | 155 |
| 6 | 1931 | 1 | 1 | 1 | 77 |
| 7 | 1935 | 8 | 8 | 7 | 557 |
| 8 | 1936 | 3 | 3 | 2 | 207 |
| 9 | 1938 | 1 | 1 | 1 | 78 |
| 10 | 1946 | 17 | 14 | 6 | 647 |
| 11 | 1947 | 10 | 5 | 4 | 329 |
| 12 | 1948 | 53 | 37 | 15 | 1429 |
| 13 | 1949 | 1 | 1 | 1 | 78 |
| 14 | 1954 | 2 | 2 | 2 | 155 |
| 15 | 1979 | 86 | 29 | 22 | 1548 |
| 16 | 1980 | 3 | 1 | 1 | 78 |
| 17 | 1981 | 74 | 21 | 10 | 741 |
| 18 | 1982 | 51 | 20 | 12 | 955 |
| 19 | 1983 | 103 | 48 | 34 | 2689 |
| 20 | 1984 | 51 | 32 | 27 | 1941 |
| 21 | 1985 | 134 | 49 | 24 | 1827 |
| 22 | 1986 | 152 | 71 | 26 | 2267 |
| 23 | 1987 | 141 | 63 | 36 | 2653 |
| 24 | 1988 | 172 | 58 | 33 | 2604 |
| 25 | 1989 | 139 | 48 | 27 | 1979 |
| 26 | 1990 | 131 | 55 | 36 | 2844 |
| 27 | 1991 | 70 | 43 | 33 | 2611 |
| 28 | 1992 | 21 | 17 | 13 | 1004 |
| 29 | 1993 | 27 | 17 | 11 | 894 |

Продолжение Таблицы 5

| | | | | | |
|-------|------|------|-----|-----|-------|
| 30 | 1994 | 43 | 23 | 14 | 1112 |
| 31 | 1995 | 54 | 30 | 26 | 1971 |
| 32 | 1996 | 10 | 10 | 7 | 495 |
| 33 | 1998 | 12 | 9 | 4 | 331 |
| 34 | 1999 | 9 | 5 | 4 | 313 |
| 35 | 2000 | 9 | 4 | 3 | 258 |
| 36 | 2001 | 24 | 17 | 16 | 1187 |
| 37 | 2002 | 4 | 3 | 3 | 232 |
| 38 | 2003 | 3 | 2 | 2 | 156 |
| 39 | 2004 | 2 | 2 | 2 | 156 |
| 40 | 2005 | 3 | 3 | 2 | 195 |
| 41 | 2006 | 3 | 3 | 3 | 219 |
| 42 | 2009 | 6 | 5 | 5 | 359 |
| 43 | 2010 | 11 | 11 | 6 | 447 |
| 44 | 2013 | 3 | 2 | 3 | 234 |
| 45 | 2014 | 53 | 24 | 23 | 2300 |
| 46 | 2015 | 3 | 3 | 3 | 259 |
| Итого | | 1724 | 819 | 525 | 41711 |

Примечание: в таблице использованы материалы Базы данных «Эпизоотическая активность природных очагов чумы Российской Федерации»

Всего выделено 1724 культуры чумного микроба. Находки зараженных чумой животных (грызуны, эктопаразиты) обнаружены на 819 эпизоотических участках, расположенных в границах 525 секторов первичных районов паспортизации территории ПППО. Подъемы эпизоотической активности отмечены в 1923-1925, 1929-1931, 1935-1938, 1946-1949, 1954, 1979-2006, 2009-2010, 2013-2015 гг. Наиболее интенсивные эпизоотии чумы имели место в 1979-2015 гг. (Рисунок 11).

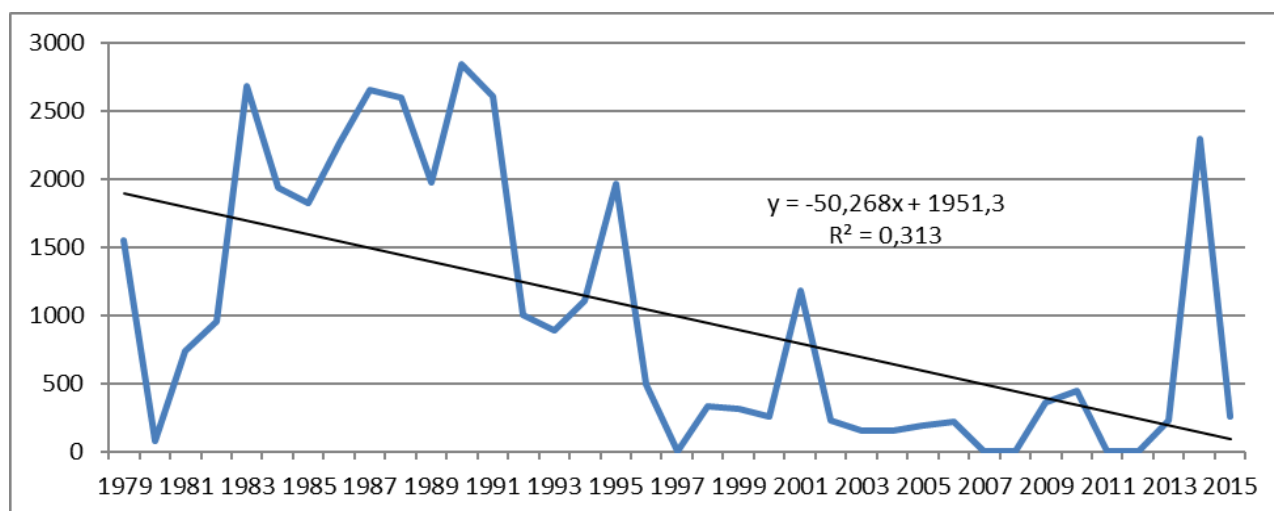


Рисунок 11 - Динамика эпизоотических проявлений чумы (площадь эпизоотических участков км²) на территории Прикаспийского песчаного природного очага чумы в 1979-2015 гг.

В текущем десятилетии последние находки зараженных чумой животных зарегистрированы в 2015 г. В 2015 г. эпизоотии чумы выявлены на территории Черноземельского района Республики Калмыкия на 3 участках, общей площадью 300 км² (в 2014 г. – 2300 км²). Весной выделено 4 штамма (в 2014 г. – 53) возбудителя чумы: от трупа полуденной песчанки, от блохи *Nosopsyllus laeviceps* с полуденных песчанок, от блох *Neopsylla setosa* и *Citellophilus tesquorum* из нор малого суслика. В результате проведения комплекса профилактических мер (полевая дератизация, дезинсекция) на локальных участках стойкого проявления чумы в условиях естественной депрессии численности носителей и переносчиков удалось локализовать эпизоотический процесс и предотвратить дальнейшее распространение чумного микроба на территории ПППО [79]. В осенний период зараженных чумой животных не зарегистрировано.

В 2015 г. численность полуденной и гребенщиковой песчанок в Волго-Кумском междуречье снизилась к весне до 3,7 особей на 1 га. К осени плотность песчанок снизилась до 3,0 особи на 1 га. Очень низкими отмечены показатели численности песчанок в южных частях очага: в Терско-Кумском междуречье весной – 0,6, осенью лишь 0,7 особей на 1 га. В 2016 г. численность полуденной и

гребенщиковой песчанок в Волго-Кумском междуречье весной составляла 1,9 особи на 1 га; осенью - 3,1 особи на 1 га; в 2017 г. – соответственно 4,2 особи и 3,9 особи на 1 га; в 2018 г. – 2,2 и 0,8 особей на 1 га, в 2019 г. – 2,0 особи на 1 га, в 2020 – 0,9 и 2,2 особи на 1 га, в 2021 – 1,2 и 1,4, в 2022 – 4,0 и 6,0 особей на 1 га.

В 2015 г. численность блох малых песчанок составила весной 32 экз. на 1 га; осенью - 18 экз. на 1 га. В 2016 г. показатели численности блох в поселениях малых песчанок Волго-Кумского междуречья не превышали 20 экз. на 1 га при нулевых показателях во многих районах. В 2017 г. – средние показатели численности блох не превышали 30 экз. на 1 га; в 2018 г. – 30 экз. на 1 га; в 2019 г. – 20 экз., в 2020 – 29 экз., 2021- 30 экз., и 2022 – 20 экз. на 1 га. (Таблица 6).

Таблица 6 – Общая характеристика основных экспертных прогностических показателей эпизоотической активности Прикаспийского песчаного природного очага в 2015-2022 гг.

| Год | Наличие положительных результатов исследований проб полевого материала | Средняя показатели численности песчанок весной/осенью, число зверьков на 1 га | Средняя численность блох весной/осенью, число экз. на 1 га |
|---------|--|---|--|
| 2015 г. | Выделены 4 культуры чумного микроба | 3,7/3,0 | 32/18 |
| 2016 г. | Отсутствие зараженных животных | 1,9/3,1 | 20/15 |
| 2017 г. | Отсутствие зараженных животных | 4,2/3,9 | 30/20 |
| 2018 г. | Отсутствие зараженных животных | 2,2/0,8 | 25/15 |
| 2019 г. | Отсутствие зараженных животных | 2,0/2,0 | 10 и менее |
| 2020 г. | Отсутствие зараженных животных | 0,9/ 2,2 | 2/29 |
| 2021 г. | Отсутствие зараженных животных | 1,2/1,4 | 30/15 |
| 2022 г. | Отсутствие зараженных животных | 4,0/6,0 | 10,0/20,0 |

Средние значения показателей бальной оценки эпизоотического состояния для ПППО в 2015 г. (единичные находки зараженных животных, низкая численность песчанок и их блох, неблагоприятные погодные условия) составляет в среднем более 1 балла, что указывает на возможность обнаружения единично зараженных животных в осенний период 2016 г. при реализации сезонного подъема численности песчанок и их блох. Однако, в связи с неблагоприятными погодными условиями 2016-2017 гг. показатели численности песчанок и их существенно не изменились, а в отдельных районах еще более снизились. Депрессивное состояние численности песчанок на территории ПППО сохранилось и в 2018-2021 гг. В связи с отсутствием зараженных животных на территории очага в 2016-2022 гг. и депрессивным состоянием численности носителей и переносчиков возбудителя чумы были обоснованы прогнозы на отсутствие эпизоотических проявлений на территории ПППО в 2017 г., в 2018 г., 2019 г., 2020 г., 2021 г., 2022 г., 2023 г., которые полностью оправдались. В 2016-2022 гг. находок зараженных животных на территории ПППО не зарегистрировано.

4.3 Сезонные особенности проявления чумы как основа краткосрочных прогнозов эпизоотической активности Прикаспийского песчаного очага

Использование материалов базы данных «Эпизоотическая активность природных очагов чумы Российской Федерации», позволило установить, что в сезонном аспекте в ПППО выражены для пика эпизоотической активности: весенне–летний (апрель–июнь) и осенне–зимний (октябрь–декабрь) периоды. В осенние и зимние месяцы эпизоотии часто продолжаются среди синантропных видов грызунов, в первую очередь домовых мышей, что нередко служило основной причиной возникновения вспышек чумы среди сельского населения.

В многолетнем аспекте эпизоотии чумы наиболее часто регистрируют здесь в весенний период. Причем на протяжении ряда лет зараженных животных обнаруживали только весной. Причем в период 1923-1954 гг. весенние эпизоотии продолжали развиваться и в летний период, вплоть до конца июня- начало июля. В частности, развитие эпизоотий в весенне-летний период отмечено здесь ежегодно на протяжении 1924-1938 гг. и в 1954 г. В период 1946-1948 гг. на территории ПППО эпизоотии чумы регистрировали как в весенне-летний, так и осенний периоды. В осенне-зимний и зимний периоды эпизоотии чумы регистрировали в 1923, 1949, 1979, 2001, 2006 и 2013 гг. В период 1979-2013 гг. эпизоотии чумы в весенне-летний период имели место в 1980, 1994, 2002-2004 гг., 2009-2010 гг. В 1981-1993 гг. и 1995-2000 гг. и 2005 г. эпизоотии чумы постоянно регистрировали здесь в весенний и осенний периоды.

Весной и осенью 2014 года зарегистрирован взрывной характер усугубления эпизоотической обстановки на территории ПППО в его центральной приморской части [79, 104]. Эпизоотии были выявлены на территории Лиманского района Астраханской области, Лаганского и Черноземельского районов Республики Калмыкия, Тарумовского района Республики Дагестан (Рисунок 12). На общей площади эпизоотий 2300 км² было выделено 53 штамма *Y. pestis*. В развитии эпизоотического процесса участвовал широкий спектр фоновых видов грызунов и их эктопаразитов. 17 культур было изолировано от грызунов (9 – от полуденной и 4 – от гребенщиковой песчанок, 2 – от домовой мыши, по одному – от общественной полевки и малого тушканчика), 36 культур получено от их блох (17 – от *Nosopsyllus laeviceps*, 5 – от *Xenopsylla conformis*, 8 – от *Nosopsyllus mokrzeckyi*, 3 – от *Nosopsyllus consimilis* и 3 штамма от блох без определения вида). Методами ПЦР и ИФА подтверждена циркуляция *Y. pestis* на территории Яшкульского и Черноземельского районов Республика Калмыкия, Курского района Ставропольского края.

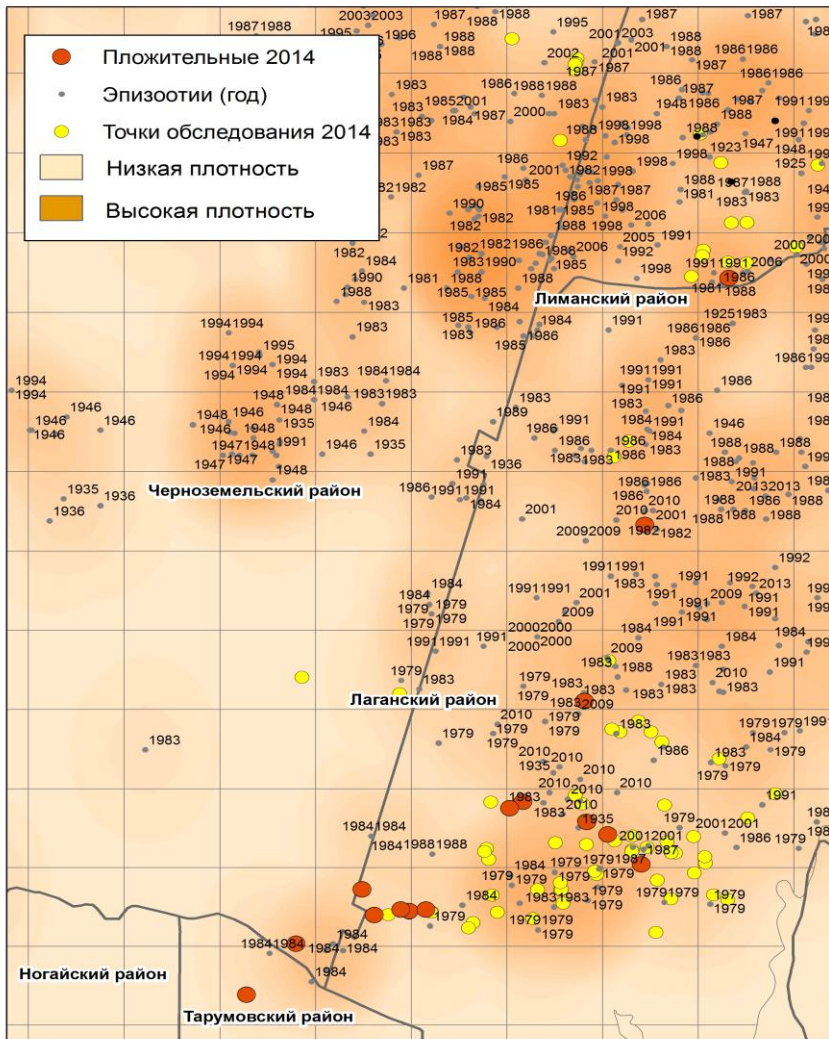


Рисунок 12 – Применение базы данных для оценки пространственной структуры территории Прикаспийского песчаного природного очага во время обострения эпизоотической обстановки в 2014 г. По [151], с изменениями

Осенью 2014 года отмечена тенденция к снижению численности носителей и переносчиков чумы в очаге. Плотность малых песчанок сократилась осенью до 3,7 особи на 1 га, что ниже многолетней величины (5,2). Также в осенний период повсеместно снизился запас блох песчанок на 1 га.

В 2015 г. наиболее напряженная эпизоотическая и эпидемиологическая ситуация ожидалась в ПППО в апреле-июне и октябре-ноябре в соответствии с сезонной спецификой проявлений чумы (Рисунок 13). В прошлом, за счет вовлечения в эпизоотию мышевидных грызунов, в том числе и синантропных

видов, здесь неоднократно имели место «вспышки» чумы в ноябре-декабре [184, 127]. Причем обнаружить зараженных чумой зверьков на участках стойкого ее проявления возможно даже при низкой численности носителей и переносчиков [130]. Полученные результаты, в силу своей прогностической значимости и определили наиболее перспективные для выявления эпизоотий чумы сроки эпизоотологического обследования в 2015 г. (см. раздел 5.3.)

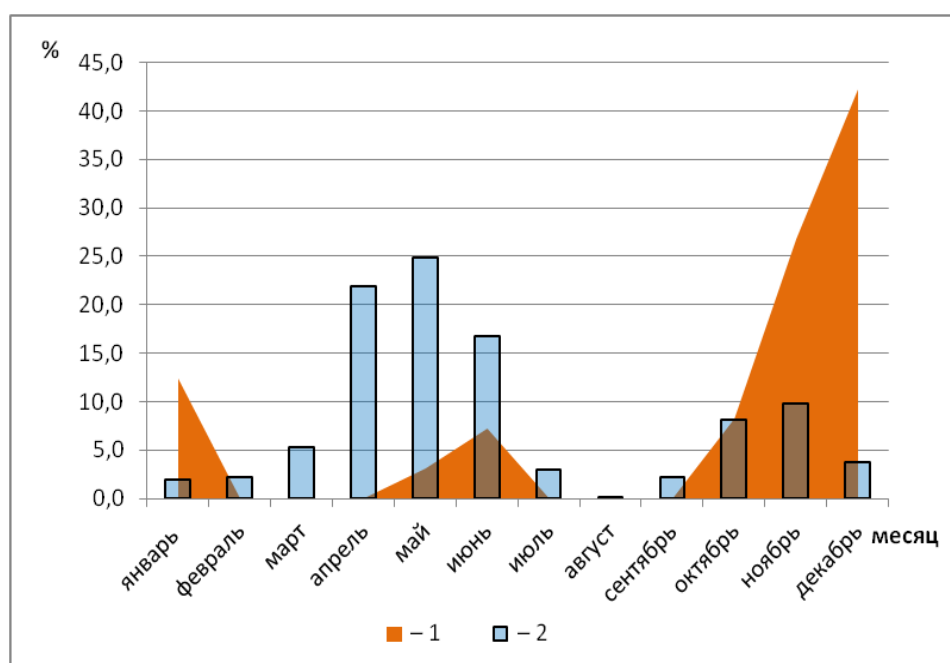


Рисунок 13 – Сезонная эпизоотическая и эпидемическая активность Прикаспийского песчаного природного очага чумы. По [151], с изменениями
Примечание: 1 – Помесячное распределение эпидемических вспышек чумы в % за период 1907-1979; 2 – Помесячное распределение выделенных культур чумного микроба от носителей и переносчиков в % за период 1923-2014

В 2015 г. краткосрочный прогноз на выявление локальных проявлений чумы на участках стойкого ее проявления на территории Прикаспийского песчаного очага полностью оправдался. В соответствии с прогнозом локальные эпизоотии чумы были выявлены на 3 участках: в марте, апреле и мае 2015 г. (Рисунок 14). При планировании эпизоотологического обследования учитывали ретроспективные пространственные особенности проявления чумы на территории

Прикаспийского песчаного природного очага в соответствии с базой данных (Рисунок 12). Выделено 4 штамма чумного микроба, в том числе: от полуденных песчанок (1); от блох песчанок (1); от блох сусликов (2). Общая площадь эпизоотии не превышала 300 кв². На всех выявленных участках оперативно проведены профилактические мероприятия (полевая дератизация, дезинсекция). Эпизоотический процесс был купирован. В осенний период 2015 г., равно как и последующие 2016-2020 гг., зараженных животных на территории Прикаспийского песчаного очага не обнаружено.

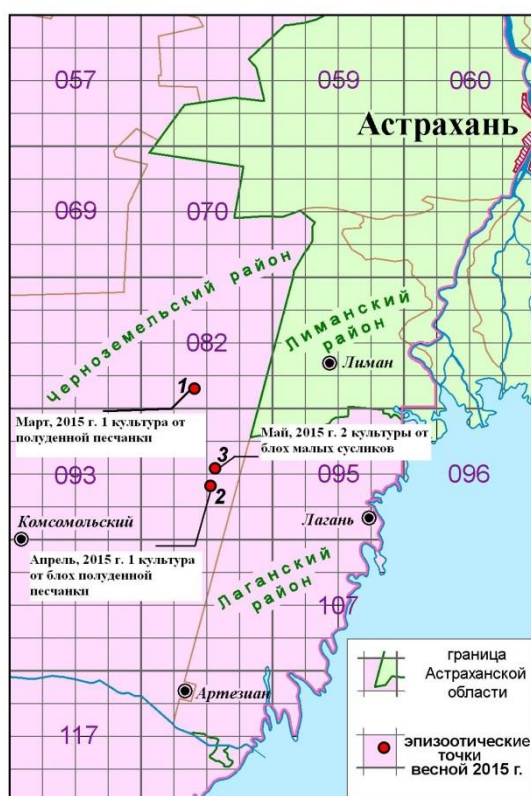


Рисунок 14 – Карта схема эпизоотических участков на территории Прикаспийского песчаного природного очага чумы в весенний период 2015 г. По [151], с изменениями

Планирование обследовательских и профилактических мероприятий в 2015 г. выполнено с учетом содержания краткосрочного сезонного прогноза времени и территорий риска эпизоотических проявлений чумы. После прогностического обострения эпизоотической обстановки в апреле-июне, ожидался дальнейший на

спад в июле-августе. В октябре-декабре в очаге отмечается второй сезонный подъем эпизоотической активности. Результаты анализа пространственных особенностей эпизоотий на территории очага с 1923 года послужили основой для организации эпизоотологического обследования в весенний период 2015 г., в ходе которого обнаружение зараженных чумой носителей нацелено проводилось на участках стойкого ее проявления. В прошлом, сезонные ухудшения эпизоотической обстановки на территории очага многократно сопровождалась заражением человека чумой. Резкий подъем эпизоотической активности, случившийся после 25 лет межэпизоотического периода (с 1954 г.), на территории ПППО привел к заражению человека в 1979 г. в п. Артезиан (Республика Калмыкия). В 2014-2015 гг. в условиях обнаружения очередной «взрывной волны» эпизоотий были полностью предотвращены эпидемические осложнения благодаря оперативному и адекватному проведению специфической и неспецифической профилактики. При этом прогноз об активизации ПППО в 2014-2015 гг. стал основой для своевременного планирования всего комплекса профилактических (противоэпидемических) мероприятий.

4.4 Ретроспективная оценка надежности прогноза временного ряда эпизоотической активности Прикаспийского песчаного природного очага

Для ретроспективной оценки возможности создания долгосрочного эпизоотологического прогноза использован метод гармонического анализа временного ряда эпизоотической активности ПППО. Этот метод применяется для прогнозирования временного ряда с регулярными циклами (Фурье – аппроксимация).

Необходимо подчеркнуть, что для прогнозирования этим методом рекомендуется рассмотреть динамику наблюдений за три циклических периода, ближайших к экстраполируемым значениям, причем начало и конец кривой, по которой строится уравнение ее аппроксимации, должны приходиться на одну и ту

же фазу (начало, середину или конец цикла). В целом гармонический анализ хорошо подходит для описания низкочастотных периодических колебаний.

Нами выполнен гармонический анализ временного ряда, характеризующего площади зоны высокого риска заражения на территории ПППО чумы (км²), т.е. площади, где надо проводить профилактические (противоэпидемические) мероприятия, на территории ПППО чумы за 1979–1990 гг. (Таблица 7). Данные по площади зоны высокого риска заражения на территории ПППО получены из Базы данных «Эпизоотическая активность природных очагов чумы Российской Федерации».

Таблица 7 – Площади зоны высокого риска заражения на территории Прикаспийского песчаного природного очага чумы

| Год | Площадь зоны высокого риска заражения, км ² | Год | Площадь зоны высокого риска заражения, км ² |
|------|--|------|--|
| 1979 | 1548 | 1991 | 2611 |
| 1980 | 78 | 1992 | 1004 |
| 1981 | 741 | 1993 | 894 |
| 1982 | 955 | 1994 | 1112 |
| 1983 | 2689 | 1995 | 1971 |
| 1984 | 1941 | 1996 | 495 |
| 1985 | 1827 | 1997 | 0 |
| 1986 | 2267 | 1998 | 331 |
| 1987 | 2653 | 1999 | 313 |
| 1988 | 2604 | 2000 | 258 |
| 1989 | 1979 | 2001 | 1187 |
| 1990 | 2844 | 2002 | 232 |

Как известно, [47] гармоническое представление временного стационарного ряда задается четырьмя параметрами: периодом, амплитудой, фазой и средним значением. Каждый из перечисленных параметров имеет собственную изменчивость, в том числе случайную, для нивелирования влияния которой необходимо их усреднение по N наблюдениям, желательно, не менее, чем по трем циклам. В нашем случае имеющийся временной ряд наблюдений короче, что приведет к снижению надежности количественных оценок его параметров, а также экстраполяции. Но, хочется отметить, что по мере накопления и использования дополнительных данных об активности природного очага точность предложенного метода возрастет.

Последовательность проведенного по формулам (2), (6), (7), (8) гармонического анализа отражена в табл. 8-10. Отсчет t начали с 1, прибавляя каждый раз к его значению величину $2\pi/n$, то есть в нашем случае 0,523. Все расчеты были проведены в «радианах».

Таблица 8 содержит параметры ряда Фурье, необходимые для составления уравнения прогноза с использованием от одной до четырех гармоник.

Таблица 8 – Параметры ряда Фурье, необходимые для составления уравнения прогноза с использованием 4 гармоник

| Год | № п/п | У | T | $y*\cos t$ | $y*\sin t$ | $y*\cos 2t$ | $y*\sin 2t$ | $y*\cos 3t$ |
|-------|-------|-------|-------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 1979 | 1 | 1548 | 1 | 836,4 | 1302,6 | -644,2 | 1407,6 | -1532,5 |
| 1980 | 2 | 78 | 1,5 | 3,7 | 77,9 | -77,6 | 7,4 | -11,1 |
| 1981 | 3 | 741 | 2,0 | -339,5 | 658,7 | -430,0 | -603,5 | 733,4 |
| 1982 | 4 | 955 | 2,6 | -803,2 | 516,6 | 396,0 | -869,0 | 137,0 |
| 1983 | 5 | 2689 | 3,1 | -2685,9 | 129,7 | 2676,5 | -259,1 | -2660,9 |
| 1984 | 6 | 1941 | 3,6 | -1726,1 | -887,8 | 1128,8 | 1579,0 | -281,6 |
| 1985 | 7 | 1827 | 4,1 | -989,6 | -1535,8 | -755,0 | 1663,7 | 1807,5 |
| 1986 | 8 | 2267 | 4,7 | -111,2 | -2264,3 | -2256,1 | 222,1 | 332,4 |
| 1987 | 9 | 2653 | 5,2 | 1211,6 | -2360,2 | -1546,3 | -2155,8 | -2624,0 |
| 1988 | 10 | 2604 | 5,7 | 2187,8 | -1412,2 | 1072,3 | -2373,0 | -385,9 |
| 1989 | 11 | 1979 | 6,2 | 1976,5 | -98,6 | 1969,2 | -197,0 | 1956,9 |
| 1990 | 12 | 2844 | 6,8 | 2531,1 | 1296,8 | 1661,3 | 2308,3 | 426,0 |
| Сумма | | 22126 | 46,54 | 2091,9 | -4576,5 | 3194,9 | 730,7 | -2102,7 |

Примечание к таблице: У – площадь зоны высокого риска заражения, км², T – значения $y\cos t$, $y*\sin t$ - параметры ряда Фурье с одной гармоникой, $y*\cos 2t$, $y*\sin 2t$ - параметры ряда Фурье с двумя гармониками, $y*\cos 3t$, $y*\sin 3t$ - параметры ряда Фурье с тремя гармониками, $y*\cos 4t$, $y*\sin 4t$ - параметры ряда Фурье с четырьмя гармониками*

Для определения коэффициентов при синусах и косинусах, а также свободного члена уравнения, в таблице 8 приведены значения сумм соответствующих граф. Исходя из них используя формулы (4), (5), имеем:

$$A_0=1843,8; \quad A_1= 348,6; \quad A_2=532,5; \quad A_3= -350,5; \quad A_4= -51,1;$$

$$B_1= -762,7; \quad B_2=121,8; \quad B_3=;292,8 \quad B_4=193,4$$

Окончательные результаты гармонического анализа ряда, включающие 4 гармоники, приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет четырех периодических составляющих и уравнений, характеризующих площади зоны высокого риска заражения на территории Прикаспийского песчаного природного очага чумы

| Число гармоник | Уравнения динамики эпизоотической активности, включающие от одной до четырех гармоник |
|----------------|---|
| 1 | $Y_t = 1843,8 + 348,6 \cos t - 762,7 \sin t$ |
| 2 | $Y_t = 1843,8 + 348,6 \cos t - 762,7 \sin t + 532,5 \cos 2t + 121,8 \sin 2t$ |
| 3 | $Y_t = 1843,8 + 348,6 \cos t - 762,7 \sin t + 532,5 \cos 2t + 121,8 \sin 2t - 350,5 \cos 3t + 292,8 \sin 3t$ |
| 4 | $Y_t = 1843,8 + 348,6 \cos t - 762,7 \sin t + 532,5 \cos 2t + 121,8 \sin 2t - 350,5 \cos 3t + 292,8 \sin 3t - 51,1 \cos 4t + 193,4 \sin 4t$ |

Необходимо определить, какое из уравнений в таблице 9 лучше других аппроксимирует исходный ряд. Для решения вопроса воспользуемся данными таблицы 10, где приведены значения исходного временного ряда и уровни ряда, рассчитанные с использованием разного числа гармоник. Суждение о степени сходства рядов будем основывать на оценке величины коэффициента корреляции Пирсона и коэффициента детерминации.

Из таблицы 10 следует, что уже уравнение с двумя гармониками неплохо описывает исходный ряд. Уравнение с 4 гармониками объясняет 89,8 % колебаний уровней исследуемого временного ряда. Вместе с тем и уравнение, содержащее три периодических составляющих, вполне хорошо аппроксимирует

исходную последовательность ($R^2 = 86,9 \%$) (Рисунок 15). Поэтому для прогноза использован более простой ряд Фурье с 3 гармониками.

Таблица 10 – Сравнение исходного временного ряда площади зоны высокого риска заражения на территории Прикаспийского песчаного природного очага чумы с расчетными уровнями, полученными с использованием различного числа гармоник

| Год | Исходные уровни ряда | Расчетные значения уровней ряда, полученные на основе уравнений, содержащих перечисленное число гармоник: | | | |
|--|----------------------|---|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1979 | 1548 | 1390,4 | 1279,5 | 1667,8 | 1554,8 |
| 1980 | 78 | 1098,5 | 579,9 | 339,8 | 253,1 |
| 1981 | 741 | 1006,1 | 597,9 | 209,3 | 408,8 |
| 1982 | 955 | 1138,0 | 1248,0 | 1487,5 | 1375,1 |
| 1983 | 2689 | 1458,8 | 1977,1 | 2366,1 | 2278,8 |
| 1984 | 1941 | 1882,7 | 2291,4 | 2052,5 | 2252,1 |
| 1985 | 1827 | 2296,2 | 2187,0 | 1797,6 | 1685,7 |
| 1986 | 2267 | 2588,6 | 2070,6 | 2308,9 | 2221,0 |
| 1987 | 2653 | 2681,6 | 2272,3 | 2662,1 | 2861,7 |
| 1988 | 2604 | 2550,4 | 2658,7 | 2421,0 | 2309,7 |
| 1989 | 1979 | 2230,1 | 2747,8 | 2357,6 | 2269,2 |
| 1990 | 2844 | 1806,3 | 2216,2 | 2453,3 | 2652,9 |
| Корреляция исходного ряда с расчетными (r) | | 0,71 | 0,85 | 0,93 | 0,95 |
| Коэффициент детерминации (R^2) в % | | 50,4 | 71,8 | 86,9 | 89,8 |

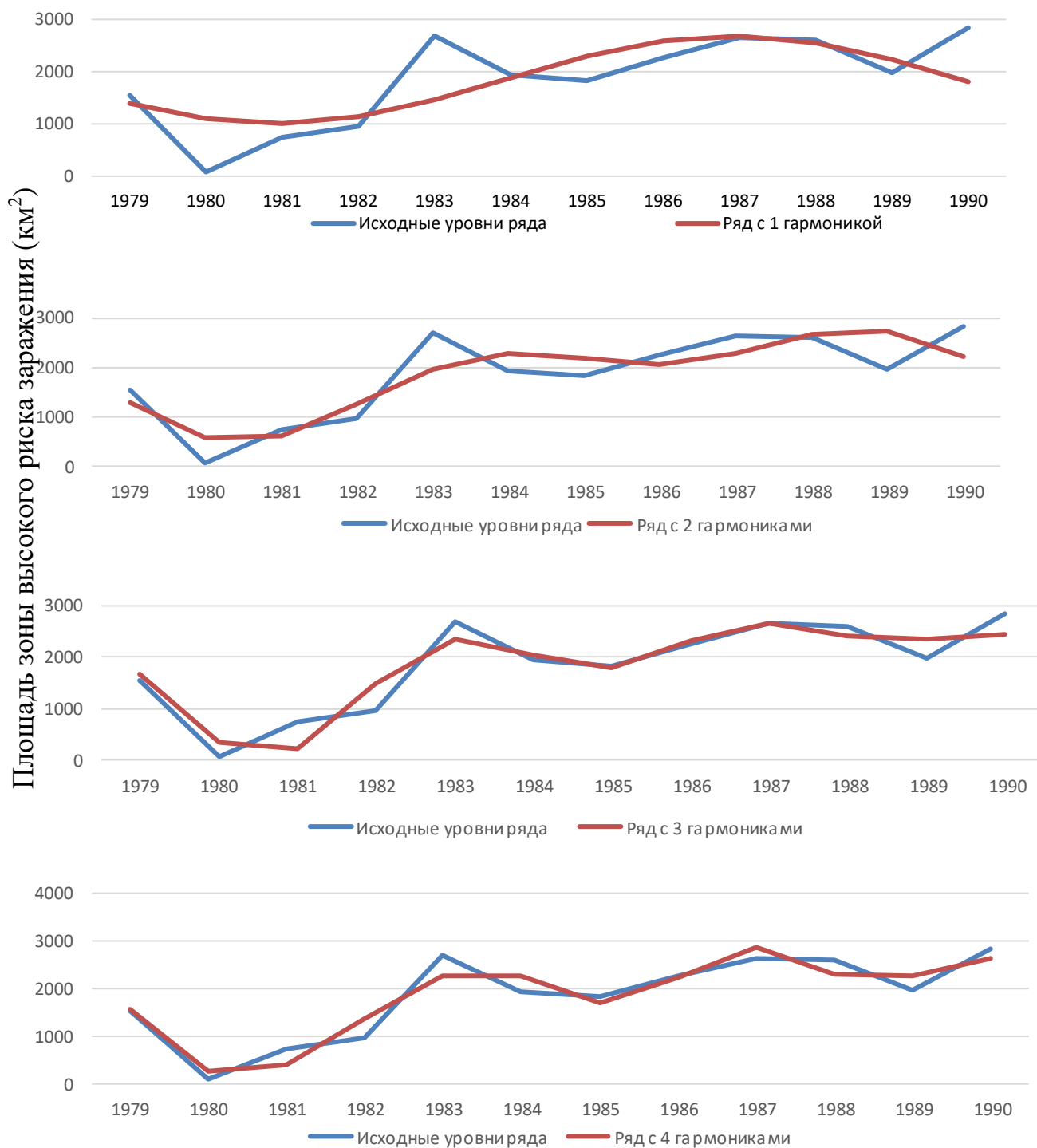


Рисунок 15 - Исходные и расчетные временные ряды площади зоны высокого риска заражения на территории Прикаспийского песчаного очага чумы в 1979-1990 гг.

Для оценки надежности прогноза ретроспективно рассчитали ожидаемую площадь зоны высокого риска заражения на территории Прикаспийского

песчаного природного очага чумы на период с 1991 по 1994 год (с $n=13$ по $n=16$) и сравнили ее с фактической величиной. Для этого в соответствующее уравнение в Таблице 11 подставим искомые значения параметра времени: 13, 14, ...16, преобразованные в t как это сделано в табл.10.

Результаты проведенных расчетов приведены в Таблице 11.

Таблица 11 – Прогноз зоны высокого риска заражения на территории Прикаспийского песчаного природного очага чумы на 1991-1994 гг., на основе ряда Фурье с тремя гармониками

| Год | Фактическая площадь зоны высокого риска заражения | Период времени прогноза (с 1991 г., т.е. $t=6,8+0,523$ для каждого следующего года) | U_t расчетные значения по ряду Фурье с тремя гармониками (табл. 9) |
|--|---|---|--|
| 1991 | 2611 | 7,3 | 1676,6 |
| 1992 | 1004 | 7,8 | 347,2 |
| 1993 | 894 | 8,3 | 203,1 |
| 1994 | 1112 | 8,8 | 1475,3 |
| Корреляция Пирсона уровней исходного ряда и расчетного (r) | | | 0,73 |
| Коэффициент детерминации для оценки точности единичных прогнозов (r^2) | | | 53,3 % |

В таблице 11 приведен коэффициент корреляции Пирсона, на основе которого рассчитан коэффициент детерминации. Последний показывает, что 53,3 % вариации величины зоны высокого риска заражения объяснимо на основе рассчитанных нами уравнений гармонического анализа. Однако отклонения численных значений ожидаемой и фактической площади буферной зоны эпизоотии на территории ПППО остаются высокими (величина отклонений по четырем годам колеблется от 33 до 77 %). Надежность прогноза может быть существенно повышена, если, как выше отмечено, при анализе будет использовано несколько эпизоотических циклов.

Ожидаемое (Таблица 11) и фактическое (Таблицы 7 и 10, Рисунок 16) увеличение площади зоны высокого риска заражения на территории ПППО в 1994

г. ретроспективно можно было бы предотвратить (или уменьшить), если бы на основе данных прогноза заблаговременно (1993 г.) были предприняты соответствующие меры профилактики.

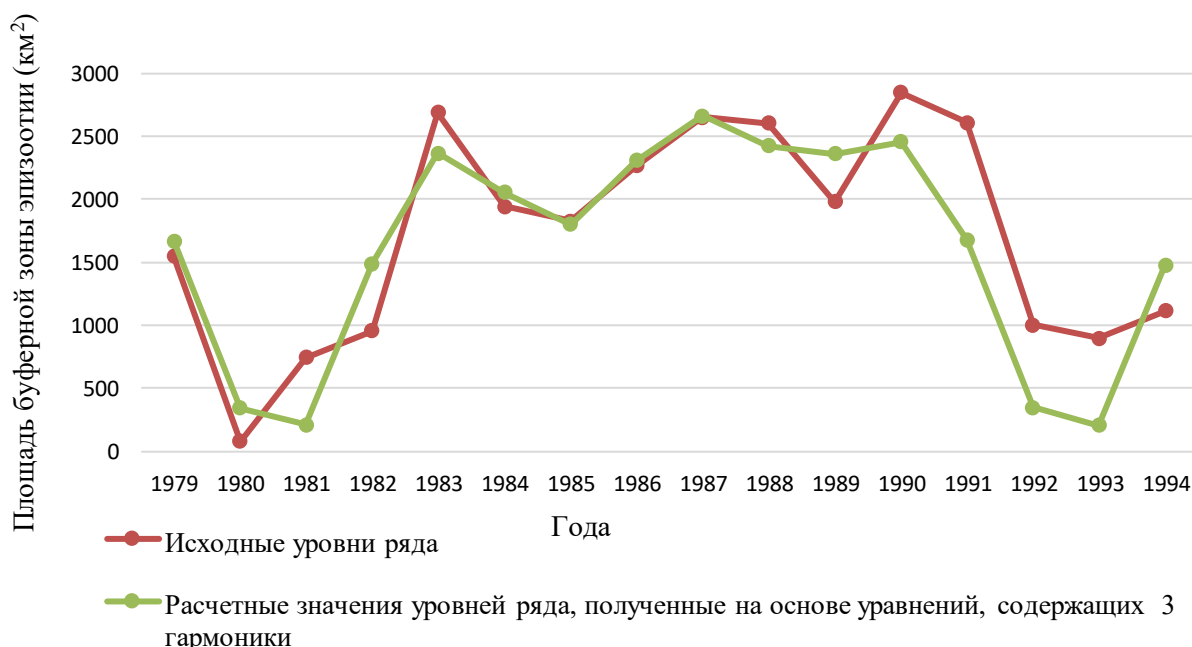


Рисунок 16 – Сравнение исходных и прогностических площадей зоны риска заражения на территории Прикаспийского песчаного природного очага чумы

В связи с наличием длительных перерывов в регистрации эпизоотий в природных очагах различной биоценотической структуры, применение гармонического анализа для целей прогнозирования их эпизоотической активности носит ограниченный характер. Применение этого методического приема наиболее перспективно для разработки прогнозов эпизоотического состояния природных очагов чумы с постоянной эпизоотической активностью. Тем не менее, выполненная ретроспективная оценка надежности прогнозирования временного ряда с регулярными циклами (Фурье – аппроксимация) на примере ПППО имеет определенную методическую значимость, а полученные результаты использованы при разработке «Методических указаний по прогнозированию эпизоотической активности природных очагов чумы Российской Федерации». МУ 3.1.3.3394-16.

Для ПППО имеются репрезентативные данные только за один эпизоотический цикл. Активизация очага, после 25-летнего перерыва (с 1954 г.), имела место в 1979 г. После 1991 г. эпизоотическая активность очага начала постепенно снижаться. В связи с этим для анализа и составления прогноза использован период максимальной активности ПППО в 1979-1990 гг. Последнее предопределило, во многом, относительно низкую прогностическую надежность составленного прогноза. И, как было отмечено выше, по мере накопления дополнительных данных об эпизоотической активности ПППО точность и надежность апробированного метода возрастет.

4.5 Влияние колебаний уровня Каспийского моря на эпизоотическую активность Прикаспийского песчаного природного очага чумы

Каспийское море является исключительно важным фактором, определяющим состояние увлажненности региона Северо-Западного Прикаспия, и колебания его уровня всегда вызывали значительные изменения ландшафтных и биоценологических комплексов Прикаспийской низменности [87]. Также установлено, что эпизоотический «пульс» природных очагов чумы на территории Северного, Северо-Западного Прикаспия и Предкавказья находится в тесной связи как с флуктуациями солнечной активности в ее 11- и 80-90-летних (вековых) циклах, так и с уровнем Каспийского моря [130]. В настоящее время особый интерес представляет гипотеза о действии в пределах акватории и побережья Каспия пульсационного механизма тектонического сжатия-растяжения, зависящего от солнечной активности, который вызывает приток или отток подземных вод и изменение высотного положения уровня моря [54, 194]. В свою очередь, синхронные изменения уровня грунтовых вод в различных районах Прикаспийской низменности могут служить тем основным механизмом, который приводит к активизации природных очагов за счет создания оптимальных условий для существования возбудителя чумы в почвенной биоте, в первую очередь среди простейших и нематод, и его «вертикальной трансмиссии» [80].

Хронология многолетней динамики эпизоотической активности равнинных природных очагов чумы на территориях Прикаспийской низменности в XX-XXI столетиях однозначно свидетельствует о том, что «взрывной» характер массового появления зараженных чумой фоновых видов блох и грызунов, после длительных межэпизоотических перерывов является скорее правилом, чем исключением. В частности, события такого ранга имели место в 1946 г., в 1979 г., 2001 г. и 2014 г. Существенно, что во всех случаях активизация чумы происходила сразу в нескольких, удаленных друг от друга местах, что позволяет предполагать наличие механизмов, обеспечивающих одновременное заражение большого количества животных на автономных участках.

Прикаспийский песчаный природный очаг чумы занимает восточную часть Северо-Западного Прикаспия, начиная с низовьев Волги на северо-востоке до низовьев Терека на юге, восточной границей очага является береговая линия Каспийского моря [125]. В ландшафтном отношении очаговая территория представляет собой наклоненную в сторону моря слабохолмистую, почти плоскую равнину. При этом крайне-восточная часть ПППО находится ниже уровня океана на 28 м. Основным водоносным горизонтом на территории ПППО является хвалыно-хазарский, на котором базируется водоснабжение поселков, животноводческих ферм. Уровень грунтовых вод подвержен значительным колебаниям и во многом зависит от флюктуаций уровня Каспия [54].

В современных границах ПППО эпизоотии чумы на диких грызунах и их блохах начали регистрировать с 1923 года. Отмечена четкая сезонная приуроченность эпизоотий к весенне-летнему (апрель–июнь) и осенне-зимнему (октябрь–декабрь) периодам. При этом наиболее часто и интенсивно проявления чумы регистрируют в мае-июне, т.е. в сезонный максимум уровня Каспия [145].

За период с 1923 по 2014 год эпизоотии выявлены в 1923–1925 гг., 1929–1931 гг., 1935–1938 гг., 1946–1949 гг., в 1951 и 1954 годах, в 1979–1996 гг., 1998–2006 гг., 2009–2010 гг., 2013–2014 гг. За весь период наблюдений (91 год) эпизоотическими были 45 лет; т.е. индекс эпизоотичности территории очага равняется 0,50. При этом наиболее крупные обострения эпизоотической

обстановки в современных границах ПППО совпадали во времени с подъемами уровня Каспия (Рисунок 17) в периоды высокой солнечной активности вблизи экстремумов ее 11-летних циклов №18 (1947 г.), № 21 (1979 г.), № 23 (2001 г.), № 24 (2012 г.).

В 20-30-е годы двадцатого столетия, в период наиболее высокого уровня Каспия, эпизоотии и эпидемические осложнения неоднократно регистрировали в северной части Прикаспийской низменности (с. Енотаевка и др.).



Рисунок 17 - Многолетняя динамика эпизоотической активности Прикаспийского песчаного природного очага чумы и уровня Каспия в 1930-2015 гг. (количество секторов, на территории которых обнаружены зараженные чумой животные; уровень Каспийского моря в м над уровнем мирового океана). По [54], с изменениями

Однако в связи с тем, что обследование этой территории в первые 3-4 десятилетия прошлого века велось крайне фрагментарно, объективно судить о масштабности проявлений чумы в этот период не представляется возможным. Всего от грызунов и их блох за период с 1923 по 1938 год получено 34 штамма чумного микроба на 32 участках. При этом большинство культур выделено от малых сусликов. На фоне последующего длительного падения уровня Каспия (с 1930 г.) в 1939-1945 гг. находок зараженных чумой животных не

зарегистрировано. Общая тенденция снижения уровня Каспия сохранилась вплоть до 1977 г. – до минимальной отметки минус 29,1 м н.у.м.

Очередное обострение эпизоотической обстановки отмечено в юго-восточной части очага (н.п. Нарын-Худук) в 1946 г. В последующие годы локальные эпизоотии выявляли ежегодно вплоть до 1949 г. Единичные находки зараженных животных зарегистрированы в 1951 г. (с. Вендерево) и в 1954 г. (с. Курченко). Всего в 1946-1954 гг. эпизоотии зарегистрированы в северной и центральной части очага на 59 участках, выделена 81 культура возбудителя чумы. Существенно, что в южной части очага – в Терско-Кумском междуречье в 1950–1951 гг. имело место синхронное развитие эпизоотий среди малых сусликов и их блох, выделено 160 культур возбудителя чумы.

Восстанавливая хронологию эпизоотических событий в 1946-1954 гг., укажем на тот факт, что активизация очага в 1946 г. совпала во времени с кратковременным подъемом уровня Каспия в 1945-1948 гг., имевшим место вблизи максимума солнечной активности 11-летнего цикла № 18 (1947 г.). При этом большинство эпизоотических участков 1946-1954 гг. располагалось в границах новокаспийской и современной приморской террас (изогипсы минус 20-25,4 м). Хотя единичные находки зараженных чумой животных отмечали и на верхнехвалынской террасе (изогипса минус 10 м). С 1955 г., на фоне дальнейшего падения уровня Каспия, здесь установился длительный межэпизоотический период.

С 1978 г. началось быстрое повышение уровня Каспия, продолжавшееся вплоть до 1996 г. Осенью 1979 г., после 24-летнего межэпизоотического периода, началась новая волна активизации чумы на территории Прикаспийской низменности. Подъем эпизоотической активности, также как и в 1946-1948 гг., совпал с очередным максимумом солнечной активности 11-летнего цикла № 21 (1979 г.). Экстраординарность наблюдаемого этого явления состояла, прежде всего, в том, что активизация очага в 1979 г. имела место в условиях смены доминирующих видов грызунов на территории Прикаспийской низменности. Вследствие аридизации климата в 50-70-х гг. прошлого столетия здесь произошло

значительное повышение температуры зимних месяцев, что обусловило раннее пробуждение малого суслика и, как следствие, повышенную гибель зверьков в условиях частого возврата холодов. Все это привело к тому, что малый суслик из-за малочисленности перестал здесь играть роль основного носителя чумы [25, 24, 130]. Доминирующее положение в полупустынных и пустынных комплексах заняли полуденная и гребенщикова песчанки, мышевидные грызуны, в первую очередь общественная полевка, домовая мышь. Однако смена видового спектра носителей (исчезновение поселений малых сусликов на обширных территориях) не привела к ликвидации энзоотии чумы. С началом очередного многолетнего подъема уровня Каспия возбудителя чумы стали вновь выделять из проб полевого материала, но, в отличие от периода 1923-1954 гг. не от малых сусликов и их блох, а преимущественно от полуденных и гребенщикова песчанок, мышевидных грызунов и их блох. При этом эпизоотии вновь регистрировали в границах эпизоотических участков 1923-1954 гг. При этом не произошло и изменения генотипа выделенных здесь в 1979-2014 гг. штаммов возбудителя чумы. все выделенные в 1979-2014 гг. штаммы, также как в 1946-1954 гг., относятся к основному подвиду *Yersinia pestis subspecies pestis* [127].

Весьма показательно, что первые проявления чумы в 1979 г., как и в 1946 г., были снова зарегистрированы в приморской части ПППО; т.е. в самой «низкой» части очага. Причем в октябре-декабре 1979 г. зараженных чумой грызунов и эктопаразитов выявили на площади свыше 1,9 тыс. км². Эпизоотии выявлены на 29 участках, выделено 86 культур возбудителя чумы. В дальнейшем, в 1980-1996 гг., по мере подъема уровня Каспийского моря, эпизоотическая ситуация характеризовалась значительным расширением общих границ зоны эпизоотии и постоянным выявлением новых, значительно удаленных от эпизоотических участков предшествующих лет, проявлений чумы. Так, с 1985 г. локальные эпизоотии чумы стали обычны и на территории самой западной, северной и юго-западной частях ПППО. При этом в Терско-Кумском междуречье локальные эпизоотии чумы зарегистрированы после 27-летнего перерыва (с 1953 г.) на территории Бажиганских (1980), Прикумских (1980), Тереклинских (1981)

песков, Кизлярской степи (1984). В 1993 г., впервые после 1936 г., эпизоотии чумы выявлены на восточной окраине Терских песков. Ряд новых эпизоотических участков выявлен также и на севере Сарпинской низменности (в 1987 г. в окрестностях н.п. Ики-Манлан; в 1989-1990 гг., впервые после 1938 г., в 40 км юго-западнее с. Енотаевка). Наибольшая эпизоотическая активность очага отмечена в 1983-1990 гг., когда суммарная площадь ежегодно выявляемых эпизоотических участков достигала 2-3 тыс. км².

В 1997 г., на фоне начала падения уровня Каспия, зараженных животных на территории очага не выявлено. В последующие 1998-2000 гг. количество зараженных секторов здесь резко снизилось, причем основной «фокус» эпизоотий вновь переместился в зону новокаспийской и современной приморской террас. В 2001 г., в максимум солнечной активности 11-летнего цикла № 23, здесь также зарегистрировано резкое обострение эпизоотической обстановки и множественный характер проявлений чумы. Эпизоотии выявлены на 17 локальных участках, общей площадью более 1,3 тыс. км², и выделено 24 штамма возбудителя чумы. Однако этот подъем эпизоотической активности очага, несмотря на последующий кратковременный подъем уровня Каспия в 2003-2004 гг., не получил дальнейшего развития. В 2002-2013 гг., на фоне дальнейшего падения уровня Каспия, эпизоотическая активность ПППО значительно снизилась. При этом в 2007-2008 гг. и 2011-2012 гг. здесь отмечено установление кратковременных межэпизоотических периодов.

Новая активизация очага отмечена в период высокой солнечной активности вблизи максимума ее 11-летнего солнечного цикла № 24 (2012 г.). Осенью 2013 г. в приморской части ПППО (выделено 3 штамма чумного микроба), а в 2014 г. здесь имело место резкое обострение эпизоотологической обстановки (Рисунок 18).

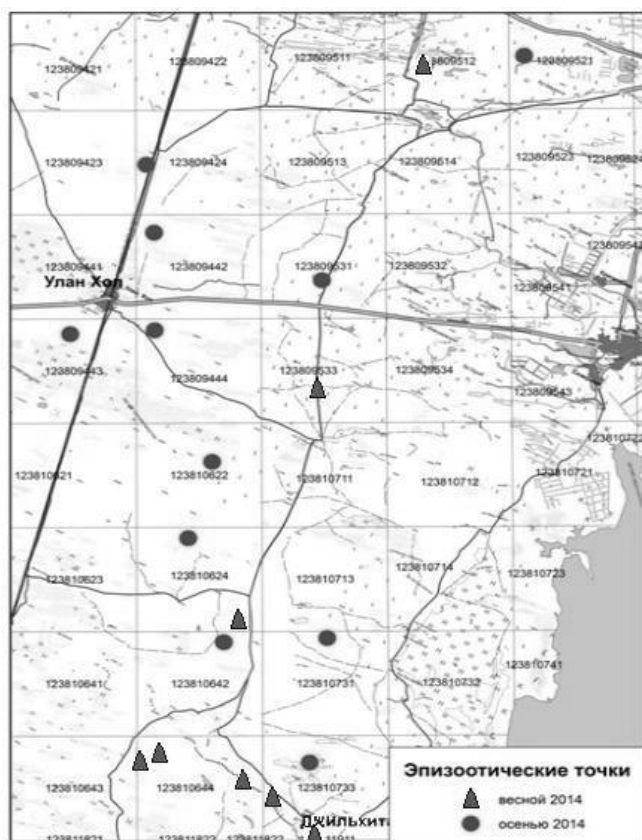


Рисунок 18 – Пространственное распределение эпизоотических участков в весенний и осенний сезоны 2014 г. на территории Прикаспийского песчаного природного очага чумы, [151]

В 2014 г. эпизоотии чумы выявлены в юго-восточной и северной частях очага на 19 автономных участках общей площадью 2300 км², выделено 53 штамма возбудителя чумы. При этом установлено заражение чумой широкого спектра фоновых видов грызунов (полуденной и гребенщиковой песчанок, домовый мыши, общественной полевки, малого тушканчика) и их блох.

Выполненная общая оценка кратности проявления чумы на отдельных эпизоотических участках 1923-2014 гг. показала, что в абсолютном большинстве случаев (около 80 %) находки зараженных животных в одних и тех же местах регистрируют на протяжении 1-3 лет. Отмечено, что в ряде случаев длительность проявления чумы в границах автономных эпизоотических участков достигала 4-6 лет (18 %) и 7-12 лет (2-3 %). Причем наибольшая длительность перерыва между

первым и последним обнаружением чумы на отдельном участке составляла 51 год.

Представленные материалы однозначно свидетельствуют о том, что проявления эпизоотической активности ПППО носят циклический характер, причем резкие обострения эпизоотической обстановки, после длительных межэпизоотических периодов, совпадают во времени с подъемами уровня Каспийского моря в экстремумы 11-летних циклов солнечной активности. Кроме того, установлено, что в 1946-1948, 1979-1993, 2001, 2014 гг. имело место множественное одновременное обнаружение локальных эпизоотий на площади 1-3 тыс. км². Кроме того, зарегистрированы случаи многократного проявления чумы на одних и тех же участках в эпизоотические циклы 1946-1954, 1979-1996, 2001, 2014 гг. Причем, при каждом обострении эпизоотической обстановки, фактически на одних и тех же участках, регистрировали заражение, в основном, доминирующих в данный временной период видов грызунов и их блох. Комплексный характер действия подъемов и спадов уровня Каспийского моря на все компоненты чумного биоценоза позволяет использовать этот показатель при обосновании долгосрочного прогноза эпизоотического состояния Прикаспийского песчаного природного очага.

4.6 Долгосрочный прогноз эпизоотической активности Прикаспийского песчаного природного очага чумы (до 2032 г.)

Для построения сверхдолгосрочного прогноза эпизоотической активности природных очагов чумы использована концепция цикличности солнечной активности и цикличности общей циркуляции атмосферы Земли, которая широко используется при разработке сверхдолгосрочных прогнозов различных геофизических и биологических явлений, в том числе и эпизоотического состояния природных очагов чумы [131]. Для всей группы равнинных (Прикаспийский Северо-Западный степной, Волго-Уральский степной, Забайкальский степной, Дагестанский равнинно-предгорный, Прикаспийский

песчаный, Волго-Уральский песчаный) и низкогорных (Терско-Сунженский низкогорный) природных очагов чумы Российской Федерации присуща определенная цикличность, которая четко проступает при анализе хронологии вспышек и эпизоотий, имевших место в XX столетии [89, 130]. При этом в прошлом все крупные волны эпидемий и эпизоотий чумы, имевшие место в равнинных и низкогорных очагах сусликового и песчаночьевого типа по времени возникновения приурочены почти исключительно к ниспадающим ветвям кривой вековых циклов солнечной активности и к минимальным их фазам [89, 130].

Активизация равнинных и низкогорных очагов, расположенных в аридных ландшафтах (сухие степи, полупустыни, пустыни Прикаспия, Предкавказья), приурочена, как правило, к периодам преобладания атмосферных циркуляционных процессов зонального типа (W). С окончанием эпох зональной циркуляции атмосферы эпизоотический и эпидемический потенциал природных очагов на территории Прикаспийской низменности и Предкавказья резко сокращался, вплоть до установления длительных 25–37-летних (и более) межэпизоотических периодов [145, 130].

Длительные межэпизоотические периоды в равнинных и низкогорных природных очагах Прикаспия, Предкавказья, напротив, совмещаются с восходящими ветвями кривой вековых циклов солнечной активности, в течение которых преобладают меридиональные циркуляционные процессы (типы С и особенно Е), неблагоприятно воздействующие на паразитарные системы и эпизоотическую активность природных очагов в целом [145, 130].

В 50–60-х и 90-х гг. XX столетия потепление климата обуславливало значительное снижение континентальности климата, что сопровождалось повышением температуры зимних месяцев, снижением уровня и устойчивости снегового покрова, формированием дефицита зимних и весенних осадков, смещением максимума выпадения осадков с весеннего на летний период. Все это в целом неизменно оказывало неблагоприятное влияние на состояние паразитарных систем равнинных очагов степной, полупустынной ландшафтно-географических зон, а также северной подзоны пустынь России и Казахстана.

Отмечаемый циклический характер чередования 20–30-летних (и более) периодов потепления и похолодания климата в умеренных широтах Евразии играет ключевую роль в механизме, определяющем состояние паразитарных систем в природных очагах чумы на территории России, равно как и многолетнюю динамику их эпизоотической активности.

Показательно, что в период 50–60-х гг. прошлого столетия, на фоне максимума солнечной активности векового цикла № 3 (1957 г.) и значительного потепления климата в Евразии, отмечено резкое падение уровня Каспийского моря [66], усиление процессов опустынивания Прикаспийской низменности, снижение численности фоновых видов грызунов, и как следствие, прекращение развития эпизоотий чумы во многих природных очагах Северного, Северо-Западного Прикаспия и Предкавказья. В 1978–1995 гг., на фоне снижения уровня активности Солнца и повышения уровня Каспийского моря, имело место наступление очередного периода высокой эпизоотической активности рассматриваемой группы природных очагов после длительных 25–36-летних межэпизоотических периодов. Причем синхронное изменение эпизоотической активности всей группы автономных, географически разобщенных между собой природных очагов Прикаспия и Предкавказья произошло в полном соответствии с долгосрочным эпизоотологическим прогнозом в 1978–1979 гг.

В 1995–2015 гг. в условиях нового значительного подъема солнечной активности и потепления климата отмечен очередной спад эпизоотической активности и эпидемического потенциала равнинных природных очагов Прикаспия и Предкавказья. В настоящее время в состоянии межэпизоотического периода продолжают оставаться Забайкальский степной (с 1971 г.), Прикаспийский Северо-Западный степной (с 1991 г.), Терско-Сунженский низкогорный (с 2001 г.), Волго-Уральский степной (с 2002 г.), Дагестанский равнинно-предгорный (с 2004 г.), Волго-Уральский песчаный (с 2006 г.) природные очаги чумы. Наблюдаемые подъемы и спады эпизоотической активности равнинных и низкогорных природных очагов на территории Прикаспийской низменности и Предкавказья полностью совпадают с

колебаниями уровня Каспийского моря. Причем все крупные волны эпизоотий имели здесь место в периоды подъемов уровня Каспия. Установленная закономерность имеет прогностическое значение, так как согласно сверхдолгосрочному прогнозу до 2032 года не ожидается резких продолжительных подъемов или падений уровня Каспийского моря (Рисунок 19) [3].

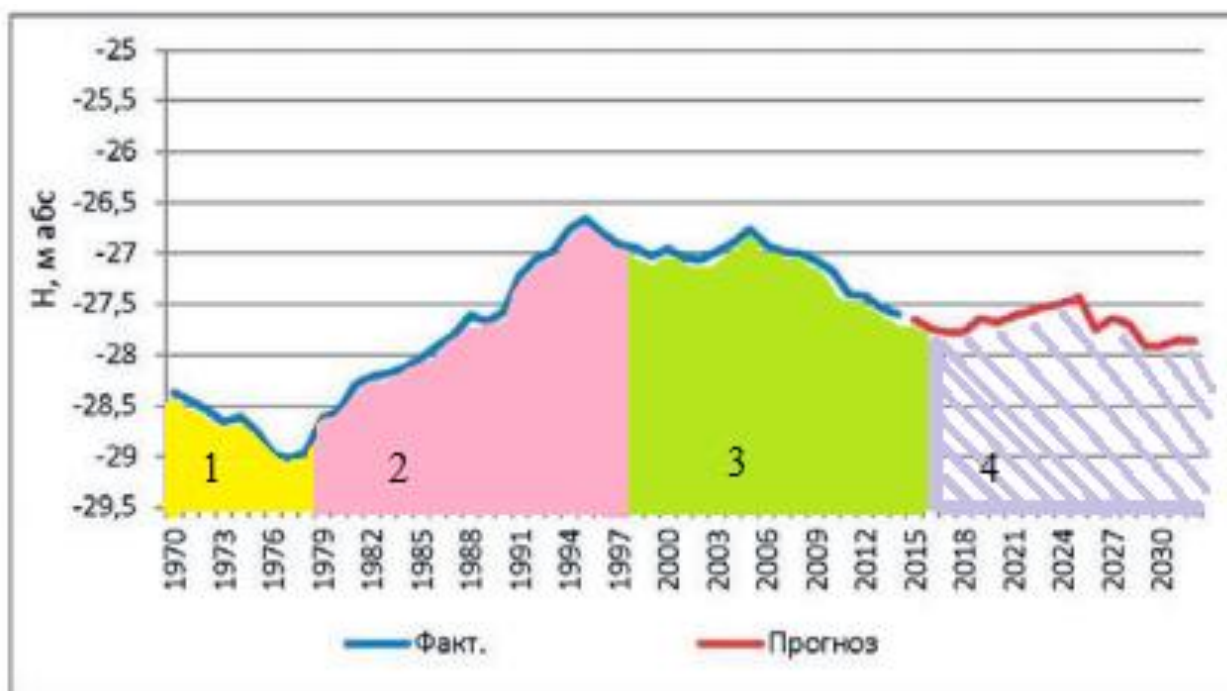


Рисунок 19 - Чередование периодов низкой и высокой эпизоотической активности Прикаспийского песчаного очага на фоне колебаний уровня Каспийского моря в 1970-2015 гг. и в прогноз до 2032 г.

Условные обозначения: Периоды: 1- 1970-1978 гг. – межэпизоотический; 2- 1979-1997 гг.- высокой эпизоотической активности; 3 - 1998-2015 гг. – низкой эпизоотической активности; 4 - 2016-2032 гг. – прогностический период отсутствия эпизоотических проявлений

Соответственно относительной стабильности уровня Каспийского моря вплоть до 2032 г., эпизоотических проявлений во всей группе равнинных и низкогорных природных очагов чумы на территории Прикаспийской низменности и Предкавказья не ожидается (Рисунок 19). Сохранение длительного

межэпизоотического периода, вплоть до 2032 г., прогнозируется на территории Прикаспийского песчаного, Прикаспийского Северо-Западного степного, Волго-Уральского степного, Волго-Уральского песчаного, Дагестанского равнинно-предгорного очагов.

**ГЛАВА 5. ПЛАНИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ
ПРОТИВОЭПИДЕМИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭПИЗООТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
ПРИКАСПИЙСКОГО ПЕСЧАНОГО ПРИРОДНОГО ОЧАГА ЧУМЫ В 2014
- 2015 ГГ.**

Эпидемиологический надзор за чумой осуществляют противочумные станции на закрепленных за ними территориях природных очагов. Он включает постоянно выполняемые эпизоотологическое обследование и эпидемиологическое наблюдение за населением, а также специфическую и неспецифическую профилактику, проводимую в случае возникновения опасности заражения чумой человека. Основная задача эпизоотологического обследования - максимально раннее выявление эпизоотии чумы. После обнаружения зараженных носителей и переносчиков устанавливают границы и площадь эпизоотической территории. Результаты эпизоотологической дифференциации и эпидемиологического районирования (Таблица 12) необходимо использовать для оптимизации обследования в первую очередь путем увеличения кратности и плотности обследования потенциально опасных в отношении чумы территорий очага.

Таблица 12 – Дифференциация природных очагов чумы Российской Федерации по уровню потенциальной эпидемиологической опасности по состоянию на 2015г.

| Шифр и название очага | | Общее число секторов в | Число секторов с различным уровнем эпидопасности | | | | | |
|-----------------------|---------------------------------------|------------------------|--|-------|---------|------|---------|------|
| | | | низкий | | средний | | высокий | |
| | | | абс. | % | абс. | % | абс. | % |
| 01 | Центрально-Кавказский высокогорный | 46 | 15 | 32,6 | 19 | 41,3 | 12 | 26,1 |
| 02 | Терско-Сунженский низкогорный | 26 | 26 | 100,0 | – | – | – | – |
| 03 | Дагестанский равнинно-предгорный | 138 | 135 | 97,8 | 3 | 2,2 | – | – |
| 14 | Прикаспийский Северо-Западный степной | 602 | 564 | 93,7 | 31 | 5,1 | 7 | 1,2 |

Продолжение Таблицы 12

| | | | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|
| 15 | Волго-Уральский степной | 269 | 250 | 92,9 | 19 | 7,1 | – | – |
| 16 | Волго-Уральский песчаный | 120 | 90 | 75,0 | 25 | 20,8 | 5 | 4,2 |
| 36 | Горно-Алтайский высокогорный | 156 | 122 | 78,2 | 22 | 14,1 | 12 | 7,7 |
| 37 | Тувинский горный | 111 | 37 | 33,3 | 39 | 35,1 | 35 | 31,6 |
| 38 | Забайкальский степной | 238 | 180 | 75,6 | 46 | 19,3 | 12 | 5,1 |
| 39 | Восточно-Кавказский высокогорный | 265 | 261 | 98,4 | 2 | 0,8 | 2 | 0,8 |
| 43 | Прикаспийский песчаный | 747 | 494 | 66,1 | 234 | 31,3 | 19 | 2,6 |
| Итого: | | 2718 | 2174 | 80,0 | 440 | 16,2 | 104 | 3,8 |

Примечание: в таблице использованы материалы Базы данных «Эпизоотическая активность природных очагов чумы Российской Федерации».

Решающее значение для оценки эпизоотической ситуации в природном очаге чумы и прогноза ее дальнейшего развития имеет информация об уровне и динамике численности основных и второстепенных носителей и переносчиков возбудителя. Учет их численности проводят в оптимальные фенологические сроки или в другие, определяемые регламентом, периоды обследования. В процессе сбора и лабораторного исследования полевого материала постоянно учитывают численность эктопаразитов.

Выполненная дифференциация энзоотичных по чуме территорий Российской Федерации позволяет выявлять эпизоотии на участках, которые характеризуются наибольшей эпидемиологической опасностью (окрестности населенных пунктов, концентрация временных контингентов населения и др.). В природных очагах Российской Федерации ежегодно выставляется около 446 тыс. орудий лова и исследуется на чуму более 50 тыс. мелких млекопитающих

(грызуны, зайцеобразные) и более 144 тыс. экз. эктопаразитов (Таблица 13). В связи с тем, что в многолетнем аспекте объемы исследуемого полевого материала из природных очагов чумы варьируют незначительно, увеличение количества выделенных культур чумного микроба и общей площади выявленных эпизоотических участков, рассматривается в качестве основных показателей их эпизоотической активности.

Таблица 13 – Количество исследованных мелких млекопитающих и их эктопаразитов в природных очагах чумы Российской Федерации в 2010-2016 гг.

| Год | Площадь природных очагов, закрепленная за ПЧС (км ²) | Выставлено орудий лова в поле (шт.) | Исследовано на чуму грызунов и зайцеобразных (экз.) | Исследовано на чуму эктопаразитов мелких млекопитающих (экз.) |
|---------|--|-------------------------------------|---|---|
| 2010 | 222377 | 384439 | 50000 | 167900 |
| 2011 | 222377 | 456080 | 51820 | 146460 |
| 2012 | 222377 | 453640 | 50328 | 148671 |
| 2013 | 222377 | 439926 | 59396 | 127669 |
| 2014 | 222377 | 476532 | 53266 | 148714 |
| 2015 | 222377 | 484490 | 43111 | 141850 |
| 2016 | 222377 | 426611 | 47004 | 128116 |
| Итого | 222377 | 312718 | 354925 | 1009380 |
| Среднее | | 445959,7 | 50703,6 | 144197,2 |

Примечание: в таблице использованы материалы Базы данных «Эпизоотическая активность природных очагов чумы Российской Федерации».

При проведении эпидемиологического надзора за чумой необходимо осуществлять постоянное наблюдение за активностью природных очагов, уточнять численность постоянного и временного населения, характер занятий отдельных групп населения на энзоотичных территориях, дислокацию на этих территориях предприятий, организаций, учреждений, вахтовых посёлков, ферм

как основы для планирования и проведения комплекса необходимых профилактических мероприятий. Работу необходимо проводить во взаимодействии с другими учреждениями Роспотребнадзора, Министерства Здравоохранения, Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Министерства обороны, Министерства внутренних дел, Министерства природных ресурсов и экологии, местными органами исполнительной власти. Полученные результаты использованы при разработке Методических указаний «Паспортизация природных очагов чумы Российской Федерации». МУ 3.1.3.3395-16.

Анализ кратности (продолжительности) и активности эпизоотических проявлений в природных очагах чумы за весь период наблюдений позволяет осуществить их ретроспективную дифференциацию, которая необходима для прогнозирования ожидаемой эпизоотологической ситуации и уточнения тактики эпизоотологического обследования, а также для эпидемиологического районирования. Применительно к территории ПППО путем определения кратности проявлений чумы на отдельных секторах (квадрат 10x10 км) выполнено эпидемиологическое районирование его территории по степени потенциальной эпидемиологической опасности. Выполнение этой задачи значительно упрощается при наличии базы данных эпизоотической активности природных очагов чумы Российской Федерации (Глава 3, Раздел 3.3).

В основе современного эпидемиологического районирования лежит эпизоотологический, эпидемиологический статусы и плотность населения на территории отдельных секторов (МУ по организации и проведению эпидемиологического надзора в природных очагах чумы Российской Федерации. М., 2009). Ретроспективная характеристика эпизоотических проявлений в пределах каждого сектора представлена в двух градациях: эпизоотии чумы отмечались хотя бы раз (по меньшей мере, в течение последних 50 лет) или не отмечались никогда. Третья позиция касается случаев заражения человека в течение последних 25 лет. Плотность проживающего там населения представлена также в 2 градациях: до 1 чел. на 1 км² и более 1. Обе характеристики сведены в таблицу, в которой то или иное

сочетание градаций определяет уровень потенциальной эпидемической опасности в условных числовых баллах, которым присвоены характеристики: 1 – низкий; 2 – средний; 3 – высокий; 4 – очень высокий (Таблица 14).

Таблица 14 - Уровень потенциальной эпидемиологической опасности (в баллах) на территории сектора в зависимости от характера проявлений чумы и плотности населения

| Характер проявлений чумы в секторе | Уровень потенциальной эпидемической опасности (в баллах) | |
|------------------------------------|--|--|
| | Плотность населения (чел. на 1 км ²) до 1 | Плотность населения (чел. на 1 км ²) более 1 |
| Проявлений не было | 1 | 2 |
| Эпизоотии чумы | 2 | 3 |
| Эпидемические осложнения | 4 | 4 |

Аргументами для повышения уровня эпидемиологической опасности территории служат факты недавних или особо частых эпизоотических проявлений на ней, значительно более высокая численность основных носителей и переносчиков чумного микроба, характер использования территории населением (выпас скота, особенно верблюдов, земляные работы, проводимые с использованием многочисленного временного контингента, охотничий промысел, характеризующийся наиболее тесным контактом с источниками заражения, и т. д.). Альтернативные ситуации используют для снижения формального уровня эпидемиологической опасности.

На 2017 г. территория Прикаспийского песчаного природного очага чумы включает 747 секторов первичных районов. В результате дифференциации его территории 494 сектора (66,1 %) отнесены к категории низкой; 234 сектора (31,3 %) средней; 19 секторов (2,6 %) высокой степени потенциальной эпидемиологической опасности (Рисунок 20).

При проведении эпизоотологического мониторинга повышенное внимание постоянно уделяют обследованию участков и близлежащих территорий, имеющих высокий уровень эпидемиологической опасности. Обследование проводят в фенологические сроки, оптимальные для сезонного обострения эпизоотического процесса. Рекомендуемые сроки, плотность и объем эпизоотологического обследования различных по уровню эпидемиологической опасности участков ПППО служат основой регламента эпизоотологического обследования.

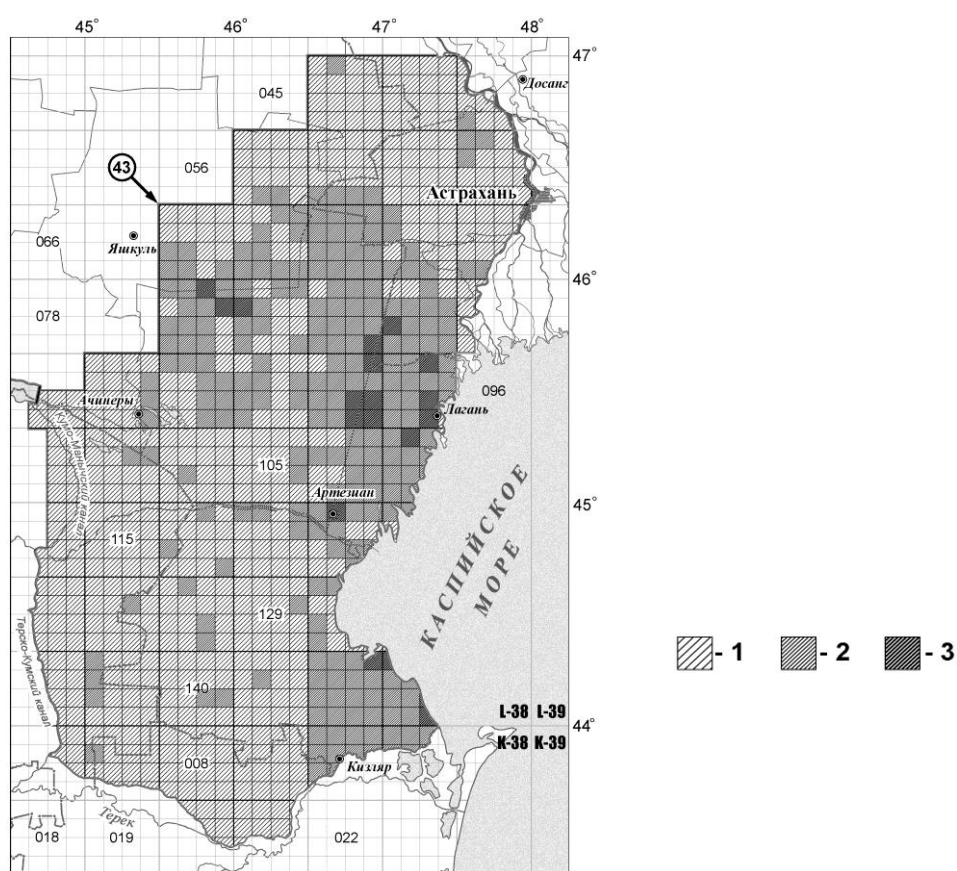


Рисунок 20 - Дифференциация территории Прикаспийского песчаного природного очага чумы по уровню потенциальной эпидемической опасности, [151]

Примечание: 1 – низкий, 2 – средний, 3 – высокий

Учитывая сезонный характер проявления чумы на территории Прикаспийского песчаного природного очага чумы (Глава 4, раздел 4.3) эпизоотологическое обследование проводится здесь весной и осенью. В весенний

период обязательному обследованию подлежат 19 секторов (2,6 %) с высокой и 234 сектора (31,3 %) со средней потенциальной эпидемиологической опасностью. В осенний период также обследуются только сектора с высокой и средней потенциальной эпидемиологической опасностью (33,9 % от общего их числа). Сектора с низкой степенью потенциальной эпидемиологической опасностью - 494 сектора (66,1 %) обследуются 1 раз в 2-3 года (в основном визуально-рекогносцировочное обследование; пробы полевого материала не берутся). В результате при проведении эпизоотологического обследования большее внимание уделяется территориям с высокими и средними рисками заражения человека, сокращается площадь ежегодно обследуемой территории. В частности, из эпизоотологического обследования обоснованно исключаются участки с низкой плотностью населения, а также территории, где никогда не отмечались эпизоотии чумы. Эпидемиологическое районирование необходимо ежегодно корректировать после завершения всех обследовательских работ, а его результаты использовать для планирования профилактических мероприятий на следующий год и для составления календарно-территориальных планов противочумных формирований. При этом главное внимание уделять разработке прогнозов эпизоотической обстановки на участках высокого риска заражения.

Наиболее опасная эпидобстановка в ПППО отмечается в конце межэпизоотического периода и во время высокой эпизоотической активности очага. В связи с чем, на краткосрочных прогнозах эпизоотической активности основывается современная стратегия и тактика эпиднадзора за чумой с целью повышения готовности к реагированию противочумных учреждений Роспотребнадзора. Благодаря разработке ежегодно краткосрочных прогнозов возможно заранее организовать и выполнить профилактические мероприятия. В период активизации очага чумы, такие действия значительно снижают вероятность случаев чумы у человека. Далее приведен порядок взаимодействия органов и организаций Роспотребнадзора в условиях ухудшения эпизоотической обстановки в ПППО в 2014-2015.

В соответствии с эпизоотологическим прогнозом на 2014 г. ожидалось обострение обстановки по чуме. В связи с чем, была укреплена организационная работа по предотвращению осложнений эпидемического характера. Среди мероприятий организационного характера была подготовка и направление Управлениями Роспотребнадзора Министерств здравоохранений Республики Калмыкия, Дагестан, Астраханской области предписаний об организации и проведении профилактических противочумных мероприятий, а также разработка планов профилактических мероприятий на энзоотичных территориях указанных субъектов Российской Федерации. Кроме того, были организованы заседания СПК при главах местных администраций районов, где были обнаружены эпизоотии чумы.

Между учреждениями Роспотребнадзора было укреплено информационное взаимодействие и координация работы в области предупреждения заболеваний чумой (Управления Роспотребнадзора по Республике Калмыкия, Дагестан, Астраханской области, РосНИПЧИ «Микроб», «Противочумный центр», «Ставропольский НИПЧИ», Астраханская, Элистинская и Дагестанская противочумные станции). Для районных муниципальных образований Калмыкии, Дагестана, АО, органов местного самоуправления незамедлительно подготовлены рекомендации и оказана практическая и методическая помощь в организации эпидемиологического надзора за чумой. Областная конференция для врачей по вопросам эпидемиологии, диагностики, клиники, профилактики и лечения чумы была организована силами Астраханской ПЧС и Минздрава АО.

В условиях неблагоприятной эпидемиологической обстановки в ПППО увеличено число зоологических бригад для выполнения эпизоотологического мониторинга, а также увеличено число проводимой дезинсекции и дератизации.

Была усилена противоэпидемическая готовность лечебно-профилактических учреждений к реагированию на случай больного чумой. Были определены/уточнены контингенты риска для вакцинации против чумы. Выполнены расчеты для оснащения лабораторий дезсредствами, питательными средами, медицинскими иммунобиологическими препаратами, лабораторными

животными. Иммунологические бригады работали в соответствии с режимом, и определенным порядком учета и отчетности.

Особый акцент был сделан на укрепление потенциала общей медицинской сети на энзоотичной территории в области профилактики, диагностики, лечения чумы, а также осуществления первичных противоэпидемических мероприятий при заболевании чумой. Были проведены семинары, тренировочное учение, занятия. Среди населения, проживающего на территории эпизоотии, были прочитаны лекции, произведена раздача листовок, а также проведены информационно-разъяснительные беседы.

На осенний период 2014 года в ПППО эпизоотологический прогноз был также неблагоприятным.

В связи с чем, территориальными органами Роспотребнадзора был оперативно разработан план противоэпидемических мероприятий. Управлением Роспотребнадзора по Республике Калмыкия были организованы и проведены внеплановые заседания СПК при Правительстве Республики Калмыкии, Главах администрации Лаганского и Черноземельского районов Республики Калмыкия для обсуждения экстренных противоэпидемических противочумных мер на энзоотичной территории Черноземельского района. Проведено рабочее совещание между учреждениями Роспотребнадзора и общей медицинской сети Калмыкии, Дагестана, АО, Ставропольского края для определения единого алгоритма противоэпидемических мероприятий в очаге в данный период.

Эпизоотологическая обстановка в ПППО ухудшилась во второй декаде октября в соответствии с прогнозом на осенне-зимний период 2014 года.

Приказы об усилении готовности общей медицинской сети к реагированию на случай чумы человека были подготовлены Минздравами, Управлениями Роспотребнадзора и ЦГиЭ Калмыкии, Дагестана, АО.

Было привито 4460 человек, что составляет 89% из 5012, входящих в группу риска. В частности, от чумы провакцинировано: в Астраханской области 642 человека (99,4 %), в Калмыкии – 1682 (88,4 %), в Дагестане - 2426 (89,4 %) и 82 (86,3 %) соответственно в Черноземельском районе и Тарумовском районе

республики. Основной трудностью проходящей прививочной кампании явилось несоответствие фактических и официальных данных о числе людей, находящихся на энзоотичной территории ПППО. Так, основная масса населения АО, Калмыкии, Дагестана работает в регионах страны, отличных от регистрации по месту жительства. Из-за подобной региональной трудовой миграции выполнялся мониторинг за сроками выезда и адресами служащих и рабочих. Периодически такой надзор сопровождался оперативными запросами о физическом местонахождении человека и его состоянии здоровья. Так, перечень людей, подлежащих иммунизации, изменялся в режиме реального времени. Один случай отказа от вакцинации среди персонала газовой компании был предотвращен благодаря разъяснительной работе сотрудников Астраханской ПЧС.

Полевая дератизация и дезинсекция были выполнены Элистинской, Астраханской и Дагестанской ПЧС. Мероприятия осуществлены на всех эпизоотических участках и в населенных пунктах, располагающихся в радиусе до пяти километров от точек эпизоотий. Большое внимание было уделено выполнению барьерных дезинсекционных и дератизационных мероприятий вокруг крупных поселений, лежащих в зоне эпизоотии. Так, барьерная дератизация и дезинсекция была выполнена вокруг морского порта Оля, с. Песчаное, с. Лесное, г. Лагань, с. Промысловка, п. Северный, п. Красинский, п. Артезиан, п. Улан-Хол. Общая площадь, подверженная полевой дезинсекции составила 50,5 км², полевой дератизации – 89,4 км². Полевая и поселковая дератизация была проведена на участках одиночных стоянок животноводов. Силами ПЧС дезинсекционные мероприятия выполнены в кооперативно-фермерских хозяйствах на территории 11,4 тыс. м², дератизационные – 9,6 тыс. м². Силами специализированных учреждений дезинфекционного профиля Роспотребнадзора в Дагестане и Калмыкии выполнены поселковые дезинсекционные обработки на территории 257,3 тыс. м², дератизационные – 329,1 тыс. м². Планирование и организация истребительских обработок выполнялось с определенными сложностями. Так, в соответствии с Федеральным Законом № 44 от 01.01.2014 г. «О контрактной системе в сфере закупок товаров,

работ и услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» ожидание результатов тендеров на производство дератизационных и дезинсекционных мероприятий должно происходить в течение 40 дней. Такой длительный период делает невозможным оперативное выполнение дератизации и дезинсекции. Если пренебрегать прогнозом или запоздало оповещать об ухудшении эпизоотологической обстановки в конкретном очаге, то проведение конкурсов на производство дератизационных и дезинсекционных мероприятий не будет представляться возможным. В такой ситуации необходимо во время заключения договора с дезинфектологическими организациями прописывать, что виды и объемы работ осуществляются с учетом текущей обстановки в очаге. С учетом вышеизложенного, ценность своевременных и достоверных прогнозов эпизоотологической активности очага очень высока для достижения эпидемиологического благополучия.

В 2014 году для достижения эпидемиологического благополучия по чуме в ПППО было потрачено 23265,8 тыс. руб. Указанная сумма распределена следующим образом – 58,2% было затрачено на неспецифическую профилактику (13541,5 тыс. руб.), 39,8 % на проведение эпизоотологического обследования очага (9270,5 тыс. руб.), 1,2 % на санитарно-просветительскую работу (258,3 тыс. руб.), 0,8 % на специфическую профилактику (195,5 тыс. руб.). Подсчет указанных цифр также сопровождался определенными затруднениями. Так, для применения единых методов подсчета были проведены согласование и инструктаж. Подсчитанная сумма отражает суммарные затраты с учетом тех, которые потребовались даже в случае относительно спокойной эпизоотологической обстановки. Так, добавочная сумма, которая была потрачена на оперативные противоэпидемические мероприятия, составила достаточно высокий процент – 60%, т.е. 13940 тыс.руб.

Так, в осенне-зимний период 2014-2015 гг. была снижена потенциальная эпидопасность ПППО и предотвращены эпидемические осложнения на территории очага. Такие результаты были достигнуты благодаря согласованным

действиям органов и организаций Роспотребнадзора Калмыкии, Дагестана и АО и своевременного выполнения плана противоэпидемических мероприятий.

Однако, невзирая на имеющийся прогноз об ухудшении эпизоотологической обстановки в ПППО весной 2014 г., планы работы учреждений Роспотребнадзора эпидемиологического профиля были составлены без учета данной информации. В результате чего профилактические мероприятия были организованы недостаточно оперативно. Недостаточный уровень взаимодействия был выявлен при организации обследования очаговой территории, противоэпидемической готовности медицинских учреждений, планирования и выполнения специфической профилактики, нехватки оборудования для ее проведения, нехватки оборудования и средств неспецифической профилактики, медицинских иммунобиологических препаратов. Так, разработка комплексных планов по санитарной охране территории субъектов должна осуществляться строго в соответствии с п. 4. МУ 3.4.2552-09 «Организация и проведение первичных противоэпидемических мероприятий в случаях выявления больного (трупа), подозрительного на заболевания инфекционными болезнями, вызывающими чрезвычайные ситуации в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения». А именно, планы должны иметь финансовое обоснование расчетов по реализации медицинских и противоэпидемических мер среди населения. В качестве ответственного исполнителя должно выступать Министерство здравоохранения субъекта, включая реализацию мероприятий по вакцинации от чумы контингентов риска на эпизоотической территории.

В 2015 г. в зоне эпизоотии проживало 1254 человека. Более того, по данным управлений сельского хозяйства администраций муниципальных образований и муниципальных органов здравоохранения территория зоны эпизоотии используется в хозяйственных целях населением, зарегистрированным в муниципальных образованиях Лиманского района Астраханской области и Черноземельского района Республики Калмыкия. Астраханскими

нефтегазодобывающими организациями на данную территорию привлекаются сотрудники подрядных организаций, проживающие в Астраханской области.

На весну 2015 года эпизоотологический прогноз на территории ПППО также говорил об ухудшении ситуации по чуме. В связи с чем, Управления Роспотребнадзора Дагестана, Калмыкии, АО, а также Ставропольского края совместно с Минздравами субъектов разработали приказы о наращивании готовности учреждений медицинской сети к реализации противоэпидемических мероприятий при возникновении риска распространения чумы из очагов. Были проведены заседания медицинского штаба СПК при Правительстве Астраханской области, администрациях муниципальных образований. Изданы Постановления Главного государственного санитарного врача Республики Калмыкия от 26.03.2015 № 02 «О проведении профилактических мероприятий в природном очаге чумы на территории Лаганского и Черноземельского районов Республики Калмыкия», от 30.03.2015 № 03 «О проведении экстренных профилактических мероприятий в природном очаге чумы на территории Черноземельского района Республики Калмыкия», от 31.03.2015 № 04 «Об организации иммунопрофилактики населения по эпидемическим показаниям против природно-очаговых и зоонозных инфекций».

Противочумными станциями Роспотребнадзора совместно с региональными органами и территориальными учреждениями Роспотребнадзора, учреждениями министерств здравоохранения регионов, администрацией муниципальных образований, управлениями сельского хозяйства администраций муниципальных образований проводился регламентированный комплекс профилактических мероприятий.

В целях достижения эпидблагополучия в ПППО укреплена координация между территориальными Управлениями Роспотребнадзора и ПЧС – в Калмыкии, Дагестане, АО, Ставропольском крае. Для органов и организаций Роспотребнадзора, органов местного самоуправления была оказана оперативная помощь в информировании, подготовке рекомендаций, также оказана методическая и практическая поддержка в области координации

эпидемиологического надзора и профилактики чумы при ухудшении эпизоотической ситуации.

Решением СПК администрации Лиманского района хозяйственная, исследовательская, поисковая и иные деятельности были приостановлены на срок, необходимый для ликвидации эпизоотических проявлений, и введен запрет на проведение охотопромысла и вывоза сена, зерна, фуража и других санитарно-опасных грузов за пределы зоны эпизоотии.

Были вовремя составлены планы профилактических (противоэпидемических) мероприятий на случай ухудшения эпизоотологической ситуации в очагах чумы. Планы были составлены основываясь на рекомендациях ПЧС.

Для реализации специфической профилактики чумы оказана информационная поддержка Управлений Роспотребнадзора по Калмыкии, Дагестану, АО, Ставропольскому краю по вопросам осуществления иммунизации, включая определение контингентов риска, подлежащих вакцинации. Кроме того, для органов управления здравоохранения были проведены расчеты количества людей, которым необходимо пройти вакцинацию. Расчеты были проведены силами ПЧС. Помимо этого, была обеспечена готовность медицинских организаций для выполнения специфической профилактики в весенне-летний сезон 2015 года в ПППО. А именно, основываясь на прогнозе эпизоотологической обстановки и текущей ситуацией в очаге в марте 2015 года, было произведено требуемое количество сертифицированных вакцин.

Силами ПЧС и органов управления здравоохранением специалисты общей медицинской сети были обучены эпидемиологии, диагностике, клинике, профилактики чумы, а также обеспечению готовности госпитальной базы к проведению первичных противоэпидемических мероприятий в случаях выявления больного, подозрительного на заболевание чумой. Организованы и проведены учебно-тренировочные занятия с вводом условного больного чумой. Специалистами ПЧС совместно с территориальными управлениями Роспотребнадзора проводились проверки обеспечения готовности медицинских

учреждений к организации и проведению противоэпидемических мероприятий, предусмотренных комплексным и оперативным планами на случай выявления больных чумой. (Астраханской ПЧС Роспотребнадзора проинструктировано по профилактике чумы медицинских работников - 787 человек; ветеринарных работников – 43 человека. Проведено семинаров по клинике и профилактике природно-очаговых инфекционных болезней – 135, из них по чуме - 97. Подготовлено медработников 2635, из них врачей – 964. Проверена противоэпидемическая готовность медучреждений – 141, из них по чуме - 100. Проведено тренировочных занятий -120, из них по чуме- 61. Прочитано лекций для населения – 77, из них по чуме- 61.)

Учреждениями общей лечебной сети с участием сотрудников противочумных станций проводилось медицинское наблюдение за населением, находящимся в зоне эпизоотии. Была активизирована информационно-разъяснительная работа с населением. Астраханской ПЧС Роспотребнадзора было охвачено всеми видами санитарно-просветительной работы по чуме- 5946 человек.

Специалистами ПЧС проводилась специальная подготовка ветеринарных работников. Усилен мониторинг за численностью мышевидных грызунов и блох в населенных пунктах, лежащих на территориях с эпизоотиями, включая крестьянские фермерские хозяйства (КФХ) и помещения организаций. Силами ПЧС проведено определение границ эпизоотических участков, в населенных пунктах и их окрестностях осуществлены предобработочные учеты численности грызунов и кровососущих членистоногих. (Астраханской ПЧС Роспотребнадзора в 2015 г. проведено эпизоотологическое обследование на площади 54100 км², обследовано на наличие грызунов в населенных пунктах 199,7 тыс. м², исследовано на чуму бактериологическим методом 8325 экз. грызунов, 21385 экз. переносчиков, из них, блох – 20718 экз.)

С учетом прошлогоднего опыта, договоры с профильными дезинфекционными учреждениями заранее были заключены. В связи с этим в населённых пунктах, лежащих на территории эпизоотий, экстренно была

обеспечена организация противоэпидемических мероприятий – поселковой дератизации и дезинсекции. Также для того, чтобы усилить эффективность проведения дезинсекции от блох в поселениях носителей чумы в очаге (малых песчанок и общественных полевков) были заранее куплены средства для проведения инсектицидных обработок – моторные опылители, генераторы холодного тумана. ПЧС проводилась дератизация и дезинсекция в помещениях КФХ, находящихся в зоне эпизоотии, полевая дератизация и дезинсекция в местах выделения культур, барьерная дератизация и дезинсекция вокруг населенных пунктов (КФХ и производственные участки), с целью создания защитных зон шириной 300-500 м по периметру вышеуказанных пунктов (За 1 квартал 2015 г. на территории Республики Калмыкия проведена работа по дезинсекции помещений общей площадью 160108 м² и дератизация помещений общей площадью 18710 м² Астраханской ПЧС на эпизоотических участках проведена: полевая дератизация на площади 12,7 км², дезинсекция - 12,7 км², поселковая дератизация на площади 4,9 тыс.м², поселковая дезинсекция - 4,9 тыс. м²).

Так, при наличии неблагоприятного сезонного прогноза эпизоотологической ситуации на весну 2015 г. в Прикаспийском песчаном очаге в результате проведения противоэпидемических мероприятий локальные проявления чумы были успешно купированы, и ликвидированы условия для дальнейшего развития эпизоотий. В частности, эпидемиологическое благополучие по чуме в условиях резкого обострения эпизоотологической и эпидемиологической обстановки было достигнуто благодаря взаимодействию органов и организаций Роспотребнадзора, общей медицинской сети, других органов исполнительной власти, региональных и местных органов власти (Рисунок 21).

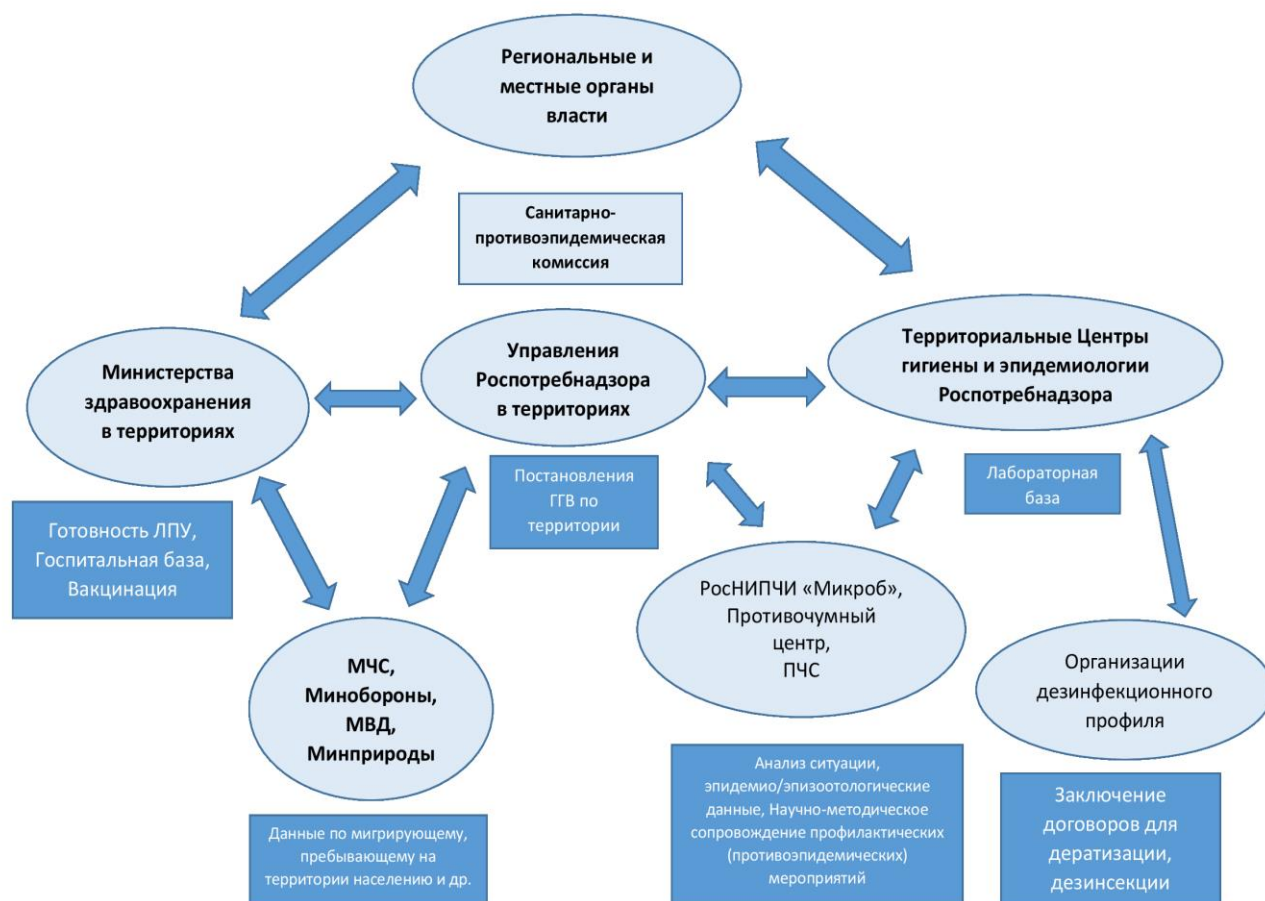


Рисунок 21 - Схема взаимодействия федеральных, региональных и местных органов власти при организации и реализации противоэпидемических мероприятий

Таким образом, при наличии описанного опыта осуществления противоэпидемических мер, при планировании профилактических противочумных мероприятий необходимо предусматривать подготовку конкретных постановлений Главного государственного санитарного врача по субъекту, а также предписаний, предусмотренных ст. 50, 51 Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ: о реализации мер по улучшению санитарно-эпидемиологической обстановки и выполнению требований санитарного законодательства; о проведении профилактических прививок населению по эпидемическим показаниям; о проведении дополнительных санитарно-профилактических (противоэпидемических) мероприятий; о выполнении работ по дезинсекции и

дератизации в очагах и на территориях, а также в помещениях, где имеются и сохраняются условия для возникновения и распространения инфекционных болезней; об осуществлении медицинского наблюдения за населением и оценки его результатов. Для улучшения качества эпидемиологического надзора надо тщательнее следить за температуращими лицами, за больными с пневмониями, лимфаденитами, неустановленными причинами скоропостижных смертей, помимо этого необходимо более внимательно собирать эпидемиологический анамнез. Необходимо целенаправленно выполнять контроль за готовностью медицинских учреждений к противоэпидемическим мероприятиям в части их возможности перепрофилироваться и осуществить развёртывание. Должны проводиться проверки медицинских учреждений эпидпрофиля в части их соответствия требованиям определённому уровню биологической безопасности. В таких медицинских организациях должна быть установлена автономная система вентиляции в боксах, должны быть в наличии специальные контейнеры для транспортировки образцов, а также они должны быть полностью укомплектованы универсальными укладками. Необходимо оперативно проводить внеплановые проверки нарушений санитарных требований и реализовывать меры по пресечению таких нарушений. Для этого необходимо укреплять эффективное взаимодействие между территориальными Управлениями Роспотребнадзора и ЦГИЭ. При разработке планов профилактических прививок от чумы необходимо включать данные по ежеквартальным объемам вакцинации и ревакцинации.

С учетом описанного опыта, уже при составлении прогнозов необходимо укреплять взаимодействие между органами и организациями Роспотребнадзора, медицинскими учреждениями и местными органами власти. Необходимо включать в практику Роспотребнадзора заблаговременное уведомление о текущей эпизоотологической обстановке административных структур, местных глав учреждений медицинского и ветеринарного профиля. Также в обязательном порядке необходимо уточнять прогнозы, основываясь на обновленной информации от учреждений противочумной системы. Извлечённый опыт выполнения противоэпидемических мер в ПППО при неблагоприятном прогнозе

должен быть принят к сведению при организации профилактических противочумных мероприятий и обеспечении эпидемиологического благополучия в других очагах чумы в стране.

Представленные выше материалы позволяют заключить, что профилактические мероприятия необходимо планировать, основываясь на прогнозах эпизоотической активности природных очагов чумы. Использование в практике эпидемиологического надзора за природными очагами чумы подобных прогнозов различной длительности послужит на благо улучшения стратегии и тактики эпизоотологического обследования очаговой территории. Помимо этого, внедрение прогнозов позволит значительно снизить эпидемиологические риски обострения эпизоотической активности очагов, и облегчит обоснование приоритетности финансирования мероприятий в комплексе выполняемых профилактических мер.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современное состояние эпизоотической активности природных очагов чумы Российской Федерации требует дальнейшего повышения эффективности эпидемиологического надзора за чумой. Это, в том числе, обусловлено выявлением в 2000-2022 гг. эпизоотий постоянного и периодического характера в природных очагах Российской Федерации, в том числе обострением эпидемической ситуации в Горно-Алтайском высокогорном природном очаге.

Для повышения эффективности эпидемиологического надзора за чумой на территории Российской Федерации разработана структура и внедрена в практику база данных эпизоотической активности природных очагов чумы, которая является важным вкладом в решение проблемы разработки не только экспертных, но и количественных прогнозов эпизоотической обстановки.

В настоящее время в практику работы противочумных учреждений Роспотребнадзора для усовершенствования эпидемиологического надзора за чумой внедрены эпизоотологические прогнозы различной длительности (краткосрочные, среднесрочные, долгосрочные), что позволяет осуществлять заблаговременное планирование и проведение «упреждающих» профилактических (противоэпидемических) мероприятий. Последнее позволяет оперативно снижать риски заражения чумой, за счет повышения эпидготовности медицинских учреждений, проведения вакцинации населения, полевой и поселковой дератизации и дезинсекции, а также способствует рациональному планированию финансовых затрат.

В результате экспертной оценки состояния паразитарной системы ПППО было обосновано отсутствие эпизоотических проявлений в 2016-2022 гг. Депрессивное состояние песчанок и их блох, а также неблагоприятные климатические условия сохранились до 2022 г. Эпизоотологический прогноз оправдался, и находок зараженных животных на территории ПППО в 2016-2022 гг. зарегистрировано не было.

С целью оценки масштабности возможных эпизоотических проявлений разработана модель, позволяющая определять размерность прогностической площади территории высокого риска заражения ПППО. Впервые на основании применения гармонического анализа продемонстрирован вариант решения этой практически значимой задачи. Последнее открывает перспективу заблаговременного планирования объемов профилактических (противоэпидемических) мероприятий.

В целях обеспечения долгосрочного эпизоотологического прогноза обоснована перспективность использования показателей уровня Каспийского моря в качестве предикторов изменения эпизоотической обстановки на территории Прикаспийской низменности. Согласно разработанному долгосрочному эпизоотическому прогнозу эпизоотических проявлений во всей группе равнинных и низкогорных природных очагов чумы на территории Прикаспийской низменности и Предкавказья не ожидается вплоть до 2032 г.

Разработана и апробирована тактика проведения комплекса профилактических мероприятий, позволившая обеспечить эпидемиологическое благополучие по чуме на участках прогностического обострения эпизоотической обстановки на территории ПППО в 2014-2015 гг. Обоснована высокая противоэпизоотическая эффективность тактики купирования эпизоотических проявлений в весенне-летний период на локальных участках как основы оздоровления Прикаспийского песчаного очага. Для обеспечения эпидемиологического благополучия на территории Прикаспийского песчаного природного очага песчаночьевого типа разработан комплекс профилактических (противоэпидемических) мероприятий, направленный на постоянное поддержание высокого противоэпидемического потенциала медицинской сети, повышение оперативности проведения вакцинации контингентов риска, выполнения в начальный период развития эпизоотии дератизации и дезинсекции на участках обнаружения зараженных животных. Разработанный долгосрочный прогноз на сохранение низкой эпизоотической активности Прикаспийского песчаного природного очага до 2032 г. открывает перспективу внедрения в

практику новой тактики эпизоотологического обследования, направленной на постоянный контроль очаговых территорий стойкого проявления чумы в соответствии с ретроспективными данными разработанной базы данных. В целях предупреждения новой активизации Прикаспийского песчаного природного очага главной задачей профилактических мероприятий становится контроль численности носителей и переносчиков чумы на участках прогностического обострения эпизоотической обстановки. Предлагаемый алгоритм оздоровления Прикаспийского песчаного природного очага применим для длительного поддержания низкой эпизоотической активности других энзоотичных по чуме территорий Российской Федерации.

Обоснована важность оперативного взаимодействия на этапе прогностического обострения эпизоотической обстановки между учреждениями Роспотребнадзора, включая территориальные управления, центры гигиены и эпидемиологии, противочумные станции, противочумные научно-исследовательские институты, а также между территориальными учреждениями Министерства здравоохранения Российской Федерации для обеспечения оперативного проведения профилактических (противоэпидемических) мероприятий. При этом в 2014-2015 гг. в результате такого взаимодействия удалось не только предотвратить эпидемические осложнения в очаге, но и значительно снизить риски заражения на территории Прикаспийского песчаного природного очага чумы в последующие 2016-2022 гг. Благодаря высокой противоэпидемической готовности противочумных учреждений к обострению эпизоотической обстановки на территории Прикаспийского песчаного природного очага в весенний период 2015 г. удалось организовать направленный поиск зараженных животных на участках стойкого проявления чумы и обнаружить единично зараженных животных на 3 локальных участках. Оперативное проведение полевой дератизации и дезинсекции на территории локальных эпизоотических участков дало хороший противоэпизоотический эффект. Впервые удалось предотвратить дальнейшее распространение эпизоотии чумы на смежные территории, полностью купировать эпизоотический процесс.

Полученный опыт направленного выявления эпизоотических проявлений на участках стойкого их проявления и оперативного купирования эпизоотического процесса имеет большое практическое значение. В этом плане ретроспективный анализ пространственных особенностей эпизоотических проявлений чумы на территории природных очагов чумы с применением ГИС-технологий и баз эпизоотологических данных особенно актуален. В 2016-2022 гг. полученный опыт обеспечения эпидемиологического благополучия применен для решения аналогичных задач на территории Горно-Алтайского высокогорного и Тувинского горного природных очагов чумы.

Все это в целом является качественно новым этапом в решении проблемы обеспечения эпидемиологического благополучия по чуме на территории Российской Федерации в части прогнозирования эпизоотической активности природных очагов.

ВЫВОДЫ

1. В результате реализации в 2014-2015 гг. в Прикаспийском песчаном природном очаге комплекса мероприятий по эпидемиологическому надзору, включающих краткосрочные и среднесрочные прогнозы эпизоотической ситуации, обеспечено эпидемиологическое благополучие по чуме и достигнут длительный противоэпизоотический эффект, вплоть до 2023 г., включительно.

2. Разработанная база данных является основой для дифференциации территории Прикаспийского песчаного природного очага по степени потенциальной эпидемической опасности. Доля территорий с низким, средним и высоким уровнем потенциальной эпидемической опасности составляет, соответственно 66 % (494 сектора), 31 % (234 сектора) и 3% (19 секторов) от общей площади Прикаспийского песчаного природного очага.

3. Усовершенствован регламент эпизоотологического обследования Прикаспийского песчаного природного очага. На большей части очаговой территории, характеризующейся низким уровнем потенциальной эпидемиологической опасности (66 %) предусмотрено сокращение частоты эпизоотологического обследования до 1 раза в 5 лет, что позволяет значительно снизить расходы на ежегодный мониторинг Прикаспийского песчаного природного очага. Для территорий с высоким и средним уровнем потенциальной эпидемиологической опасности рекомендовано сохранение ежегодного эпизоотологического обследования в весенний и осенний сезоны.

4. С применением метода гармонического анализа обоснована принципиальная возможность разработки среднесрочного (годового) прогноза площади буферной зоны эпизоотии (с точностью выше 53,3 %), а также планирования адекватных объемов профилактических мероприятий в период постоянной эпизоотической активности Прикаспийского песчаного природного очага.

5. Разработаны ежегодные экспертные среднесрочные (годовые) прогнозы на сохранение достигнутого противоэпизоотического эффекта в Прикаспийском песчаном природном очаге в 2016-2023 гг., которые полностью оправдались.

Обосновано, что стабилизация эпизоотической ситуации в 2016-2023 гг., явилась следствием оперативного целевого проведения профилактических мероприятий на участках прогностического обострения эпизоотической обстановки в весенне-летний период, в условиях естественной депрессии численности носителей и переносчиков возбудителя чумы.

6. Разработан долгосрочный эпизоотологический прогноз на сохранение в 2021-2032 гг. низкой эпизоотической активности Прикаспийского песчаного очага. Отмечено, что начало нового цикла развития эпизоотий наиболее вероятно в период очередного подъема уровня Каспийского моря.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

В целях длительного поддержания низкой эпизоотической активности других энзоотичных по чуме территорий Российской Федерации возможно применять предлагаемый алгоритм оздоровления Прикаспийского песчаного природного очага.

С целью совершенствования прогнозирования масштабов эпизоотий на территории Прикаспийского природного очага чумы и планирования адекватных объемов профилактических (противоэпидемических) мероприятий предлагается использование гармонического анализа эпизоотической активности очага.

Перспективно внедрение в практику новой тактики эпизоотологического обследования, направленной на постоянный контроль очаговых территорий стойкого проявления чумы в соответствии с ретроспективными данными разработанной базы данных. Основной задачей профилактических мероприятий становится контроль численности носителей и переносчиков чумы на участках прогностического обострения эпизоотической обстановки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Роспотребнадзора от 14.01.2013 г. №6 «Об утверждении инструкции по оформлению обзора и прогноза численности мелких млекопитающих и членистоногих».
2. Абдулина, В.З. Проектирование баз данных для противочумной службы Казахстана/ В.З. Абдулина//Сборник материалов международной конференции «Менеджмент и новые технологии». – Алматы, 2001. – С. 25–28.
3. Абузьяров, З.К. Сверхдолгосрочные прогнозы уровня Каспийского моря на 6, 12 и 18 лет/ З.К. Абузьяров // Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. – 2015. – № 354. – С. 79-95.
4. Адъяасурэн, Э. Современная ситуация в природных очагах чумы Монголии/ Э. Адъяасурэн, Д. Цэрэнноров, Ж. Мягмар, Ц. Ганхуяг, Д. Отгонбаяр, Ц. Баяр, Д.Б. Вержуцкий, Д. Ганболд, С.В. Балахонов // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. – 2014. – № 25(25). – С. 22-25.
5. Айкимбаев М.А. Среднеазиатский пустынный природный очаг чумы/ М.А. Айкимбаев, С.А. Аубакиров, А.С. Бурделов, Л.Н. Классовский, О.С. Сержанов — Алма-Ата: Наука, 1987. – 206 с.
6. Акиев А.К. Роль отечественных исследователей в развитии учения об эндемии и энзоотии чумы/ А.К. Акиев, Б. К. Фенюк // Проблемы особо опасных инфекций – Саратов, 1968. – Вып.1. – С. 18-41.
7. Алексеев А.Н. Возможные последствия вероятного потепления климата для распространения кровососущих эктопаразитов и передаваемых ими патогенов/ А.Н. Алексеев // Изменение климата и здоровье населения России в XX веке. – М.: «Адамантъ», 2004. – С. 67-79.
8. Артемьев М.М. Использование основных теоретических положений В.Н. Беклемишева в современной медико-биологической науке и практике/ М.М. Артемьев, Н.Н. Сорокин // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 1990. – № 5. – С. 14-15.

9. Атшабар Б.Б. Атлас распространения особо опасных инфекций в Республике Казахстан/ Б.Б. Атшабар, Л.А. Бурделов, В.П. Садовская [и др.] // Составл. и редакция – д. б. н., проф. Л. А. Бурделов. – Алматы, 2012. – 232 с. (рус., каз.).

10. Атшабар Б.Б. Состояние природных очагов чумы Казахстана и перспективы сотрудничества с ведущими научно-исследовательскими центрами России по их изучению/ Б.Б. Атшабар, С.А. Аубакиров, Л.А.Бурделов, З.Б. Жумадилова, В.С. Агеев, Г.С. Утешева // Материалы круглого стола санитарно-эпидемиологических служб Российской Федерации и Республики Казахстан. Вопросы реагирования на чрезвычайные ситуации санитарно-эпидемиологического характера, проводимого в рамках УШ Форума межрегионального сотрудничества Российской Федерации и Республики Казахстан с участием глав государств (14 сентября 2011. Астрахань). – 2011. – С.48-56.

11. Атшабар Б.Б. Эпизоотологические и социальные предпосылки заболеваний чумой людей в 1999 г. в Казахстане и их клинико-эпидемиологические характеристики/ Б.Б. Атшабар, А.М. Айкимбаев, С.А. Аубакиров [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций – 2000. – Вып. 80. – С. 14-21.

12. Аубакиров С.А. Эпидемическая и эпизоотическая ситуация в природных очагах чумы Республики Казахстан и меры профилактики в 2005 г./ С.А. Аубакиров, С.Х. Хамзин, К.Н. Насиханова, Т.Х. Хамзин, Б.Т. Макишева, Ж.Г. Бимаганов // Проблемы особо опасных инфекций – 2006. – Вып. 2 (92). – С. 65–66.

13. Балахонов С.В. Горно-Алтайский природный очаг чумы. Ретроспективный анализ, эпизоотологический мониторинг, современное состояние/ С.В. Балахонов, В.М. Корзун, Е.В. Чипанин, М.В. Афанасьев, Е.П. Михайлов, А.В. Денисов, Л.А. Фомина, И.И. Ешелкин, И.К. Машковский, А.И. Мищенко, Е.Н. Рождественский, М.Б. Ярыгина // Новосибирск: Наука-центр, 2014. – 272 с.

14. Балахонов С.В. Особенности эпизоотической активности горных природных очагов чумы Сибири в XXI веке/ С.В. Балахонов, В.М. Корзун, Д.Б. Вержуцкий, Е.В. Чипанин, Е.П. Михайлов, А.В. Денисов, Э.А. Глушков, И.С. Акимова // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – Вып. 12 (261). – С. 48–50.

15. Балахонов С.В. Случай заболевания человека чумой в Кош-Агачском районе Республики Алтай в 2015 г. Сообщение 1. Клинико-эпидемиологические и эпизоотологические аспекты/ С.В. Балахонов, А.Ю. Попова, А.И. Мищенко, Е.П. Михайлов, Е.Б. Ежлова, Ю.В. Демина, А.В. Денисов, Е.Н. Рождественский, Г.Х. Базарова, Л.В. Щучинов, И.В. Зарубин, Ж.Е. Семенова, Н.М. Маденова, Д.К. Дюсенбаев, М.Б. Ярыгина, Е.В. Чипанин, С.А. Косилко, А.К. Носков, В.М. Корзун // Проблемы особо опасных инфекций – 2016; 1: 55-60.

16. Балахонов С.В. Эпидемиологическая оценка современного состояния природных очагов чумы в Сибири/ С.В. Балахонов, Д.Б. Вержуцкий, Т.И. Иннокентьева // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2010; 2: 34–7.

17. Бароян О.В. Очерки по мировому распространению важнейших заболеваний человека (заболеваемость в зарубежных странах)/ О.В. Бароян. – М.: Медицина, 1967. – 346 с.

18. Бибииков Д.И. Природные очаги сурков в СССР/ Д.И. Бибииков, С.А. Берендяев, Л.А. Пейсахис. – М.: Медицина, 1973. – 192 с.

19. Бочарников О.Н. Опыт работы по ликвидации чумы в очаге Северо-Западного Прикаспия/ О.Н. Бочарников, К.С. Карпузиди, И.В. Климченко, В.Н. Тер-Вартанов, И.С. Тинкер, А.К. Шишкин, Д.Т. Ширяев // Природная очаговость и эпидемиология особо опасных инфекционных заболеваний – Саратов, 1959. – С. 235-246.

20. Бочарников О.Н. Сплошные отработки земель от сусликов, как метод ликвидации чумной энзоотии на территории Сальских степей Ростовской области: автореф. дисс. ...канд. биол. наук: 14.00.30/Олимп Николаевич Бочарников – Саратов, 1946. – 16 с.

21. Бутенко А.М. Влияние климата на активность и распространение очагов крымской геморрагической лихорадки (КГЛ) в северной части ареала вируса КГЛ/ А.М. Бутенко, В.Ф. Ларичев // Изменение климата и здоровье населения России в XX веке. – М.: «Адамантъ», 2004. – С.134- 138.

22. Варшавский А.А. Природная очаговость чумы в Южной Африке (Западная Замбия, Ангола, Намибия, Ботсвана)/ А.А. Варшавский, В.П. Козакевич, А.А. Лавровский // Проблемы особо опасных инфекций– 1972; 3: 5-14.

23. Варшавский С.Н. Биоценотическая структура и ландшафтные особенности зарубежных очагов чумы в Передней и Юго-Западной Азии/ С.Н. Варшавский, В.П. Козакевич // Бюллетень Московского общества испытателей природы. - Отд. Биол. – 1985. – Т.89. – Вып.1. – С. 13-20.

24. Варшавский С.Н. Изменение видового состава грызунов в Северо-Западном Прикаспии под влиянием антропогенных факторов/ С.Н. Варшавский, Н.В. Попов, Б.С. Варшавский, М.Н. Шилов, Э.Л. Тихомиров, А.А. Бугаков // Зоологический журнал – 1991. – Т. 70, вып. 5. – С. 92–100.

25. Варшавский С.Н. Современное состояние ареала и численности малого суслика на европейском Юго-Востоке СССР в связи с антропогенным преобразованием ландшафтов/ С.Н. Варшавский, Н.В. Попов, А.А. Лавровский, М.Н. Шилов, А.В. Сурвилло, В.П. Козакевич, П.С. Денисов, З.С. Сорокина, Б.С. Варшавский, И.И. Денисенко, А.Е. Викулина // Бюллетень Московского общества испытателей природы. – Отд. биол. – 1986. – Т. 91, вып. 4. – С. 10–20.

26. Вершинский Б.В. Опыт комплексного картографирования природно-очаговых болезней для разработки прогноза и системы профилактических мероприятий. Картографические методы комплексных географических исследований/ Б.В. Вершинский, В.К. Симонович. – Иркутск, 1965. – С.158-175.

27. Володин А.С. Использование ГИС-технологий в экологическом мониторинге при решении задач защиты здоровья населения от вредного воздействия факторов экологии/ А.С. Володин, А.А. Шапошников, Н.Г. Баранов, В.П. Столяр, В.И. Кутуев. – М.: ЗАО «МП Гигиена», 2008. – С. 304 – 317.

28. Временные методические указания по организации и проведению

эпидемиологического надзора в природных очагах чумы России в условиях ограниченных финансовых и материально-технических ресурсов. МУ 3.1.700-98. – М., 1998.

29. Герман Д.Р. Солнце, погода и климат/ Д.Р. Герман, Р.А. Голдберг. – Л.: Гидрометеоздат, 1981.

30. Гниловская Ю.Г. Ландшафтно-эпизоотологическая характеристика и типология микроочагов сохранения чумного микроба в равнинных очагах Кавказа: автореф. дисс. ...канд. биол. наук: 14.00.30/ Юлия Георгиевна Гниловская – Саратов, 1991. – 20 с.

31. Голубинский Е.П. О чуме в Сибири/ Е.П. Голубинский, И.Ф. Жовтый, Л.Б. Лемешева. – Иркутск: Изд-во Иркутского ун-та, 1987. – 243 с.

32. Гражданов А.К. Возобновление эпизоотической активности южной части Зауральского природного очага чумы в 2001 г./ А.К. Гражданов, Ф.Г. Бидашко, Н.С. Майканов [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций - Саратов, 2001. – Вып.2 (82). – С. 48-54.

33. Гражданов А.К. Общий анализ и современное эпизоотическое состояние Волго-Уральского песчаного природного очага чумы/ А.К. Гражданов // Проблемы особо опасных инфекций – 2002. – Вып. 1(83). – С. 46–51.

34. Гражданов А.К. Современные факторы эпидемического потенциала в природных очагах чумы на западе Казахстана. Проблемы особо опасных инфекций/ А.К. Гражданов. – Саратов, 2005. – Вып.1(89). – С.16-18.

35. Грижебовский Г.М. Эпидемиологическая характеристика вспышки чумы в Индии в 1994 г./ Г.М. Грижебовский, В.П. Топорков, Л.Д. Брюханова [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2003; 85:28-37.

36. Данилов А.Н. Анализ структуры и функциональных возможностей современных ГИС-технологий в эпидемиологии/ А.Н. Данилов, Е.С. Филимонов, Е.В. Куклев, В.В. Кутырев. // Проблемы особо опасных инфекций – Саратов, 2005. – Вып. 1 (89). – С. 19-20.

37. Данилов А.Н. Совершенствование эпидемиологического надзора за инфекционными болезнями в Саратовской области на основе ГИС-технологии: дисс. ...канд. мед. наук: 14.00.30/ Алексей Николаевич Данилов – Саратов, 2005.
38. Дубянский В.М. ГИС в системе профилактики чумы в Республике Казахстан/ В.М. Дубянский, Л.А. Бурделов. // ArcReview. – 2010. – № 4 (55). – 8 с.
39. Дубянский М.А. О связи эпизоотий чумы в Казахстане с метеорологическими условиями/ М.А. Дубянский, А.П. Ермилов, С.К. Богатырев [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций – 1977. – Вып. 5(57). – С. 24–29.
40. Дубянский М.А. Прогнозирование эпизоотической активности чумы в Приаралье и Кызылкумах/ М.А. Дубянский, А. Кенжебаев, В.М. Степанов, Г.А. Асенов, Л.Д. Дубянская. – Нукус: Каракалпакстан, 1992. – 240 с.
41. Дубянский М.А. Эпизоотическое прогнозирование чумы на примере Среднеазиатского пустынного очага: автореф. дисс. ...докт. биол. наук: 14.00.30/ Дубянский Марк Андреевич – Алма-Ата, 1984. – 42 с.
42. Дятлов А.И. Атлас Дагестанского равнинно - предгорного природного очага чумы (03)/ А.И. Дятлов, В.П. Казаков, Ю.Г. Гниловская, М.П. Григорьев, Г.В. Грачев. – Ставрополь, 1999 – С. 34.
43. Дятлов А.И. Атлас Центрально-Кавказского (Приэльбрусского) природного очага чумы (01)/ А.И. Дятлов, Ю.М. Евченко, Г.А. Мозлоев [и др.] // Справочно- кадастровые карты. – Ставрополь, 1999. – 37 с.
44. Дятлов А.И. Дагестанский равнинно-предгорный природный очаг чумы (Справочно-кадастровые карты)/ А.И. Дятлов, Ю.Г. Гниловская, Г.В. Грачев, А.И. Гегомян. – Ставрополь, 1982. – 29 с.
45. Дятлов А.И. Природная очаговость чумы на Кавказе/ А.И. Дятлов, А.Д. Антоненко, Г.М. Грижебовский, Н.Ф. Лабунец. – Ставрополь, 2001. – 345 с.
46. Дятлов А.И. Энзоотия чумы: новые подходы и гипотезы/ А.И. Дятлов // ЖМЭИ. – 1999. – № 6. – С. 113-115.
47. Елисеева И.И. Статистика/ И.И. Елисеева // Учебник – М.: ООО «ВИТРЭМ», 2002. – 448 с

48. Емельянова И.Н. Иксодовые клещи рода *Hyalomma* Koch, 1884 (Acari: Ixodidae) Центрального Предкавказья и сопредельных территорий (распространение, экология, роль в природном очаге Крымской геморрагической лихорадки): автореф. дисс. ...канд. биол. наук: 03.00.08/ Емельянова Ирина Николаевна – Ставрополь, 2006. – 19 с.

49. Ерошенко Г.А. Совершенствование подвидовой классификации *Yersinia Pestis* на основе данных полногеномного секвенирования штаммов из России и сопредельных государств/ Г.А. Ерошенко, Я.М. Краснов, Н.Ю. Носов, Л.М. Куклева, К.А. Никифоров, Е.Г. Оглодин, В.В. Кутырев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2015. – №4. – С.58-64

50. Ерошенко Г.А. Филогенетический анализ штаммов *Y. pestis* средневекового биовара, выделенных в Прикаспийском Северо-Западном степном очаге чумы в XX столетии/ Г.А. Ерошенко, Н.В. Попов, Ж.В. Альхова, А.Н. Балыкова, Л.М. Куклева, В.В. Кутырев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2019. – № 2. – С. 55–61

51. Журавлев В.И. Эпидемиологические и экологические аспекты циркуляции арбовирусов на территории Астраханской области: автореф. дисс. ...канд.мед. наук:14.00.30/ Журавлев Виталий Иванович – Саратов, 2002. – 20 с.

52. Илюхин А.А. Особенности проявления эпизоотии чумы в юго-восточной части Прикаспийского Северо-Западного степного очага/ А.А. Илюхин, Б.С. Варшавский, Э.Л. Тихомиров // Профилактика природноочаговых инфекций. – Саратов, 1983. – С.75–76.

53. Каримова Т.Ю. Природные очаги чумы Палеарктики/ Т.Ю. Каримова, В.М. Неронов. – М.: Наука, 2007. – с. 199.

54. Ковалев В.В. Геологические аспекты современных изменений уровня Каспийского моря/ В.В. Ковалев, С.Г. Парада //Вестник Южного научного центра. – 2013. – №2. – С.38–46.

55. Козакевич В.П. География природных очагов чумы в Южной Америке (Аргентина, Боливия, Бразилия)/ В.П. Козакевич, С.Н. Варшавский, А.А. Лавровский // Проблемы особо опасных инфекций – 1970 – 6 – С. 110-119.

56. Козлова Т.А. Анализ изменений эпизоотической активности Прикаспийского песчаного очага чумы под влиянием колебаний уровня Каспийского моря/ Т.А. Козлова, Н.В. Попов, А.К. Рогаткин // Проблемы особо опасных инфекций – 1998. – Вып. 1. – С. 47–53.

57. Козлова Т.А. Влияние гидрологических показателей на эпизоотическую активность Прикаспийского очага чумы/ Т.А. Козлова, Н.В. Попов, А.А. Кузнецов // Деп. в ВИНТИ. 25.02.94. – № 467-В 94. – Саратов–Астрахань, 1994. – 8 с.

58. Козлова Т.А. Сезонные и многолетние колебания эпизоотической активности Прикаспийского песчаного очага чумы: автореф. дисс. ...канд. биол. наук:14.00.30/ Козлова Татьяна Александровна – Саратов, 1994. – 21 с.

59. Кокушкин А.М. Социальные и биологические аспекты эпидемиологии чумы: автореф. дисс. ...докт. мед. наук:14.00.30/ Кокушкин Александр Михайлович – Саратов, 1995. – 46 с.

60. Коренберг Э.И. Основы современных представлений о природной очаговости болезней/ Э.И. Коренберг // РЭТ-инфо. – 2000. – С. 18-20.

61. Коренберг Э.И. Природная очаговость инфекций: современные проблемы и перспективы исследований/ Э.И. Коренберг // Зоологический журнал. – 2010. – Т. 89. – № 1. – С. 5-28.

62. Коренберг Э.И. Пути совершенствования эпидемиологического надзора за природно-очаговыми инфекциями/ Э.И. Коренберг // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2016. – № 6. – С. 18-29.

63. Коренберг Э.И. Современная популяционная экология и учение о природной очаговости болезней/ Э.И. Коренберг // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 1981. – № 3. – С. 3-11.

64. Коренберг Э.И. Экологические предпосылки возможного влияния изменений климата на природные очаги и их эпидемическое проявление/ Э.И.Коренберг // Изменение климата и здоровье населения России в XXI веке: Сборник материалов международного семинара 5- 6 апреля 2004 г. – М., 2004. – С. 54-66.

65. Корзун В.М. Методические рекомендации. Прогнозирование эпизоотической активности Горно-Алтайского природного очага чумы по тенденции циклических изменений численности основного носителя/ В.М. Корзун, Е.В. Чипанин, А.Я. Никитин, А.Ф. Попоков, Т.И. Иннокентьева, Е.П. Михайлов, А.В.Денисов, Е.Н. Рождественский. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2012. – 24 с.

66. Косарев А.Н. Об изменениях уровня Каспийского моря и возможности их прогнозирования/ А.Н. Косарев, Р.Е. Макарова // Вестник Московского университета – М.: МГУ. Сер 5. Географ, 1988. – №1. – С.21-26.

67. Кошель Е.И. Образование биопленки штаммами *Yersinia pestis* разных подвидов и их взаимодействие с членами почвенных биоценозов: автореф. дисс. ...канд. биол. наук: 03.02.03/ Кошель Елена Ивановна – Саратов, 2014. – 22 с.

68. Краминский В.А. История и география чумы в Китае/ В.А. Краминский // Изв. Иркутского противочум. ин-та. – Иркутск, 1963. – Т. 25. – С. 254-272.

69. Кузнецов А.А. Дифференциация Прикаспийского песчаного очага чумы по кратности эпизоотических проявлений/ А.А. Кузнецов, А.М. Поршаков, А.Н. Матросов, В.К. Синцов, В.П. Осипов, В.Б.-Х. Санджиев, А.А. Слудский // Проблемы особо опасных инфекций. – 2012; 3(113):15–9.

70. Кузнецов А.А. Изменение границ природных очагов чумы Северо-Западного Прикаспия/ А.А. Кузнецов, А.Н. Матросов, А.М. Поршаков, В.Н. Чекашов, М.М. Шилов // Проблемы особо опасных инфекций. – 2016. – № 3. – С. 38–43.

71. Кузнецов А.А. Перспективы ГИС-паспортизации природных очагов чумы Российской Федерации/ А.А. Кузнецов, А.М. Поршаков, А.Н. Матросов, Е.В. Куклев, В.Б. Коротков, В.М. Мезенцев, Н.В. Попов, В.П. Топорков, А.В. Топорков, В.В. Кутырев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2012; 1(111):48–53.

72. Кузнецов А.А. Распространение и численность блохи *Xenopsylla conformis* Wagn., 1903 (*Siphonaptera*) в Прикаспийском песчаном очаге чумы/ А.А. Кузнецов, В.П. Осипов, В.К. Синцов, Т.В. Князева, А.Н. Матросов, Т.С. Ким, В.Б.-Х. Санджиев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2007. – №2(94). – С. 20-23.

73. Кузнецов А.А. Совершенствование мониторинга за природными очагами чумы на основе анализа эколого-эпизоотологических закономерностей их функционирования/ А.А. Кузнецов, В.В. Кутырев, А.Н. Матросов, В.П. Топорков // Проблемы особо опасных инфекций. – 2004. – №2(88). – С. 12–16.

74. Куклев Е.В. Использование ГИС-технологий в целях противодействия биологическому терроризму/ Е.В. Куклев, А.Н. Данилов, В.В. Кутырев // Матер. VI Межгосуд. науч.-практ. конф. государств-участников СНГ 13–14 сентября. – Волгоград, 2005. – С. 42–43.

75. Куклев Е.В. Количественная оценка эпидемического потенциала природных очагов чумы: автореф. дисс. ...докт. мед. наук: 3.2.2 / Куклев Евгений Валентинович– Саратов, 1999. – 42 с.

76. Куклев Е.В. Разработка структуры базы данных по рискам в области биологической безопасности на уровне субъекта Российской Федерации/ Е.В. Куклев, А.С. Раздорский, В.А. Сафронов, А.К. Адамов, А.А. Лопатин, В.П. Топорков // Проблемы особо опасных инфекций. – 2010. – №1(103). – с. 34–36.

77. Куролап С.А. Медицинская география: современные аспекты/ С.А. Куролап // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – Т.4. – №6. – с. 52–58.

78. Кутырев В.В. Возбудитель чумы: ультраструктура и локализация в переносчике/ В.В. Кутырев, Н.П. Коннов, Ю.П. Волков. – ОАО «Издательство «Медицина», 2007. – 224 с.

79. Кутырев В.В. Заболевания человека чумой в Горно-Алтайском высокогорном природном очаге в 2014 г. Сообщение 1. Эпидемиологические и эпизоотологические особенности проявлений чумы в Горно-Алтайском высокогорном (Сайлюгемском) природном очаге чумы/ В.В. Кутырев, А.Ю. Попова, Е.Б. Ежлова, Ю.В. Демина, Н.Д. Пакскина, Л.В. Щучинов, Е.П.

Михайлов, А.И. Мищенко, Е.Н. Рождественский, Г.Х. Базарова, А.В. Денисов, И.Н. Шарова, Н.В. Попов, А.А. Кузнецов // Проблемы особо опасных инфекций. – 2014; 4: 9–16.

80. Кутырев В.В. Молекулярные механизмы взаимодействия возбудителя чумы с беспозвоночными животными/ В.В. Кутырев, Г.А. Ерошенко, Н.В. Попов, Н.А. Видяева, Н.П. Коннов // Мол. генет., микробиол. и вирусол. – 2009. – №4. – С.7-13.

81. Кутырев В.В. Совершенствование типизации природных очагов чумы на основе эколого-генетического анализа *Yersinia pestis*/ В.В. Кутырев, Н.В. Попов, Г.А. Ерошенко, Т.Б. Караваева. – ЖМЭИ, 2013. – 5:107–11.

82. Кучерук В.В. Анализ современных направлений и дальнейшие задачи изучения природно-очаговых болезней человека/ В.В. Кучерук // Природно-очаговые болезни человека. – М., 1979 – С. 5-13.

83. Кучерук В.В. Млекопитающие – носители болезней опасных для человека/ В.В. Кучерук // Успехи современной териологии. – М.: Наука, 1977. – С. 75-92.

84. Кучерук В.В. Млекопитающие степей Палеарктики, природные очаги чумы в степи и некоторые теоретические вопросы природной очаговости этой инфекции: автореф. дис. ...докт. биол. наук/ Кучерук Валент Викторович – М., 1960. – 21 с.

85. Кучерук В.В. Опыт анализа причин, определяющих распространение природных очагов чумы во внетропической Евразии/ В.В. Кучерук // Методы медико-географических исследований. – М.: Моск. фил. Геогр. об-ва СССР, 1965. – С.251-267.

86. Кучерук В.В. Природная очаговость инфекций – основные термины и понятия/ В.В. Кучерук, Б.Росицкий // Мед. паразитол. паразит. бол. – 1984. – №2. – С.7-16.

87. Лавровский А.А. Изменения ландшафтов и фаунистических комплексов на побережье Каспийского моря в связи с его регрессией и влияние

этих изменений на природные очаги чумы: автореф. дис. ...докт. биол. наук: 14:00:30/ Лавровский Александр Александрович – Саратов, 1966. – 46 с.

88. Лавровский А.А. Межэпизоотический период как одна из фаз саморазвития экосистемы природного очага чумы/ А.А. Лавровский, Н.В. Попов. // Проблемы особо опасных инфекций. – 1978. – Вып.2 (60).- С.5-9.

89. Лавровский А.А. О цикличности эпизоотий в природных очагах чумы и причинах, ее обуславливающих/ А.А. Лавровский // Проблемы особо опасных инфекций. – 1969. – Вып. 1 (5). – С. 3–10.

90. Лавровский А.А. Основные принципы долгосрочного прогнозирования эпизоотий в природных очагах трансмиссивных болезней/ А.А. Лавровский, В.Л. Шевченко, О.К. Дробинский, И.В. Жерновов, Н.В. Попов. // Электромагнитные поля в биосфере. – М., 1984. – Т.1. – С.184-193

91. Лавровский А.А. Современные представления о структуре природных очагов чумы сусликового типа в Северо-Западном Прикаспии и в Предкавказье и важнейшие принципы эпизоотологического обследования их территории/ А.А. Лавровский, С.Н. Варшавский, М.Н. Шилов, П.Д. Голубев, П.С. Денисов, К.И. Деревянченко, В.П. Добронравов, П.И. Зинин, П.И. Кучеров, А.А. Рожков // Проблемы особо опасных инфекций. – Саратов, 1972. – Вып. 5 (27). – С. 15-29.

92. Лебедева С.А. Вариабельность возбудителя чумы и проблемы его диагностики/ С.А. Лебедева, А.Л. Трухачев, В.С. Иванова, Ю.И. Арутюнов, Н.В. Божко, Л.М. Веркина, Л.П. Алексеева, Л.В. Коссе. / Под редакцией Ломова Ю.М. – Ростов-на-Дону: ТС-полиграфия, 2009. – 533 с.

93. Лисицын А.А. Некоторые закономерности в динамике стада грызунов и прогноз их численности/ А.А. Лисицын // Матер. Юбил.конф. Уральской противочумной станции. – Уральск, 1964. – С.167-191

94. Литвин В.Ю. Природная очаговость болезней: развитие концепции к исходу века/ В.Ю. Литвин, Э.И. Коренберг // Природная очаговость болезней: исследования института Гамалеи РАМН. Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР. – М.: Русаки, 2003. – С. 12-33.

95. Лопатин А.А. Современное состояние проблемы математического моделирования и прогнозирования эпидемического процесса/ А.А. Лопатин, В.А. Сафронов, А.С. Раздорский, Е.В. Куклев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2010. – №3(103). – С. 28-31.

96. Львов Д.К. Влияние климатических факторов на циркуляцию природноочаговых вирусных инфекций в Северной Евразии/ Д.К. Львов, М.Ю. Щелканов, В.Л. Громашевский // Изменение климата и здоровье населения России в XX веке. – М.: Адамант, 2004. – С. 84-105.

97. Максимов А.А. Многолетние колебания численности животных, их причины и прогноз/ А.А. Максимов. – Новосибирск: Наука, 1984. – 250 с.

98. Максимов А.А. Циклические процессы в сообществах животных (биоритмы, сукцессии)/ А.А. Максимов, Л.Н. Ермаков. – Новосибирск: Наука, 1985. – 235 с.

99. Малхазова С.М. Медико-географический анализ территорий: картографирование, оценка, прогноз/ С.М. Малхазова // М.: Научный мир, 2001. – 240 с.

100. Малхазова С.М. Медико-географический атлас России «Природноочаговые болезни»: структура и принципы разработки/ С.М. Малхазова, Т.В. Котова, В.А. Миронова, Н.В. Шартова, Н.В. Рябова // Энвайронментальная эпидемиология и медицинская география: Ежегодник – 2011. Приложение к журналу «Энвайронментальная эпидемиология». – Харьков, 2011. – С. 58–73.

101. Малый суслик (*Spermophilus pugnax* Pallas, 1778, Rodentia) в Прикаспии/ Под редакцией докт. биол. наук, профессора Н.В. Попова. – Саратов: ООО «Амирит», 2016. – 235 с.

102. Марамович А.С. Чума в Китае. Опасность заноса в регионы Сибири и Дальнего Востока/ А.С. Марамович, С.А. Косилко, Т.И. Иннокентьева [и др.] – ЖМЭИ, 2008. – № 1. – С. 95-99.

103. Марамович А.С. Чума во Вьетнаме и риск заноса ее в регион Сибири и Дальнего Востока/ А.С. Марамович, С.А. Косилко, Г.А. Воронова, Т.И.

Иннокентьева, А.Я. Никитин, Л.П. Базанова, Л.П. Окунев // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2009. – № 5. – С. 4-9.

104. Матросов А.Н. Неспецифическая профилактика чумы в Горно-Алтайском высокогорном природном очаге в 2016 г./ А.Н. Матросов, Л.В. Щучинов, А.В. Денисов, А.И. Мищенко, Е.Н. Рождественский, А.А. Слудский, А.С. Раздорский, Е.П. Михайлов, И.Н. Шарова, А.М. Поршаков, А.А. Кузнецов, Н.В. Попов, А.А. Лопатин, Е.В. Чипанин, В.М. Корзун, Е.Г. Токмакова, С.В. Балахонов, С.А. Щербакова, А.А. Макин, Г.С. Архипов, В.В. Кутырев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2016; 4:25–32.

105. Матросов А.Н. Неспецифическая профилактика чумы в Прикаспийском песчаном природном очаге/ А.Н. Матросов, А.А. Лопатин, Н.В. Попов, А.М. Поршаков, А.А. Кузнецов, С.М. Голосовский, В.К. Синцов, В.С. Манджиева, Д.Н. Санджиев // Здоровье населения и среда обитания. – 2015; №1 (262):30-2.

106. Матросов А.Н. Развитие взглядов на содержание неспецифической профилактики чумы в природных очагах на территории России и других стран СНГ/ А.Н. Матросов, А.А. Кузнецов, Т.В. Князева // Дезинфекционное дело. – 2011. – №2. – С. 30-35.

107. Матросов А.Н. Совершенствование эколого-эпизоотологического мониторинга и неспецифической профилактики в природных очагах чумы на территории Российской Федерации: автореф. дисс. ...док. биол. наук:14.00.30/ Матросов Александр Николаевич – Саратов, 2007. – 47 с.

108. Матросов А.Н. Условия активизации эпизоотий чумы в Прикаспийском песчаном природном очаге в 2014 г./ А.Н. Матросов, В.К. Синцов, В.С. Манджиева, С.М. Голосовский, Т.С. Ким, В.А. Лещук, А.А. Кузнецов, А.М. Поршаков, С.А. Яковлев, А.И. Удовиков, А.Ю. Лейнерт, В.Н. Чекашов, М.М. Шилов, И.Н. Шарова, В.Е. Куклев, Е.В. Казорина, А.К. Гражданов, А.А. Лопатин, С.Ю. Скаленко, Т.В. Князева, А.А. Троицкая, Т.П. Давыдова, Б.Л. Агапов, В.В. Кабин, В.Б-Х. Санджиев, К.Б. Яшкулов, А.Х.

Халидов, С.М. Хасаев, Д.М. Бамматов, Н.В. Попов, В.В. Кутырев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2015; 4: 30-35.

109. Методические рекомендации по паспортизации природных очагов чумы. – М., 1976.

110. Методические указания «Организация и проведение первичных противоэпидемических мероприятий в случаях выявления больного (трупа), подозрительного на заболевания инфекционными болезнями, вызывающими чрезвычайные ситуации в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения». МУ 3.4.2552-09.

111. Методические указания «Отлов, учет и прогноз численности мелких млекопитающих и птиц в природных очагах инфекций». МУ 3.1.1029-01.

112. Методические указания по долгосрочному прогнозированию эпизоотической активности природных очагов чумы. – Саратов, 1991.

113. Методические указания по организации и проведению эпидемиологического надзора в природных очагах чумы на территории Российской Федерации. МУ 3.1.3.2355-08.

114. Методические указания «Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих в природных очагах инфекционных болезней». МУ 3.1.3012-12.

115. Миронов Н.П. Источники и переносчики чумы и туляремии/ Н.П. Миронов, К.С. Карпузиди, И.З. Климченко, И.Н. Колесников [и др.] – М.: Медицина. – 1965. – 195 с.

116. Миронов Н.П. О кратности обработок земель от сусликов с целью ликвидации чумного очага Северо-Западного Прикаспия/ Н.П. Миронов // Тр. Ростовского-на-Дону государственного научн.-исслед. противочумного ин-та. – 1957. – Т.91. – С.93-99.

117. Миронов Н.П. Экологические факторы природной очаговости чумы в Северо-Западном Прикаспии: автореф. дисс. ...докт. биол. наук: 14.00.30/ Николай Прокофьевич Миронов – Ростов-на-Дону, 1959.

118. Никитин А.Н. Эпизоотологическая характеристика природных очагов чумы Монголии в связи с разработкой мер защиты от завоза и распространения инфекции на территории России/ А.Н. Никитин, А.С. Марамович, С.А. Косилко, Т.И. Иннокентьева, Л.П. Базанова, С.В. Балахонов, Г.А. Воронова, Л.П. Окунев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2007; 2: 28–33.

119. Никитин А.Н. Эпизоотологическая характеристика природных очагов чумы Китая (обзор литературы)/ А.Н. Никитин, А.С. Марамович, Л.П. Базанова, Л.П. Окунев, С.А. Косилко, Т.И. Иннокентьева, Г.А. Воронова // Мед.параз. и параз. Бол. – 2009; 1: 51–8.

120. Николаев Н.И. Чума (клиника, диагностика, лечение и профилактика)/ Н.И. Николаев. – Москва: Изд-во «Медицина», 1968. – 240 с.

121. Онищенко Г.Г. Борьба с инфекционными болезнями – приоритетная тема председательства Российской Федерации на саммите группы восьми в 2006 г. / Г.Г. Онищенко // Журн. микробиол., 2006. – № 7. – С. 3-7.

122. Онищенко Г.Г. Актуальные проблемы биологической безопасности в современных условиях. Сообщение 2. Понятийная, терминологическая и определительная базы биологической безопасности/ Г.Г. Онищенко, В.Ю. Смоленский, Е.Б. Ежлова, Ю.В. Демина, В.П. Топорков, А.В. Топорков, М.Н. Ляпин, В.В. Кутырев // Вестник РАМН. – 2013. – Вып. 11. – С. 4–11.

123. Онищенко Г.Г. Контроль за инфекционными заболеваниями – стратегическая задача здравоохранения России в XXI веке/ Г.Г. Онищенко // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2002. – № 6. – С. 4-16.

124. Онищенко Г.Г. О состоянии надзора за проведением мероприятий по неспецифической профилактике инфекционных болезней и задачах по его совершенствованию/ Г.Г. Онищенко // Дезинфекционное дело. – 2006. – № 2. – С. 10-17.

125. Онищенко Г.Г. Природные очаги чумы Кавказа, Прикаспия, Средней Азии и Сибири/ Г.Г. Онищенко, Ю.М. Федоров, В.В. Кутырев [и др.] – М.:Медицина, 2004. – 192 с.

126. Онищенко Г.Г. Стратегия борьбы с инфекционными болезнями и санитарная охрана территорий в современных условиях/ Г.Г. Онищенко, В.В. Кутырев, С.Д. Кривуля, Ю.М. Федоров // Проблемы особо опасных инфекций. – 2006. – Вып.2(92). – С. 5-9.

127. Подсвиров А.В. Эпизоотологические и эпидемиологические аспекты проявления чумы в Северо-Западном Прикаспии в XX столетии и совершенствование эпидемиологического надзора в современных условиях. Диссертация в виде научного доклада на соискание ученой степени канд. мед. наук/ А.В. Подсвиров. – Саратов, 1996. – 64 с.

128. Попов Н.В. Актуальные вопросы геоинформационного обеспечения мониторинга и прогнозирования эпизоотической активности природных очагов чумы и других зоонозных инфекций на территории Российской Федерации/ Н.В. Попов, Е.В. Куклев, В.В. Кутырев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2006. – № (92). – С. 28-30.

129. Попов Н.В. Влияние современного изменения климата на состояние природных очагов чумы России и других стран СНГ/ Н.В. Попов, В.Е. Безсмертный, А.И. Удовиков, А.А. Кузнецов, А.А. Слудский, А.Н. Матросов, Т.В. Князева, Ю.М. Федоров, В.П. Попов, А.К. Гражданов, Т.З. Аязбаев, С.А. Яковлев, Т.Б. Караваева, В.В. Кутырев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2013 – № 3: 23–8.

130. Попов Н.В. Дискретность - основная пространственно-временная особенность проявлений чумы в очагах сусликового типа/ Н.В. Попов. – Саратов: СГУ, 2002. – 198 с.

131. Попов Н.В. Долгосрочный прогноз эпизоотической активности природных очагов чумы в Российской Федерации как основа повышения эффективности профилактических мероприятий/ Н.В. Попов, В.П. Топорков, В.Е. Безсмертный, В.П. Попов, А.А. Кузнецов, А.Н. Матросов, А.А. Слудский, А.И. Удовиков, Т.Б. Караваева, Т.К. Меркулова, В.В. Кутырев //Жизнь без опасностей. Здоровье. Профилактика. Долголетие. (Природно-очаговые заболевания). – М., 2012. – Т.VII. – Вып.3(19). – С.14-17.

132. Попов Н.В. К роли нематод (*SECERNENTEA, RHABDIDAE*) - паразитов блох в энзоотии чумы/ Н.В. Попов, А.А. Слудский, А.И. Удовиков, В.В. Аникин, С.А. Яковлев, Т.Б. Караваева // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье. – Саратов, 2006. – Вып.5. – С. 88-93.

133. Попов Н.В. Ландшафтная приуроченность и биоценотическая структура природных очагов чумы дальнего зарубежья. Северная и Южная Америка, Африка, Азия/ Н.В. Попов, Е.В. Куклев, А.А. Слудский, М.А. Тарасов, А.Н. Матросов, Т.В. Князева, Т.Б. Караваева, В.В. Кутырев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2005. – Вып. 1(89). – С. 9-15.

134. Попов Н.В. Оценка влияния современного потепления климата на формирование нового природного очага чумы песчаночьевого типа на территории европейского Юго-Востока России/ Н.В. Попов, А.И. Удовиков, С.А. Яковлев, В.Б.-Х. Санджиев, Г.В. Сангаджиева // Поволжский экологический журнал. – 2007; 1:34–43.

135. Попов Н.В. Разработка основных принципов прогнозирования эпизоотий чумы среди малых сусликов в природном очаге Северо-Западного Прикаспия: автореф. дисс. ...канд. биол. наук: 14.00.30/ Попов Николай Владимирович – Саратов, 1977. – 25 с.

136. Попов Н.В. Совершенствование принципов типизации природных очагов чумы на территории России и других стран СНГ/ Н.В. Попов, А.А. Слудский, Ю.А. Попов [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – Саратов, 2005. – Вып. 2 (90). – С. 32-35.

137. Попов Н.В. Современная стратегия и тактика борьбы с носителями и переносчиками особо опасных инфекций на территории Российской Федерации/ Н.В. Попов, Е.В. Куклев, А.А. Слудский, А.А. Кузнецов, А.Н. Матросов, Т.В. Князева, В.В. Кутырев // Актуальные проблемы дезинфектологии в профилактике инфекционных и паразитарных заболеваний: Матер. Всерос. науч. конф. – М., 2002. – С. 208–209.

138. Попов Н.В. Современное состояние и основные задачи неспецифической профилактики в природных очагах чумы Российской

Федерации/ Н.В. Попов, Е.В. Куклев, А.А. Слудский, А.А. Кузнецов, А.Н. Матросов, Т.В. Князева, М.М. Шило, В.В. Кутырев // Задачи современной дезинфектологии и пути их решения. – М., 2003. – Ч. II. – С. 72–74.

139. Попов Н.В. Современные аспекты прогнозирования эпизоотической активности природных очагов чумы России и стран СНГ/ Н.В. Попов, А.И. Удовиков, А.А. Кузнецов, А.Н. Матросов, С.А. Яковлев, А.Р. Гаджирезаева, В.Е. Безсмертный, В.В. Кутырев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2006. №1(91). – С.24-27.

140. Попов Н.В. Современные аспекты стратегии и тактики мониторинга природных очагов чумы РФ/ Н.В. Попов, Л.А. Калошина, Е.В. Куклев, Г.А. Корнеев, А.А. Кузнецов, А.Н. Матросов, Т.В. Князева, Н.М. Ермаков, В.Б.-Х. Санджиев, Т.А. Козлова, О.А. Колнобрицкая // РЭТ-инфо. – 2001. – Вып. 2. – С. 14–16.

141. Попов Н.В. Современные направления снижения уровня заболеваемости природно-очаговыми инфекционными болезнями на территории Российской Федерации/ Н.В. Попов, В.П. Топорков, В.А. Сафронов, А.А. Кузнецов, С.В. Рябов, Д.Н. Санджиев, В.В. Кутырев // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуал. Вопр. – 2013. – №5. – С.15-17.

142. Попов Н.В. Сочетанные природные очаги бактериальных, риккетсиозных и вирусных инфекционных болезней в регионе Северо-Западного Прикаспия/ Н.В. Попов, Е.В. Куклев, В.П. Топорков [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2010. – Вып.1(103). – С. 44-47.

143. Попов Н.В. Тенденция эпизоотической активности природных очагов чумы России и стран СНГ в начале XXI столетия/ Н.В. Попов, Е.В. Куклев, В.В. Кутырев // Эпидемиология и профилактика инфекционных болезней. – 2006. – № 2. – С. 7-10.

144. Попов Н.В. Формирование современных представлений о механизме энзоотии чумы/ Н.В. Попов, Е.И. Кошель, Г.А. Ерошенко, В.В. Кутырев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2011. – №3(109). – С.5-8.

145. Попов Н.В. Цикличность эпизоотий чумы в регионе Северного и Северо-Западного Прикаспия и факторы её определяющие/ Н.В. Попов, А.К. Рогаткин, Т.А. Козлова, И.Н. Букаева. – Астрахань, 1999. – 111 с.

146. Попов Н.В. Эпидемиологическая и эпизоотическая обстановка по чуме в Российской Федерации и прогноз ее развития на 2020-2025 гг./ Н.В. Попов, Г.А. Еровшенко, И.Г. Карнаухов, А.А. Кузнецов, А.Н. Матросов, А.В. Иванова, А.М. Поршаков, М.Н. Ляпин, В.М. Корзун, Д.Б. Вержуцкий, Т.З. Аязбаев, А.А. Лопатин, У.М. Ашибоков, С.В. Балахонов, А.Н. Куличенко, В.В. Кутырев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2020 – № 1– С. 43-50.

147. Попов Н.В. Эпизоотическая активность природных очагов чумы Российской Федерации в 2012 г. и прогноз на 2013 г./ Н.В. Попов, В.Е. Безсмертный, В.П. Топорков, А.А. Кузнецов, А.Н. Матросов, Т.В. Куязева, В.П. Попов, Д.Б. Вержуцкий, В.М. Корзун, Е.В. Чипанин, В.М. Дубянский, О.В. Малецкая, М.П. Григорьев, С.В. Балахонов, А.Н. Куличенко, В.В. Кутырев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2013; 1:5-10.

148. Попов Н.В. Эпизоотическая активность природных очагов чумы Российской Федерации в 2013 г. и прогноз на 2014 г./ Н.В. Попов, В.Е. Безсмертный, В.П. Топорков, А.Н. Матросов, Т.В. Куязева, А.А. Кузнецов, В.П. Попов, Д.Б. Вержуцкий, В.М. Корзун, Е.В. Чипанин, В.М. Дубянский, О.В. Малецкая, М.П. Григорьев, С.В. Балахонов, А.Н. Куличенко, В.В. Кутырев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2014 – № 2:13–18.

149. Попов Н.В. Эпизоотологические последствия современного потепления климата в природных очагах чумы России и стран СНГ/ Н.В. Попов, Е.В. Куклев, А.А. Слудский [и др.] // Противочумные учреждения России и их роль в обеспечении эпидемиологического благополучия населения страны: матер. конф. – М, 2004. – С. 27-31.

150. Попова А.Ю. Вспышка легочной чумы на о. Мадагаскар в 2017 г./ А.Ю. Попова, В.В. Кутырев, С.А. Щербакова, Е.Б. Ежлова, Ю.В. Демина, Н.Д. Пакскина, В.П. Топорков, Н.В. Попов, Я.В. Сизова, Г.А. Ерошенко, С.А. Бугоркова, Т.Н. Щуковская, И.Г. Карнаухов, Н.А. Осина, А.М. Поршаков, И.Н.

Шарова, С.К. Удовиченко, А.В. Иванова // Проблемы особо опасных инфекций. – 2017. – №4 – С.5-14.

151. Попова А.Ю. Кадастр эпидемических и эпизоотических проявлений чумы на территории Российской Федерации и стран ближнего зарубежья (с 1876 по 2016 год) / А.Ю. Попова, В.Ю. Смоленский, Е.Б. Ежлова [и др.] / под ред. В. В. Кутырева, А. Ю. Поповой. – Саратов, ООО "Амирит", 2016 – с. 248.

152. Попова А.Ю. Координация мероприятий противочумных учреждений Роспотребнадзора по оздоровлению Горно-Алтайского высокогорного природного очага чумы в 2016 г./ А.Ю. Попова, В.В. Кутырев, Е.Б. Ежлова, Ю.В. Демина, Н.Д. Пакскина, Л.В. Щучинов, С.В. Балахонов, С.А. Косилко, В.И. Дубровина, Е.П. Михайлов, А.И. Мищенко, С.А. Бугоркова, Г.А. Ерошенко, Я.М. Краснов, С.А. Щербакова, В.П. Топорков, Н.В. Попов, А.А. Слудский, А.С. Раздорский, А.А. Лопатин, А.Н. Матросов, А.М. Поршаков // Проблемы особо опасных инфекций. – 2016. – № 4. – С. 5–18.

153. Попова А.Ю. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения в странах ШОС в условиях современных вызовов и угроз/ А.Ю. Попова, В.Ю. Смоленский, Е.Б. Ежлова // Материалы международной научно-практической конференции г. Сочи 25-26 мая 2015 года. Перспективы сотрудничества государств – членов Шанхайской организации сотрудничества в противодействии угрозе инфекционных болезней. – Москва, 2015. – С.12- 16.

154. Попова А.Ю. Перспективы сотрудничества стран БРИКС в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и их реализации в современных условиях/ А.Ю. Попова, В.Ю. Смоленский, Е.Б. Ежлова, В.В. Кутырев, И.Г. Карнаузов, В.П. Топорков, С.А. Щербакова // Материалы международной конференции (23-24 июня 2015 г. Москва). Общие угрозы – совместные действия. Ответ государств БРИКС на вызовы опасных инфекционных болезней. – Москва, 2015. – С.9-14.

155. Попова А.Ю. Эффективность Международных медико-санитарных правил при предупреждении и контроле чрезвычайных ситуаций санитарно-эпидемиологического и биологического характера/ А.Ю. Попова, В.П. Топорков,

В.Ю. Смоленский, Н.Д. Пакскина, С.К. Удовиченко, И.Г. Карнаухов, А.Е. Шиянова, С.А. Щербакова, В.В. Кутырев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2017. – Вып. 2. – С. 5–8

156. Природные очаги чумы Кавказа, Прикаспия, Средней Азии и Сибири/ Под редакцией Г.Г. Онищенко, В.В. Кутырева. – М.: Медицина, 2004. – 192 с.

157. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях/ Ю.Г. Пузаченко. – М.: «Академия», 2004. – 416 с.

158. Равдоникас И.О. Монгун-Тайгинский мезоочаг Тувинского природного очага чумы: автореф. дисс. ...канд. мед. наук: 14.00.30/ Игорь Олегович Равдоникас – Саратов, 1985. – 16 с.

159. Ралль Ю.М. Грызуны и природные очаги чумы/ Ю.М. Ралль. – М.: Медицина, 1960. – 223 с.

160. Ралль Ю.М. Очаговость чумы на грызунах в свете эколого-географических представлений/ Ю.М. Ралль // Зоол. журн. – 1944. – Т. 23. – Вып. 5. – С. 258-266.

161. Ралль Ю.М. Природная очаговость и эпизоотология чумы / Ю.М. Ралль. – М.: Медицина, 1965 – 230 с.

162. Ротшильд Е.В. Прогнозирование очагов зоонозов по факторам среды/ Е.В. Ротшильд, С.А. Куролап. – М.: Наука, 1992. – 184 с.

163. Ротшильд Е.В. Пространственная структура природного очага чумы и методы ее изучения/ Е.В. Ротшильд. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. – 192 с.

164. Рубенштейн Е.С. Современное изменение климата/ Е.С. Рубенштейн, Л.Г. Полозова. – Л., Гидрометеиздат, 1966. – 268 с.

165. Руденчик Ю.В. Организация на ЭВМ банка данных о численности и размещении животных/ Ю.В. Руденчик, К.Н. Лобанов, О.Е. Яковенко // Всес. совещ. пробл. кадастра и учета животн. Мира. – М., 1986. – Ч. I – С. 73-74.

166. Сангаджиева Г.В. Сочетанные природные очаги чумы, туляремии и крымской геморрагической лихорадки на территории Республики Калмыкия. автореф. дисс. ...канд. биол. наук: 14.00.30/ Сангаджиева Гиляна Владимировна –

Саратов, 2009. – 22 с.

167. Сапожников В.И. Эпидемический потенциал чумы в Балхаш-Алакольской впадине/ В.И. Сапожников, А.В. Безверхний, Г.Г. Ковалева, Е.Ш. Копбаев. – Алматы, 2011.

168. Сафронов В.А. Географическая информационная система для эпидемиологического надзора за природно-очаговыми инфекционными болезнями в сочетанных очагах на территории Астраханской области/ В.А. Сафронов, А.С. Раздорский, С.Ю. Скаленко, А.А. Лопатин, А.И. Ковтунов, Н.В. Пискунова, А.И. Кологоров, Е.В. Куклев, В.П. Топорков // Проблемы особо опасных инфекций. – 2010. – № 3(105). – С. 35-38.

169. Сержан О.С. Экологический прогноз эпидемической активности природных очагов чумы в начале XXI века/ О.С. Сержан, А.М. Айкимбаев, Л.Ю. Лухнова // Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане. – Алматы, 2000. – Вып.2. – С. 194-196.

170. Смоленский В.Ю. О рисках возникновения чрезвычайных ситуаций в области биологической безопасности международного значения и их предикторах/ В.Ю. Смоленский, С.К. Удовиченко, П.П. Топорков, В.В. Кутырев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2017. – Вып.3. – С. 5-11

171. Солдаткин И.С. Содержание, объем и возможность использования банка унифицированных данных при институте «Микроб» для составления кадастра животного мира СССР/ И.С. Солдаткин, Ю.В. Руденчик // Всесоюзное Собрание по проблемам кадастра и учета животного мира. – М., 1986. – Ч. I. – С. 74-76.

172. Сувернева Э.А. Новые данные о распространении блох *Xenopsylla conformis* на территории Северо-Западного Прикаспия/ Э.А. Сувернева, Н.И. Тихомирова, Э.Л. Тихомиров // Природная очаговость, микробиология и профилактика зоонозов. – Саратов, 1989. – С. 139-143.

173. Сувернева Э.А. Распространение песчанок и их блох на территории Северо-Западного Прикаспия в 1970-1988 гг./ Э.А. Сувернева, Э.Л. Тихомиров,

Н.И. Тихомирова // Эпизоотология и профилактика особо опасных инф. в антропогенных ландшафтах. – Саратов.1990. – С. 74-80.

174. Супотницкий М.В. Очерки истории чумы/ М.В. Супотницкий, Н.С. Супотницкая. – М.: Изд-во «Вузовская книга». – 2006. – Т. 1. – 467 с. – Т. 2. – 695 с.

175. Тинкер И.С. Эпизоотология чумы на сусликах. Ростов-на-Дону/ И.С. Тинкер. – 1940. – 97 с.

176. Топорков В.П. Динамика заболеваемости чумой в мире с 1984 по 2007 год/ В.П. Топорков, Л.Н. Величко, А.Е. Шиянова, О.В. Кедрова // Проблемы особо опасных инфекций. – 2008. – № 3(97). – С. 22-25.

177. Топорков В.П. Эколого-эпизоотологический мониторинг за предикторами экстремальных эпидемических ситуаций в природно-очаговом по чуме регионе Северо-Западного Прикаспия/ В.П. Топорков, А.В. Подсвилов, К.Б. Яшкулов. – Элиста, 1999. – 125 с.

178. Трифонова Т.А. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях/ Т.А. Трифонова, Н.В. Мищенко, А.Н. Краснощеков. – М.: Академический Проект, 2005. – 352 с.

179. Удовиков А.И. Биogeоценотические особенности проявлений энзоотии чумы: автореф. дисс. ...канд. биол. наук: 14.00.30/ Удовиков Анатолий Иванович – Саратов, 1993. – 24 с.

180. Удовиков А.И. Динамика эпизоотической активности природных очагов чумы европейского Юго-Востока России: Прогноз на начало ЧЧШ столетия: автореф. дисс. ...докт. биол. наук: 14.00.30/ Удовиков Анатолий Иванович – Саратов, 2010. – 46 с.

181. Федоров В.Н. Современное распространение чумы в зарубежных странах/ В.Н. Федоров, В.П. Козакевич // Природная очаговость и эпидемиология особо опасных инфекционных заболеваний – Саратов, 1959. – С.18-39.

182. Фенюк Б.К. Экологические факторы очаговости и эпизоотологии чумы грызунов. 1. Эндемия чумы как экологическая проблема/ Б.К. Фенюк // Вестник микробиологии, эпидемиологии и паразитологии: Сборник настоящих

трудов, посвященный 25-летию юбилею ин-та «Микроб». – Саратов, 1944. – С. 40-48.

183. Фенюк Б.К. Экологические факторы очаговости чумы/ Б.К. Фенюк // Собрание по паразитарным проблемам. Тезисы доклада – М.-Л., 1939. – С. 19-23.

184. Фенюк Б.К. Экологические факторы очаговости чумы грызунов. 2. Значение второстепенных носителей чумы/ Б.К. Фенюк // Тр. Научн. конф., посв. 25-летию юбилею ин-та «Микроб». – Саратов, 1948. – С.37-50.

185. Хайтович А.Б. Перспективы использования ГИС-технологий в изучении карантинных и других особо опасных инфекций/ А.Б. Хайтович, Л.С. Кирьякова, А.И. Дулицкий [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2002. - № (84). – С. 174–178.

186. Цэрэнноров Д. Современная ситуация по чуме в Монголии (2004–2013)/ Д. Цэрэнноров, Д. Отгонбаяр, Д. Ганболд, Ц. Ганхуяг, М. Нямсүрэн // Матер. юбил. междун. научно-практ. конф.Уральской противочумной станции 1914–2014. – Уральск, 2014; 265–67.

187. Черкасский Б.Л. Методологические принципы разработки базы данных «Кадастр стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов Российской Федерации»/ Б.Л. Черкасский, В.А. Ведерников, В.А. Гаврилов [и др.] // Фундаментальные и прикладные проблемы биотехнологии. – Нижний Новгород. – 2001. – С. 127-128.

188. Чижевский А.Л. Эпидемиологические катастрофы и периодическая деятельность Солнца/ А.Л. Чижевский // М., 1930. – 146.

189. Чиркова Э.Н. Спектр многолетних ритмов чисел Вольфа с 1749 года и прогноз динамики солнечной активности в XXI веке/ Э.Н. Чиркова, В.В. Немов // Сознание и физическая реальность. – 1997. – Том 2. – № 4. – С. 64-69.

190. Шандала М.Г. Актуальные вопросы общей дезинфектологии. Избранные лекции/ М.Г. Шандала. – М.: ОАО Медицина, 2009. – 112 с.

191. Шестоपालов Н.В. Задачи дезинфекции, дезинсекции и дератизации в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия человека/ Н.В. Шестоपालов // Дезинфекционное дело. – 2004. – № 4. – С. 20-24.
192. Щелканов М.Ю. Роль эколого-вирусологического районирования в прогнозировании влияния климатических изменений на ареалы арбовирусов/ М.Ю. Щелканов, В.Л. Громашевский, Д.К. Львов // Вестник Российской АМН. – М. Медицина – 2006. – №2. – С.22-25.
193. Шилов Н.А. Взаимосвязь колебаний уровня Каспийского моря с напряжениями в земной коре/ Н.А. Шилов, М.И. Кривошей // Вестн. АН СССР. – 1989. – №6. – С.83-90.
194. Яковлев С.А. Оценка влияния ирригации и орошения на изменение западной границы ареала тамарисковой песчанки *Meriones tamariscinus* Pallas, 1773 (Rodentia, Cricetidae) на территории Республики Калмыкии/ С.А. Яковлев, Г.В. Сангаджиева, А.И. Удовиков, В.Б.-Х. Санджиев, В.П. Осипов, В.В. Диканская, Н.В. Попов // Проблемы особо опасных инфекций. – Саратов, 2008. – Вып. 3(97). – С. 31-35.
195. Alderson, J. Factors influencing the re-emergence of plague in Madagascar/ J. Alderson, M. Quastel, E. Wilson, D. Bellamy // Emerg Top Life Sci. – 2020. – 4(4):411-421. doi:10.1042/ETLS20200334.
196. Altizer, S. Climate change and infectious diseases: from evidence to a predictive framework / S. Altizer, R.S. Ostfeld, P.T. Johnson, S. Kutz, C.D. Harvell // Science. – 2013 Aug 2;341(6145):514-9. – doi: 10.1126/science.1239401. PMID: 23908230.
197. Ben Ari, T. Plague and Climate: Scales Matter / T. Ben Ari, S. Neerinckx, K.L. Gage, K. Kreppel, A. Laudisoit, H. Leirs [et al.] // PLoS Pathog 7(9): e1002160. – 2011. – <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1002160>
198. Berger, S. Infectious Diseases in China. Plague. / S. Berger // Gideon Informatics. – 2017. – P. 521.
199. Bertherat, E. Plague around the world, 2010-2015/ E. Bertherat // Weekly epidemiological record. – 2016. – vol. 91, (8). – P.89-104.

200. Bertherat, E. Plague around the world in 2019/ E. Bertherat // Weekly epidemiological record - No 25. – 2019. – vol. 94. – P. 289-292.
201. Bevins, S.N. Wild felids as hosts for human plague, Western United States/ S.N. Bevins, J.A. Tracey, S.P. Franklin, V.L. Schmit, M.L. MacMillan, K.L. Gage, M.E. Schriefer, K.A. Logan, L.L. Sweanor, M.W. Alldredge, C. Krumm, W.M. Boyce, W. Vickers, S.P. Riley, L.M. Lyren, E.E. Boydston, R.N. Fisher, M.E. Roelke, M. Salman, K.R. Crooks, S. VandeWoude // Emerg. Infect. Dis. – 2009. – 15(12):2021–4. – DOI: 10.3201/eid1512.090526.
202. Butler, T. Plague into the 21st century/ T. Butler // Clin Infect Dis. – 2009. – 49:736–42 10.1086/604718 – DOI.
203. Cavanaugh, D.C. Some observations on the Current Plague Outbreak in the Republic of Vietnam/ D.C. Cavanaugh, H.G. Dangerfield, D.H. Hunter, J.T. Joy, J.D. Marshall, D.V. Quy, F.E. Winter // Amer. J. Pub. Helth. – 1968a. – V.58. – №4. – P. 742-752.
204. Cavanaugh, D.C. The influence of climate on the seasonal prevalence of plague in the Republic of Vietnam/ D.C. Cavanaugh, J.D. Marshall // J. Wildlife Dis. – 1972. – V.8. – №1. – P. 85-94.
205. Conrad, F.D. A recent epidemic of plague in Vietnam/ F.D. Conrad, F.R. Le Cocq, R.F. Krain // Arch. intern. Med. – 1968. – V. 122. – №3. – P. 193-198.
206. Datta, K.K. Plague. Epidemiology, prevention and control/ K.K. Datta // Delhi, National Institute of Communicable Diseases. – 1994. – 32.
207. Davis, D.H.S.J. Ecological studies in Southern Africa, Hague/ D.H.S.J. Davis. – 1964. – Chapter XXII. – P. 301-314.
208. Gage, K. L. Cases of cat-associated human plague in the Western US, 1977-1998/ K.L. Gage, D.T. Dennis, K.A. Orloski, P. Ettestad, T.L. Brown, P.J. Reynolds, W.J. Pape, C.L. Fritz, L.G. Carter, J.D. Stein // Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America. – 2000. – 30(6), 893–900. – DOI:10.1086/313804.
209. Gubler, D.J. Climate variability and change in the United States: potential impacts on vector- and rodent-borne diseases/ D.J. Gubler, P. Reiter, K.L. Ebi, W. Yap,

R. Nasci, J.A. Patz // Environ Health Perspect. – 2001 May. – 109 Suppl 2(Suppl 2):223-33. – doi: 10.1289/ehp.109-1240669. PMID: 11359689; PMCID: PMC1240669.

210. Hadaz, L. Relationships between variation of sunspot activity, climatic and environmental conditions and incidence of some infectious diseases/ L. Hadaz, D.R. Paldy. – Geogr. Med., 1982. – N12. – P. 121-144.

211. Human plague: review of regional morbidity and mortality, 2004–2009 // Weekly epidemiological record - 5 February 2010 - vol. 85, 6 – P. 37–48.

212. Human plague: review of regional morbidity and mortality, 2004-2009 // Wkly Epidem. Rec. – 2010. – Vol. 85, № 6. – P. 40-45.

213. Jarret, C.O. Transmission of *Yersinia pestis* from an infections biofilm in the flea vector/ C.O. Jarret, E. Deak, K.E. Ishewood, P.C. Oyston, E.R. Fischer, A.R. Whitney, S.D. Kobayashi, F.R. DeLeo, B.I. Hinnebusch // J.Infect. Dis. – 2004. – Vol.190. – P. 783–792.

214. Kiersten, J. Epidemiology of Human Plague in the United States, 1900–2012/ J. Kiersten, J. Kugeler, Staples Erin, F. Hinckley Alison, L. Gage Kenneth, S. Mead Paul // Emerging Infectious Diseases. – 2015. – Vol. 21 – No. 1 – P. 16-22.

215. Kugeler, K.J. Epidemiology of human plague in the United States, 1900–2012/ K.J. Kugeler, J.E. Staples, A.F. Hinckley, K.L. Gage, P.S. Mead // Emerg. Infect. Dis. 2015. – 21. – P. 16-22.

216. Kutyrev, V.V. Phylogeny and classification of *Yersinia pestis* through the lens of strains from the plague foci of Commonwealth of Independent States/ V.V. Kutyrev, G.A. Eroshenko, V.L. Motin, N.Y. Nosov // Front. Microbiol. – 2018. – Vol. 9. – P. 1106.

217. Mahmoudi, A. Plague reservoir species throughout the world/ A. Mahmoudi, B. Kryštufek, A. Sludsky, B.V. Schmid, A. D.E. Almeida, X. Lei, B. Ramasindrazana, E. Bertherat, A. Yeszhanov, N.C. Stenseth, E. Mostafavi // Integrative zoology – 2020. – 10.1111/1749- 4877.12511.

218. Moll, A.A. Plague in Americas: an historical and quasi-epidemiological survey/ A.A. Mol, Sh. OLeary // IY. Brazil. Bol.ofic. San.Panam. – 1940. – V.19. – №11. – P.1081-1097.

219. Ogden, N.H. Climate change and the potential for range expansion of the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* in Canada/ N.H. Ogden, A. Maarouf // *International Journal for Parasitology*. – 2006. – V.36. – №1.
220. Pengfei, Ge Primary case of human pneumonic plague occurring in a Himalayan marmot natural focus area Gansu Province, China/ Ge Pengfei, Xi Jinxiao, Ding Jun, Jin Fachang, Zhang Hong, Guo Limin, Zhang Jie, Li Junlin, Gan Zhiqiang, Wu Bin, Liang Junrong, Wang Xin // *International journal of infectious diseases* – 2015. – V.33. – P.67-70.
221. Plague, bubonic – Libya: (BN). – Archive Number 20110531.1669.
222. Plague Manual: Epidemiologic, Distribution, Surveillance and Control. WHO/CD/CSR/EDC/99.2. – 1999. – 134 p.
223. Plague, pneumonic – China: (Tibet Autonomous Region). – Archive Number 20100926.3490.
224. Plague – South America: Bolivia, Peru, PAHO report. – Archive Number 20100826.3026.
225. Pollitzer, R. Plague/ R. Pollitzer. – Geneva, WHO. – 1954. – 698 p.
226. Popova, A.Yu. Factors Contributing to High Frequency of Epidemic Manifestations of Plague on Madagascar/ A.Yu. Popova, S.A. Shcherbakova, Ya.V. Sizova, N.V. Popov, G.A. Eroshenko, S.A. Bugorkova, V.P. Toporkov, V.V. Kutyrev // *Infect. Dis. Transl. Med.* – 2018. – 4(1) – P. 7-13.
227. Reihm, J.M. *Yersinia pestis* Lineages in Mongolia/ J.M. Reihm, G. Vergnaud, D. Kiefer, D. Tserennorov, D. Otgonbaatar, K. Tungalag, L. Zoller, R. Wolfel, P. Le Fleche, H.C. Scholz // *PloS One*. – 2012. – 7(2):e30624. – DOI: 10.1371/journal.pone.0030624.
228. Runfola, J.K. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Outbreak of Human Pneumonic Plague with Dog-to-Human and Possible Human-to-Human Transmission – Colorado, June–July 2014./ J.K. Runfola, J. House, L. Miller, L. Colton, D. Hite, A. Hawley, P. Mead, M. Schriefer, J. Petersen, C. Casaceli, K.M. Erlandson, C. Foster, K.L. Pabilonia, G. Mason, J.M. Douglas Jr // *MMWR Morb. Mortal. Wkly Rep.* – 2015. – 64(16):429. – P. 34.

229. Styer, K.L. *Yersinia pestis* kills *Caenorhabditis elegans* by a biofilm-independent process that involves novel virulence factors/ K.L. Styer, G.W. Hopkins, S.S. Batra, G.V. Plano, R. Frothingham, A. Aballay // EMBO report. – 2005. – Vol.6. – №10. – P.992–997.

230. Tan, J. The Atlas of Plague and Its Environment in the People`s Republic of China/ J. Tan, Y. Liu, E. Shen, W. Zhu, W. Wang, R. Li, L. Yang. – Huan Jing Ke Xue. – 2002. – 23(3):1–8. PMID: 12145922.

231. Vallès, X. Human plague: An old scourge that needs new answers/ X. Vallès, N.C. Stenseth, C. Demeure, P. Horby, P.S. Mead, O. Cabanillas, M. Ratsitorahina, M. Rajerison, V. Andrianaivoarimanana, B. Ramasindrazana, J. Pizarro-Cerda, H.C. Scholz, R. Girod, B.J. Hinnebusch, I. Vigan-Womas, A. Fontanet, D.M. Wagner, S. Telfer, Y. Yazdanpanah, P. Tortosa, G. Carrara, J. Deuve, S.R. Belmain, E. D'Ortenzio, L. Baril // PLoS Negl Trop Dis. – 2020 Aug 27. – 14(8):e0008251. doi: 10.1371/journal.pntd.0008251. – eCollection 2020 Aug. PMID: 32853251.

232. Velimirovich, B. Plaque in South-East Asia. A brief historical summary and present geographical distribution/ B. Velimirovich // Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg. – 1972. – V.66. – № 3. – P. 479-504.

233. Wang, S.B. The geographical distribution and main ecological characteristics of plague natural foci in the Middle Asia Russian Sibiria and Mongolia/ S.B. Wang, Y.Z. Sun // Endem. Dis.Bull. – 1999. – V.14. – P. 83-88.

234. Xu, L. Nonlinear effect of climate on plague during the third pandemic in China/ L. Xu, Q. Liu, L.C. Stige [et al.] // Proc Natl Acad Sci USA. – 2011. – 108(25):10214-10219. – doi:10.1073/pnas.1019486108.

235. Xu, L. The trophic responses of two different rodent-vector-plague systems to climate change/ L. Xu, B.V. Schmid, J. Liu, X. Si, N.C. Stenseth, Z. Zhang // Proc. R. Soc. – 2015. – 282(1800):20141846.

236. Xu, L. Wet climate and transportation routes accelerate spread of human plague/ L. Xu, L.Chr. Stige, K.L. Kausrud, T.B. Ari, S. Wang, X. Fang, B.V. Schmid, Q. Liu, N.Chr. Stenseth, Z. Zhang // Proc. R. Soc. – 2014 – 281(1780):20133159.

237. Yang, R. *Yersinia pestis*: Retrospective and Perspective. *Advances in Experimental Medicine and Biology*/ R. Yang, A. Anisimov (eds.). – 2016, Springer. – 391 p.

238. Zeppelini, C.G. Zoonoses As Ecological Entities: A Case Review of Plague/ C.G. Zeppelini, A.M. de Almeida, P. Cordeiro-Estrela // *PLoS Negl Trop Dis.* – 2016. – 10(10):e0004949. – DOI: 10.1371/journal.pntd.0004949. – eCollection 2016 Oct. PMID: 27711205.