

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

Чумачкова Елена Арнольдовна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА
В ОЧАГАХ ГЛПС В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ
(НА ПРИМЕРЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

3.2.2 – эпидемиология

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

кандидат медицинских наук

Иванова Александра Васильевна

Саратов – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР. ОСНОВНЫЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ХАНТАВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ	15
1.1. Хантавирусные болезни: обзор эпидемиологических рисков в регионах мира	18
1.2. Эпидемиологическая ситуация по заболеваемости ГЛПС в мире	20
1.3. Эпидемиологическая ситуация по ГЛПС в Российской Федерации	22
1.4. Актуальность проблемы ГЛПС в Саратовской области	31
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	41
ГЛАВА 3. АНАЛИЗ ЭПИДЕМИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ ГЛПС В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ	48
3.1. Ретроспективный анализ заболеваемости ГЛПС в Саратовской области	48
3.2. Сравнительный анализ вспышек ГЛПС (1986, 2014, 2019 гг.)	62
3.3. Ведущие факторы, влияющие на интенсивность эпидемических проявлений ГЛПС (влияние биотических и абиотических факторов)	76
ГЛАВА 4. РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПО УРОВНЮ РИСКА ЗАРАЖЕНИЯ ГЛПС	86
4.1. Создание базы данных эпидемических проявлений ГЛПС	86
4.2. Районирование территории Саратовской области по уровню риска заражения ГЛПС	93
ГЛАВА 5. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТАКТИКИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ В ОЧАГАХ ГЛПС	102
5.1. Реализация научно обоснованного подхода с использованием возможностей ГИС при организации противоэпидемических мероприятий в очаге ГЛПС	105
5.2. Реализация научно обоснованного подхода с использованием возможностей ГИС при организации профилактических мероприятий в очагах ГЛПС	110

5.3. Оценка эффективности научно обоснованного подхода с использованием возможностей ГИС к планированию и проведению профилактических мероприятий по ГЛПС в Саратовской области	117
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	121
ВЫВОДЫ	127
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	130
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	132

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Широкое распространение хантавирусной инфекции с тенденцией к постоянному увеличению числа заболевших, является актуальной проблемой практического здравоохранения во всем мире. По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), ежегодно хантавирусными болезнями в мире болеет до 200 тыс. человек, у большинства из которых инфекция протекает в форме геморрагической лихорадки с почечным синдромом (ГЛПС) [Bull WHO, 1983; Vi Z. et al., 2008; Manigold T. et al., 2014; Иванова А.В., 2021].

В Российской Федерации ГЛПС занимает ведущее положение среди природно-очаговых зоонозных заболеваний вирусной природы (2023 г. – 70,5 %), с тенденцией увеличения числа заболевших в последнее десятилетие, представляя тем самым серьезную угрозу санитарно-эпидемиологическому благополучию населения страны [Ткаченко Е.А. и др., 2017; Савицкая Т.А. и др., 2020, 2021, 2023, 2024]. По данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), с 1978 по 2023 г. в стране зарегистрировано 297 172 случая заболеваний ГЛПС [Савицкая Т.А., 2024]. Летальность в разные годы колебалась в диапазоне 0,4–8,0 %. Заболеваемость на территории России регистрируют неравномерно. За весь период наблюдения 98,4 % случаев выявлено в 52 субъектах европейской части страны (среднегодовая заболеваемость – 6 случаев на 100 тыс. населения), 1,6 % – в 16 субъектах восточной части страны (0,4 на 100 тыс. населения). Наиболее активные эпидемические очаги ГЛПС расположены в Приволжском (ПФО) и Центральном (ЦФО) федеральных округах [Иванова А.В., 2017]. За последние 45 лет на один ПФО приходится 77,0 % от всех регистрируемых случаев, заболеваемость в округе в 3,9 раза выше, чем в среднем по Российской Федерации [Савицкая Т.А. и др., 2023]. Причем на фоне постоянно напряженной эпидемиологической обстановки по ГЛПС в отдельные годы наблюдаются существенные всплески заболеваемости. Например, вспышки ГЛПС регистрировались в Республике Башкортостан в 1997 г. (9 403 случая), 2009 г. (3 257) [Иванова А.В. и др., 2017] и 2022 г. (2 993); в Удмуртской Республике в 2015 г. (1 748); в Саратовской области в 1986 г. (2 349) [Коротков В.Б. и др., 1996] и 2019 г. (2 702) [Иванова А.В. и др., 2020].

Саратовская область, как и все субъекты ПФО, является эндемичной по ГЛПС и относится к территориям с высоким уровнем потенциальной эпидемической опасности заражения Puumala virus (*Orthohantavirus puumalaense*) [Савицкая Т.А. и др., 2020, 2021]. За период 1978–2023 гг. среднемноголетний показатель заболеваемости в области (9,73 на 100 тыс. населения) оказался ниже в 1,8 раза, чем в совокупности по субъектам ПФО, но выше в 2,1 раза в целом по стране. Эпидемиологическая обстановка по ГЛПС в субъекте характеризуется ежегодной заболеваемостью с нарастающей в последние годы тенденцией увеличения числа больных и периодически возникающими крупными вспышками (1986, 2014, 2019 гг.) [Добло А.Д., 2000; Кресова У.А., 2014; Чумачкова Е.А. и др., 2021].

Согласно официальной статистике, экономические потери от заболеваемости ГЛПС в Российской Федерации достигают миллиардов рублей¹. Помимо затрат федерального бюджета, связанных с лечением и реабилитацией больных, расходы включают социальные выплаты (пособие по временной нетрудоспособности, пособие по инвалидности в результате болезни), финансирование профилактических и противоэпидемических мероприятий, что многократно увеличивает экономический ущерб [Брико Н.И. и др., 2019; Иванова А.В. и др., 2023]. Широкое территориальное распространение инфекции в России, в сочетании с высокими показателями заболеваемости с преимущественным поражением населения в наиболее трудоспособном возрасте (75 % случаев среди лиц в возрасте от 20 до 50 лет) [Ткаченко Е.А. и др., 2013], значительная доля тяжелых форм клинического течения болезни (до 25 % в зависимости от вида возбудителя) [Малеев В.В. и др., 2021], с продолжительным лечением и последующей реабилитацией (до 1 года; в осложненных случаях с острым повреждением почек тяжелой степени восстановительный период может продолжаться до 3 лет) [Еникеева З.М. и др., 2013; Бородина Ж.И. и др., 2019] и отсутствие специфических средств лечения, безусловно, свидетельствуют о необходимости совершенствования эпидемиологического надзора в очагах ГЛПС. В Российской Федерации эпидемиологический надзор за ГЛПС основывается на принципах заблаговременной неспецифической профилактики и базируется на данных эпизоотологического мониторинга, проводимого на всех очаговых территориях страны [Онищенко Г.Г. и др.,

¹ URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=25076.

2013; СанПиН 3.3686-21]. Несмотря на внушительные объемы дератизационных работ в эндемичных регионах страны (за 2023 г. дератизацией охвачено 180 тыс. га очаговых территорий), эпизоотическая и эпидемическая напряженность ГЛПС сохраняется.

В Саратовской области на протяжении ряда лет профилактические работы в очагах ГЛПС, выполняемые в рамках Комплексного плана «О мерах по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия в Саратовской области на 2016–2020 годы» [Постановление Правительства Саратовской области от 28.07.2016 № 391-П], были организованы без учета разной активности очаговых территорий, что впоследствии привело к возникновению самой масштабной за весь период наблюдения за ГЛПС в субъекте вспышке болезни [Иванова А.В. и др., 2020].

В связи с тем, что меры специфической профилактики ГЛПС до настоящего времени не разработаны, ведущее место занимают мероприятия неспецифической профилактики заболевания населения, наиболее эффективным из которых остается родентицидная обработка в очагах. Существующие на сегодняшний день методики оздоровления очагов нуждаются в совершенствовании тактики планирования и проведения профилактических (противоэпидемических) мероприятий, в первую очередь организации эпизоотологического мониторинга, включив в него все потенциально энзоотичные по ГЛПС территории; требуется пересмотр подходов к оздоровлению очагов ГЛПС с использованием возможностей современных технологий, в том числе геоинформационных [Иванова А.В. и др., 2023].

Степень разработанности темы исследования. Научное изучение проблемы ГЛПС на территории Саратовской области, начатое отечественными учеными в 80-х гг. прошлого столетия, всегда преследовало основную цель – снижение уровня заболеваемости ГЛПС. По мере накопления данных о распространенности природных резервуаров инфекции на конкретных территориях, их эпидемиологической значимости, влияния биотических и абиотических факторов на эпизоотический процесс, крайне важным аспектом повышения эффективности эпидемиологического надзора за ГЛПС оставался вопрос неспецифической профилактики болезни в природных очагах [Мочалкин П.А. и др., 2018]. Дифференциация территории по эпидемической опасности заражения ГЛПС легла в основу стратегии организации и проведения дератизационных мероприятий. Так, один из первых вариантов дифференцированного подхода к анализу

территории риска рассмотрен еще в 1986 г., когда был предложен расчет показателя эпидемических проявлений, отражающий степень опасности для человека какого-либо участка территории с определенной продолжительностью непрерывной его «эпидемичности» в сутках и числом людей, заразившихся в этот период [Потемина Л.П., 1992]. Количественную характеристику и взаимосвязь основных факторов, определяющих динамику активности очагов ГЛПС, с подсчетом эпизоотического потенциала очаговой по ГЛПС территории (далее – ЭПО) предложил М.А. Тарасов [Коротков В.Б. и др., 1996; Тарасов М.А., 2012], показавший, что уровень ЭПО значительно отличался на различных территориях области и колебался в зависимости от сезона года. В 2000-х гг. для сравнительной оценки состояния природных очагов ГЛПС в различных ландшафтных районах энзоотичных по ГЛПС территорий Саратовской области предложены индекс эпизоотической активности очага [Добло А.Д., 2000] и показатель эпидемической опасности территории [Попов Н.В., 2013]. Рядом исследователей для районирования территории области выбраны критерии ландшафтно-географических условий, с определением особенностей территориального распределения конкретных населенных пунктов, влияющие на заболеваемость ГЛПС [Кресова У.А., 2014].

Несмотря на широкое изучение проблемы ГЛПС, сохраняющиеся до настоящего времени риски осложнения эпидемиологической обстановки по ГЛПС свидетельствуют об острой необходимости разработки дополнительных методов, направленных на повышение эффективности эпидемиологического надзора в природных очагах ГЛПС [Нафеев А.А., 2009].

Особое внимание следует уделить созданию передовых подходов к оценке территорий с учетом эпидемиологических рисков [Иванова А.В. и др., 2023]. Целесообразно в дальнейшем развивать использование научно обоснованных подходов к планированию, проведению, повышению эффективности неспецифической профилактики, в частности истребительных мероприятий в очагах ГЛПС с применением современных технологий, в том числе геоинформационных систем (ГИС) [Иванова А.В. и др., 2021], что позволит точно определять наиболее опасные в эпидемиологическом отношении территории и своевременно переориентировать алгоритм принятия оперативных управленческих решений по снижению эпидемической напряженности конкретных территорий.

Цель исследования. Совершенствование эпидемиологического надзора за ГЛПС за счет оптимизации методических подходов к организации неспецифических профилактических мероприятий с применением геоинформационного анализа (на примере Саратовской области).

Задачи исследования:

1. Оценить эпидемиологическую значимость очаговых по ГЛПС территорий Саратовской области на современном этапе (2010–2023 гг.).

2. Выполнить сравнительный анализ наиболее крупных вспышек (1986, 2014, 2019 гг.) и установить особенности эпидемических проявлений ГЛПС в годы резкого обострения эпидемиологической обстановки.

3. Установить и количественно охарактеризовать ведущие факторы, влияющие на интенсивность эпидемического процесса ГЛПС в Саратовской области.

4. Разработать базу персонифицированных данных по эпидемическим проявлениям ГЛПС на территории Саратовской области за период с 2010 по 2023 г.

5. Провести ранжирование территории Саратовской области по уровню риска заражения ГЛПС.

6. Разработать научно обоснованный методический подход к организации неспецифических профилактических мероприятий при осуществлении плановых и экстренных мер в очагах ГЛПС, основанный на использовании потенциала современных информационных технологий.

Научная новизна исследования. Научно обоснован методический подход к организации неспецифических профилактических мероприятий, ориентированный на выявление участков высокого риска заражения ГЛПС на основе применения ГИС-технологий.

Впервые разработана структура и создана база данных эпидемических проявлений ГЛПС на территории Саратовской области, содержащая более 10 тыс. информационных объектов эпидемиологического профиля, позволившая получить качественно новые пространственно-временные характеристики эпидемического процесса в природных очагах ГЛПС Саратовской области в 2010–2023 гг.

Разработан новый алгоритм оценки потенциальной эпидемической опасности территории, позволивший осуществить эпидемиологическое районирование энзоотичной по ГЛПС территории Саратовской области по уровню риска заражения населения. Установлено, что территории с высоким уровнем эпидемической значимости составляют 17,96 %, средним – 29,75 % и низким – 52,29 %. Доказано расширение границ энзоотичной по ГЛПС территории до 36 административных районов (ранее было известно о 30 районах), в том числе расположенных в ландшафтной зоне сухих степей.

Определен спектр факторов риска заражения ГЛПС на территории Саратовской области. Установлены особенности эпидемических проявлений ГЛПС, регистрируемые в годы резкого обострения эпидемиологической обстановки (1986, 2014, 2019 гг.). Выполнена количественная оценка влияния биотических и абиотических факторов на интенсивность эпидемического процесса. Резкие ухудшения эпидемиологической ситуации по ГЛПС вспышечного характера в области происходят при сочетании факторов: максимальной численности мелких млекопитающих (38,0 %), доминирования в отловах основного носителя – рыжей полевки (выше 44,0 %), высокой инфицированности мелких млекопитающих (выше 16,0 %), в том числе рыжей полевки (более 15,0 %).

Установлен комплекс прогностических предикторов обострения эпидемиологической ситуации в весенний сезон (погодные условия в зимний период, способствующие выживанию и подснежному размножению основного носителя ГЛПС: стабильно отрицательные значения среднемесячных температур воздуха; большое количество атмосферных осадков с декабря по февраль, высокий снежный покров) и осенний сезон (погодные условия в летний период, обеспечивающие хорошую кормовую базу основному носителю ГЛПС: умеренные средние температуры воздуха и обильные осадки в летний период).

Усовершенствована тактика дератизационных обработок в природных очагах ГЛПС. Научно обоснована эффективность перехода от тактики широкомасштабных грызуноистребительных мероприятий к точечным адресным обработкам конкретных территорий высокого риска инфицирования.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты исследования обеспечивают повышение эффективности эпидемиологического контроля за природными очагами ГЛПС, оперативность и обоснованность планирования объемов и содержания профилактических мероприятий на участках высокого риска инфицирования ГЛПС.

Предложенная методика оценки эпидемиологической значимости территории в отношении риска заражения ГЛПС, а также усовершенствованная стратегия заблаговременного проведения профилактических работ с использованием современных ГИС-технологий оптимизируют планирование профилактических (противоэпидемических) мероприятий. Научно обоснованные методические подходы показали свою эффективность на практике во время крупнейшей вспышки ГЛПС в Саратовской области 2019 г. Заблаговременное определение участков концентрации носителей хантавируса Пуумала с последующим проведением в их границах «точечной» полевой дератизации позволяет предупреждать дальнейшее обострение эпидемиологической ситуации, снижать риски заражения и сохранять низкий уровень заболеваемости ГЛПС на территории Саратовской области. Результаты исследований использованы при подготовке нормативно-методических документов федерального и регионального уровней, организационно-распорядительного документа регионального уровня:

– Методические рекомендации МР 3.5.3.0299-22 «Дератизационные мероприятия в зимний период в очагах геморрагической лихорадки с почечным синдромом (ГЛПС)» (утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 28.01.2021);

– Методические рекомендации МР «Дератизационные мероприятия в зимний период в очагах геморрагической лихорадки с почечным синдромом на территории Саратовской области» (утверждены Главным государственным санитарным врачом по Саратовской области информационно-методическим письмом исх. № 64-00-02/52-6242-2020 от 20.11.2020);

– Комплексный план профилактических и противоэпидемических мероприятий по предупреждению заболеваний геморрагической лихорадкой с почечным синдромом населения области на 2022–2027 годы (утвержден Вице-губернатором Председателем Правительства Саратовской области 25.05.2022).

Материалы диссертационной работы используются при чтении лекций на курсах профессиональной подготовки, повышения квалификации в ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора.

Методология и методы исследования. При проведении исследований применяли эпидемиологические, зоологические, математические, статистические, картографические методы. Основным методом исследования был эпидемиологический, с использованием возможностей современных географических информационных технологий. Анализ погодных условий осуществлялся с использованием архивных данных интернет-ресурсов «Специализированные массивы для климатических исследований». Для дифференциации территории по уровню риска инфицирования населения применяли сравнительно-географические и логико-эпидемиологические подходы.

Место выполнения работы и личный вклад соискателя. Диссертационная работа выполнена на базе Федерального казенного учреждения науки «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в 2021–2024 гг. в рамках плановой научной темы НИР 77-1-19 «Совершенствование методов прогнозирования и неспецифической профилактики природно-очаговых инфекционных болезней бактериальной, риккетсиозной и вирусной природы на территории Российской Федерации» (№ госрегистрации АААА-А19-119011090020-4). Соискатель принимала непосредственное участие в оперативной работе в очагах ГЛПС на территории Саратовской области, в 2019 г. – в работе группы специалистов Роспотребнадзора по расследованию вспышки ГЛПС в Саратовской области. С 2019 г. по настоящее время оказывает научно-методическую и практическую помощь по организации проведения противоэпидемических мероприятий в очагах ГЛПС.

Соискателем проанализированы материалы по эпидемическим проявлениям ГЛПС в Саратовской области с 1964 г. Собраны ретроспективные данные по ландшафтным и климатическим характеристикам, эпизоотологическим и эпидемиологическим проявлениям по каждому из районов Саратовской области. Соискатель приняла активное участие в разработке структуры электронной базы данных «Эпидемические проявления геморрагической лихорадки с почечным синдромом в Саратовской области», обработала и внесла более 10 000 объектов в базу данных за период 2010–2023 гг.

Личный вклад соискателя состоял в анализе библиографических материалов по исследуемой тематике, анализе и обобщении полученных результатов исследований, их внедрении в практику и оформлении для публикаций.

Положения, выносимые на защиту:

1. В 2010–2023 гг. наиболее напряженная эпидемиологическая ситуация по ГЛПС (показатели заболеваемости – от 4,02 до 113,83 на 100 тыс. населения) имела место на территории 20 административных районов (из 39), занимающих 47 % общей площади области.

2. Особенности эпидемического процесса в годы резкого обострения эпидемиологической обстановки по ГЛПС в Саратовской области (1986, 2014, 2019 гг.) являются: смещение сезонности заболеваемости с устоявшейся осенне-зимней на летне-осеннюю; доминирование лесного и садово-огородного типов заражения; преобладание в структуре заболевших городского населения; расширение нозоареала ГЛПС.

3. Прогностическими критериями осложнения эпидемиологической ситуации по ГЛПС на территории Саратовской области является комплексное влияние группы факторов: показатель численности мелких млекопитающих более 38,0 %, индекс доминирования основного носителя *Psittacula vitoria* – рыжей полевки более 44,0 % и показатель инфицированности мелких млекопитающих выше 16,0 %, в том числе рыжей полевки более 15,0 %. На сезонность эпидемических проявлений существенное влияние оказывают абиотические факторы (значения температуры воздуха, количество осадков в зимний и летний сезоны, высота снежного покрова – зимой).

4. База персонифицированных данных эпидемических проявлений ГЛПС в Саратовской области, содержащая информацию более чем 10 тыс. значений показателей, характеризующих эпидемический процесс, многолетнюю и сезонную динамику заболеваемости, ее возрастную, гендерную, профессиональную структуру, служит основой определения контингентов, территорий и времени эпидемиологического риска.

5. Эпидемиологическое районирование территории Саратовской области по риску заражения ГЛПС позволило выделить районы с различным уровнем риска инфицирования (высокий – 9 районов, средний – 11, низкий – 19), что служит основой для дифференцированного подхода к организации противоэпидемических (профилактических) мероприятий.

6. Научно обоснованный методический подход, ориентированный на выявление территорий высокого риска инфицирования с применением ГИС-технологий, повышает эффективность планирования и оперативность проведения неспецифических профилактических мероприятий в природных очагах ГЛПС, позволяет усилить контроль

за участками высокого риска инфицирования за счет направленного применения современных дезинфектологических технологий с целью снижения их потенциальной эпидемической опасности.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных результатов подтверждается результатами статистической обработки большого массива количественных показателей: данные по заболеваемости ГЛПС за 44 года (1980–2023 гг.) и эпизоотологического мониторинга за 14 лет (2010–2023 гг.). Достоверность полученных результатов основана на использовании современных информационно-аналитических, статистических методов и применении платформы автоматизированной географической информационной системы «Аксиома» (версия 6.1).

Материалы диссертационных исследований представлены:

– на XIII Ежегодном Всероссийском Конгрессе по инфекционным болезням имени академика В.И. Покровского «Инфекционные болезни в современном мире: эволюция, текущие и будущие угрозы» (24–26 мая 2021 г., г. Москва);

– Международной научно-практической конференции «Инфекционные заболевания с нарушениями свертывания крови: вирусные геморрагические лихорадки, генерализованные бактериозы, COVID-19» (30 июля 2021 г., Республика Казахстан);

– Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию академика И.Н. Блохиной, «Эпидемиологический надзор за актуальными инфекциями: новые угрозы и вызовы» (2021 г., г. Нижний Новгород);

– XV Межгосударственной научно-практической конференции «Актуальные вопросы обеспечения эпидемиологического благополучия в трансграничных природных очагах чумы и других опасных инфекционных болезней» (5–6 октября 2021 г., г. Иркутск);

– XVI Межгосударственной научно-практической конференции по вопросам санитарной охраны территории и снижения риска распространения чумы (26–27 сентября 2022 г., г. Санкт-Петербург);

– Юбилейной конференции, посвященной 90-летию Научно-исследовательского института дезинфектологии (сентябрь 2023 г., г. Москва);

– IV Международной научно-практической конференции «Противодействие новой коронавирусной инфекции и другим инфекционным заболеваниям» и Международной

конференции «Результаты и перспективы сотрудничества совместных научных центров по изучению и профилактике инфекционных болезней в странах Африки, Азии и Южной Америки» (7–9 декабря 2023 г., г. Санкт-Петербург);

– Научно-практической конференции «Перспективы дезинфектологии. Актуальные вопросы обработок в современном пищевом производстве» (19–20 ноября 2024 г., Москва).

Публикации. Основные результаты исследований опубликованы в 12 печатных работах, в том числе в 5 статьях в периодических изданиях из Перечня ведущих рецензируемых научных журналов, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки России».

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 153 страницах компьютерного текста и состоит из введения, главы с обзором литературы и 4 глав собственных исследований, заключения, выводов, списка сокращений и условных обозначений и списка литературы, включающего 174 источника, в том числе 133 работы отечественных авторов и 41 – зарубежных. Работа иллюстрирована 16 таблицами и 29 рисунками.

ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР. ОСНОВНЫЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ХАНТАВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ

Термин «хантавирусные болезни» включает две нозологические формы нетрансмиссивных зоонозных болезней человека, различающиеся по клинической картине [МУ 3.1.3844-23]: геморрагическую лихорадку с почечным синдромом, которая преимущественно встречается в странах Азии и Европейском регионе, с преобладанием поражения почек [Bull WHO, 1983; Брико Н.И. и др., 2019], и хантавирусный пульмональный синдром (ХПС), регистрируемый в Американском регионе и характеризующийся соответственно преимущественно легочной недостаточностью [Ткаченко Е.А. и др., 2017; Иванова А.В. и др., 2021]. Различные по клиническим проявлениям, эти заболевания имеют сходный патогенез. В организме заболевшего изменяется свертываемость крови, нарушается барьерная функция капилляров, приводящая к геморрагиям и воспалительным процессам в пораженных органах.

Общая этиология этих заболеваний была установлена в 90-х гг. XX века. Каждая нозоформа связана с определенными хантавирусами, резервуарами которых в природе являются разные виды мелких млекопитающих, обитающих в различных ландшафтных зонах мира [Слонова Р.А. и др., 2006; Яшина Л.Н. и др., 2023]. В Международном комитете таксономии вирусов^{2,3,4} к настоящему времени (ноябрь 2024 г.) зарегистрировано более 35 хантавирусов, циркулирующих в мире, большинство из которых, способные вызывать заболевание у человека [Jonsson С.В. et al., 2010; Jiang Н. et al., 2017; Львов Д.К., 2018; Kuhn J.Н., 2023], показаны в Таблице 1.

Природная очаговость хантавирусных болезней обусловлена наличием на определенной территории основного хозяина и циркуляцией определенного хантавируса [Plyusnin А. et al., 2001]. Хантавирусы тесно связаны с определенными видами мелких млекопитающих, которые служат их природными резервуарами. В популяциях этих животных циркуляция хантавирусов происходит постоянно и вызывает эпизоотии

² URL: https://www.researchgate.net/publication/26795273_Hantavirus_infection_A_review_and_global_update

³ URL: <https://www.ictv.global/taxonomy>

⁴ URL: <https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/hantavirus.pdf>

[Иванова А.В. и др., 2021]. Среди резервуарных для хантавирусов видов млекопитающих большое разнообразие видов: мышевидные грызуны, насекомоядные, летучие мыши.

Таблица 1 – Характеристика патогенных для человека хантавирусов

Вид и таксоны подвидового ранга	Нозология	Природный резервуар	Территория распространения
<i>Orthohantavirus puumalaense</i>	ГЛПС	<i>Myodes glareolus</i>	Европа, Россия (Европейская часть, Западная Сибирь)
<i>Orthohantavirus hantanense</i>	ГЛПС	<i>Apodemus argarius</i>	Китай, Корея, Индонезия, Индия, Шри-Ланка, Россия (Дальний Восток)
<i>Orthohantavirus dobravaense</i>	ГЛПС	<i>Apodemus agrarius</i> ; <i>Apodemus ponticus</i>	Балканы, Россия (Европейская часть)
Saaremaa virus (SAAV)	ГЛПС	<i>Apodemus argarius</i>	Европа
<i>Orthohantavirus seoulense</i>	ГЛПС	<i>Rattus norvegicus</i>	Повсеместно
Amur virus (AMRV)	ГЛПС	<i>Apodemus peninsulae</i>	Россия (Дальний Восток)
<i>Orthohantavirus sinnombreense</i>	ХПС	<i>Peromyscus maniculatus</i>	США, Канада
New York virus (NYV)	ХПС	<i>Peromyscus leucopus</i>	США
<i>Orthohantavirus bayoui</i>	ХПС	<i>Oryzomys palustris</i>	США
<i>Orthohantavirus nigrorivense</i>	ХПС	<i>Sigmodon hispidus</i>	США
Laguna Negra virus (LANV)	ХПС	<i>Calomys laucha</i>	Парагвай, Боливия
<i>Orthohantavirus andesense</i>	ХПС	<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	Аргентина, Чили, Уругвай
Orán virus (ORNV)	ХПС	<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	Аргентина
<i>Orthohantavirus chocloense</i>	ХПС	<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	Панама
Rio Mamoré virus (RIOMV)	ХПС	<i>Neacomys spinosus</i>	Боливия
Lechiguanas virus (LECV=LECHV)	ХПС	<i>Oligoryzomys flavescens</i>	Аргентина
<i>Araraquara virus</i>	ХПС	<i>Bolomys lasiurus</i>	Бразилия
<i>Juquitiba virus</i>	ХПС	<i>Oligoryzomys nigripes</i>	Бразилия

В природных очагах циркуляция хантавирусов поддерживается как минимум у 84 видов животных из 14 семейств мелких млекопитающих, которые могут быть источниками инфекции для человека. Кроме того, антиген хантавируса обнаружен у 16 видов птиц [Heyman P. et al., 2012; Guo W.P. et al., 2013; Иванова А.В. и др., 2021]. В Китае штаммы хантавируса выделены от клещей (пяти видов гамазовых и одного вида краснотелковых) и блох (трех видов) [Симонов С.Б. и др., 2008; Ткаченко Е.А. и др., 2019].

Так, для *Orthohantavirus puumalaense*, распространенного на территории Европы и Российской Федерации, основным носителем является рыжая полевка (*Myodes glareolus*), для *Orthohantavirus dobravaense* (Юго-Восточная Европа, Северо-Западная часть России) – западный подвид полевой мыши (*Apodemus agrarius agrarius*) и кавказская лесная мышь (*Apodemus ponticus*) [Берштейн А.Д. и др., 2010; Klempa V. et al., 2013; ECDC, 2014]. В Центральной и Западной Европе циркулирует Saaremaa virus (*Orthohantavirus dobravaense*) в основном в популяциях полевой мыши (*Apodemus agrarius*) [Vaheri A. et al., 2013; Ткаченко Е.А. и др., 2019].

Кроме того, на большей территории Европы в популяциях обыкновенной полевки (*Microtus obscurus*) циркулирует Tula virus (*Orthohantavirus tulaense*), патогенность которого до сих пор считается неустановленной [Schultze D. et al., 2002; Zelena H. et al., 2013; Иванова А.В., 2021]. В Сибири заболевания ГЛПС вызывают сибирские варианты *Orthohantavirus puumalaense* (носители – рыжая (*Myodes glareolus*), красно-серая (*Clethrionomys rufocanus*) полевки) и *Orthohantavirus dobravaense* (носитель – западный подвид полевой мыши (*Apodemus agrarius agrarius*)) [Малеев В.В. и др., 2021]. В дальневосточных регионах РФ циркулирует *Orthohantavirus hantanense*, природными резервуарами для вируса являются восточный подвид полевой мыши (*Apodemus agrarius mantchuricus*) и восточноазиатская мышь (*Apodemus peninsulae*), для *Orthohantavirus seoulense* – серая крыса (*Rattus norvegicus*) [Дзагурова Т.К. и др., 2019; СанПиН 3.3686-21].

В Северной и Центральной Америке главным резервуарным хозяином *Orthohantavirus sinnombreense*, вызывающим тяжело протекающий ХПС, считается олений хомячок (*Peromyscus maniculatus*). Часто встречающимися хантавирусами на территории США признаны *Orthohantavirus bayoui*, Black Creek Canal virus (*Orthohantavirus nigrorivense*), New York virus (*Orthohantavirus sinnombreense*), главными природными резервуарами для которых являются соответственно болотный рисовый хомяк (*Oryzomys palustris*), хлопковая крыса (*Sigmodon hispidus*), белоногий хомячок

(*Peromyscus leucopus*). Наиболее значимым патогенным хантавирусом на территории Южной Америки является *Orthohantavirus andesense* [Heyman P et al., 2012; Vaheri A. et al., 2013; Guo W.P. et al., 2013; Иванова А.В. и др., 2021].

В природном резервуаре хантавирусов, как показали экспериментальные и полевые исследования, ведущую роль в поддержании циркуляции возбудителя играет персистирующая инфекция, сопровождающаяся короткими периодами активного вирусоносительства. С эпидемиологической точки зрения значимо, что хантавирус длительно выделяется во внешнюю среду из организма зараженного животного в составе экскрементов (с мочой, слюной, фекалиями). Доказано, что заражению животных и людей без непосредственного контакта с вирусоносителями способствует сохранение вируса во внешней среде в течение продолжительного времени при достаточной его концентрации. При этом важно отметить, что от человека к человеку передача хантавирусов, вызывающих ГЛПС, невозможна: заболевший является «эпидемическим тупиком», в отличие от хантавирусов, вызывающих ХПС, при котором существует вероятность передачи возбудителя от заболевшего здоровому человеку (*Orthohantavirus andesense* в Южной Америке) [Истомина Л.Б. и др., 1971; Varalahti O. et al., 2003; Слонова Р.А. и др., 2006; Берштейн А.Д. и др., 2010; Jonsson С.В. et al., 2010; Ondoño A.F. et al., 2011; Ткаченко Е.А. и др., 2011, 2016, 2019].

Из-за многообразия природных резервуаров инфекции и увеличения частоты контактов людей с инфицированными животными в их естественной среде обитания (сельскохозяйственные работы, вырубка лесов, освоение новых территорий, посещение рекреационных зон) хантавирусная инфекция все чаще встречается в тех климатических зонах, где она ранее не отмечалась, что делает ее повсеместным заболеванием.

1.1. Хантавирусные болезни: обзор эпидемиологических рисков в регионах мира

Хантавирусные болезни в последние десятилетия значительно расширили свои границы. Чаще стали регистрировать случаи болезни, а масштабы вспышек существенно увеличились. Совершенствование уровня клинической и лабораторной диагностики болезни, в том числе разработка диагностических тест-систем, внедрение современных

технологий в эпидемиологический надзор позволили выявить истинную картину и уточнить ареал носителей. С развитием нарастающего эпидемического потенциала, хантавирусные болезни все чаще становятся объектом исследования ученых и практиков в разных уголках мира. Природные очаги хантавирусных болезней открывают на новых, малоисследованных территориях [Kariwa H. et al., 2007; Witkowski P.T. et al., 2014; Jiang H. et al., 2017]. На сегодняшний день хантавирусные болезни регистрируют на всех континентах, кроме Антарктиды [Avšič-Županc T. et al., 2019; Иванова А.В. и др., 2021]. Наиболее острая ситуация сложилась в Азиатском регионе, где ежегодно выявляют наибольшее число случаев болезни, обусловленных хантавирусами [Lee S.H. et al., 2013; Sehgal A. et al., 2023]. Вместе с тем в последние годы наблюдается рост заболеваемости хантавирусной инфекцией в Европе, Северной и Южной Америке. Во многих странах Африканского региона и Юго-Восточной Азии не налажен эпидемиологический надзор за этой инфекцией, поэтому реальные масштабы ее распространения могут быть гораздо больше, чем известно на данный момент [Иванова А.В. и др., 2021].

По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), ежегодно регистрируется порядка 150–200 тыс. случаев болезней, обусловленных хантавирусами с неоднородной интенсивностью проявлений в различных регионах [Bull WHO, 1983; Bi Z. et al., 2008; Иванова А.В., 2021].

Самый тяжело протекающий клинический вариант болезни – хантавирусный пульмональный синдром с летальностью до 38 % – регистрируется только на территориях Северной и Южной Америки, где официальная регистрация болезни ведется с 1995 г. (США). Ретроспективно подтверждено, что случаи болезни со схожей симптоматикой отмечались в регионе задолго до установления эпидемиологического надзора за болезнью (штат Юта, 1959 г.). В Канаде с 1993 г. регистрируются единичные случаи болезни. На территории Южноамериканского континента ХПС распространен в Аргентине (около 100 случаев в год), Чили (более 1 тыс. случаев за весь период наблюдения), Бразилии (более 2 тыс. случаев за весь период наблюдения). Кроме того, серологические подтверждения циркуляции хантавируса и единичные случаи хантавирусного пульмонального синдрома были зарегистрированы в Боливии, Венесуэле, Колумбии, Перу, Парагвае, Уругвае, Эквадоре, Суринаме и Французской Гвиане.

За весь период регистрации болезни в Американском регионе и, соответственно, в мире на настоящий момент выявлено не более 10 тыс. случаев заболевания ХПС

[Figueiredo L.T., 2014]. Более распространенный вариант хантавирусной болезни – ГЛПС – регистрируют десятками тысяч случаев ежегодно, что, несомненно, подтверждает его наибольшую эпидемиологическую значимость в группе хантавирусных болезней. Именно проблема ГЛПС в настоящее время становится одной из актуальных и приоритетных угроз санитарно-эпидемиологическому благополучию населения по всему миру, с риском развития серьезных осложнений эпидемиологической ситуации в любой момент в различных уголках земного шара.

1.2. Эпидемиологическая ситуация по заболеваемости ГЛПС в мире

В отличие от ХПС, по данным официальной статистики, ГЛПС регистрируется практически повсеместно, ввиду широкого спектра ее природных резервуаров.

В Западно-Тихоокеанском регионе, особенно в Китае, ГЛПС является острой проблемой общественного здравоохранения, страна сохраняет мировое лидерство по числу заболевших (до 90 % от общего числа регистрируемых случаев болезни в мире) [Yuhan Xiao, 2021]. В Китае, где эндемичной считается вся территория страны, в связи с активно проводимыми профилактическими мероприятиями, в том числе вакцинации населения против хантавирусов [Иванова А.В., 2023], в настоящее время наблюдается отчетливая тенденция к снижению заболеваемости ГЛПС (9–25 тыс. случаев заболевания в год) [Jiang H. et al., 2016, 2017; Xiao Y. et al., 2021]. Показатель летальности составляет 0,6 %. На территории страны регистрируют в основном природные и антропоургические очаги ГЛПС, ассоциированные соответственно с *Orthohantavirus hantanense* и *Orthohantavirus seoulense*. На жителей сельских районов, занятых сельскохозяйственной деятельностью приходится основная доля заболевших [Zhang W.Y. et al., 2014; Zhang S., 2014]. Кроме того, в регионе случаи заболевания ГЛПС, связанные с *Orthohantavirus seoulense*, отмечены в Южной Корее, Малайзии, Вьетнаме, Сингапуре, Таиланде и Австралии [Arai S. et al., 2019; Касьян Ж.А. и др., 2021, 2023; Stukolova O. et al., 2022], а случаи заболевания, обусловленные *Orthohantavirus hantanense*, наблюдаются в Индонезии, Индии и Шри-Ланке [Suharti C. et al., 2009; Chandy S. et al., 2009].

В Европейском регионе геморрагическая лихорадка с почечным синдромом официально регистрируется с 1963 г. Ежегодно отмечается от 2 до 3 тыс. случаев заболевания, преимущественно в странах Северной и Центральной Европы. Случаи болезни отмечены на территориях 29 стран региона (без учета заболеваемости в Российской Федерации) [Vaheri A. et al., 2013]. Число заболевших значительно варьирует в разных странах, но большая часть случаев приходится на Финляндию (до 60 % от общеевропейской заболеваемости) и Германию (10–12 %). Всего за период с 2010 по 2022 г., по данным Европейского бюро ВОЗ, зарегистрировано 31 458 случаев ГЛПС, большая часть из которых (96 % от всех циркулирующих хантавирусов в регионе) была связана с *Orthohantavirus puumalaense*. На юго-востоке Европы регистрируется спорадическая заболеваемость ГЛПС, ассоциированная с *Orthohantavirus dobravaense* [Papa A., 2012; Klempa V. et al., 2013]. Помимо этого, в регионе крайне редко *Orthohantavirus seoulense* вызывает случаи ГЛПС, без конкретной привязки к местности в связи с повсеместным распространением серой крысы (*Rattus norvegicus*) – резервуарного хозяина данного вируса [Macé G. et al., 2013; Lundkvist A. et al., 2013; Jameson L.J. et al., 2013].

В Американском регионе эпидемиологический надзор за ГЛПС установлен в 2015 г. Единичные случаи ГЛПС, связанные с *Orthohantavirus seoulense*, регистрируют в южных штатах США. По данным Центра по контролю заболеваний США, за период с 2015 по 2022 г. зарегистрировано 32 случая ГЛПС без летальных исходов среди жителей страны. На Южноамериканском континенте имелись положительные находки в полевом материале, указывающие на наличие циркуляции *Orthohantavirus seoulense*, однако случаи заболевания человека не задокументированы.

На Африканском континенте, Ближнем Востоке и в Юго-Восточной Азии данные о распространенности ГЛПС минимальные, что, вероятно, связано с низким уровнем диагностики заболевания на данных территориях. Учитывая широкое распространение носителей хантавирусных болезней в этих регионах, ее масштабы могут быть намного больше, чем опубликованные статистические данные, являясь недооцененной проблемой общественного здравоохранения [Witkowski P.T. et al., 2014; Савицкая Т.А. и др., 2023].

Таким образом, приведенные выше данные говорят о том, что масштабы распространения ГЛПС в мире колоссальны. На ухудшающуюся эпидемиологическую

ситуацию оказывают влияние продолжающиеся климатические изменения в сторону потепления (смена среднесуточной температуры, количества осадков, влажности), с которыми связана высокая вероятность расширения ареала носителей хантавирусов и дальнейшего распространения ГЛПС на новые территории. Также климатические изменения часто приводят к трансформации деятельности человека, что может сопровождаться увеличением частоты контактов с хантавирусоносителями. Кроме того, многократно повышают риски осложнения эпидемиологической ситуации, увеличивая вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций санитарно-эпидемиологического характера международного уровня, циркуляция *Orthohantavirus andesense* в Южной Америке, способного передаваться от человека к человеку, выявление на различных территориях новых видов хантавирусов с неустановленной эпидемиологической значимостью.

В подавляющем большинстве стран мира за ГЛПС осуществляется только пассивный эпидемиологический надзор, который ограничивается выявлением случаев заболевания среди населения. Государственные меры по профилактике заболевания заключаются лишь в информировании населения, находящегося в природных очагах, о рисках заражения и доступных мерах самостоятельной защиты от инфицирования. В ряде стран (Китай, Германия, Греция, США) организован контроль численности грызунов и истребление основного носителя в местах потенциального заражения [European Centre for Disease Prevention and Control. Hantavirus infection, 2021]. Специфическая профилактика применяется только в странах Азии (Республика Корея, Китайская Народная Республика), где проводят иммунизацию вакцинами против хантавирусов: Hantaan virus (*Orthohantavirus hantanense*) или Seoul virus (*Orthohantavirus seoulense*) [Liu R. et al., 2020].

1.3. Эпидемиологическая ситуация по ГЛПС в Российской Федерации

В Российской Федерации геморрагическая лихорадка с почечным синдромом признана острой внутренней угрозой санитарно-эпидемиологическому благополучию населения, являясь наиболее распространенным природно-очаговым заболеванием вирусной этиологии [Ткаченко Е.А. и др., 2016]. В целом по стране ежегодно

регистрируют 3–8 тыс. случаев ГЛПС, с резким подъемом заболеваемости в отдельные годы (11 413 случаев ГЛПС в 1985 г., 20 924 – в 1997 г., 11 395 – в 2014 г., 13 996 – в 2019 г.). С момента начала официальной регистрации заболевания (1978 г.) в Российской Федерации по 2023 г. выявлено свыше 290 тыс. случаев заболевания ГЛПС (297 172) [Савицкая Т.А., 2024]. В среднем многолетний интенсивный показатель заболеваемости ГЛПС составил 4,63 на 100 тыс. населения. В динамике за более чем сорокалетний период наблюдения в целом по стране четко прослеживается тенденция к увеличению числа заболевших ГЛПС и относительного показателя заболеваемости (Рисунок 1) [Мочалкин П.А. и др., 2023]. Летальность в разные годы фиксировалась на уровне 0,4–8 %.

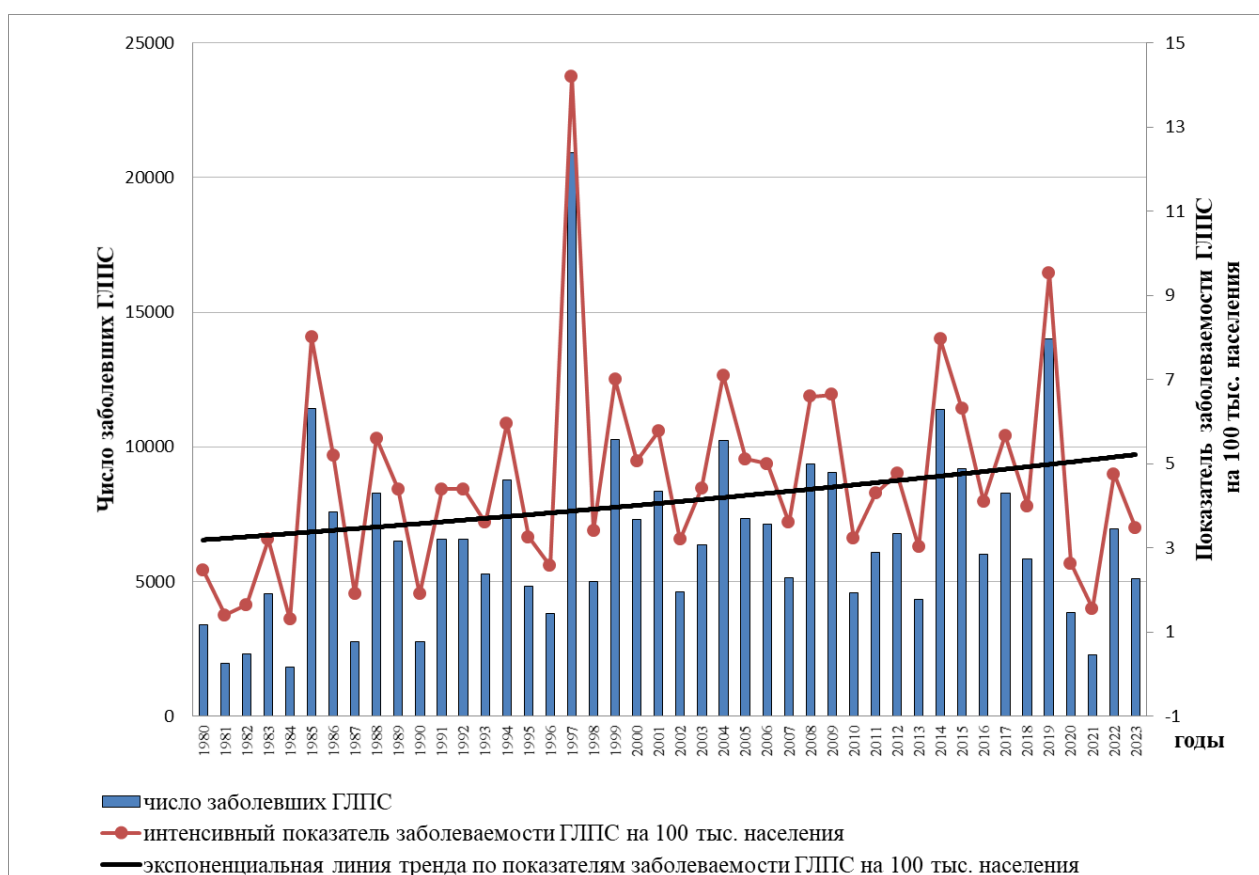


Рисунок 1 – Динамика заболеваемости ГЛПС в Российской Федерации за период 1980–2023 гг.

По данным ежегодно публикуемых государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации», в последний четырнадцатилетний период (2010–2023 гг.) из восьми федеральных округов

(ФО) Российской Федерации заболевания ГЛПС регистрируют из года в год в шести, периодически – в двух (Северо-Кавказском – СКФО и Сибирском – СФО). Эпидемические проявления ГЛПС отмечают в 52–68 субъектах страны ежегодно. Самые активные очаги ГЛПС расположены в основном в умеренных широтах европейской части (Приволжский ФО, Центральный ФО, Северо-Западный ФО – СЗФО) и на Дальнем Востоке (Дальневосточный ФО – ДФО). При этом в разные годы на европейские очаги России приходилось от 82 до 95 % случаев заболевания ГЛПС от суммарного числа заболевших, на дальневосточные регионы – 1–5 %. Крайне редко болеют ГЛПС жители СФО и СКФО [Дзагурова Т.К. и др., 2019] (Рисунок 2).

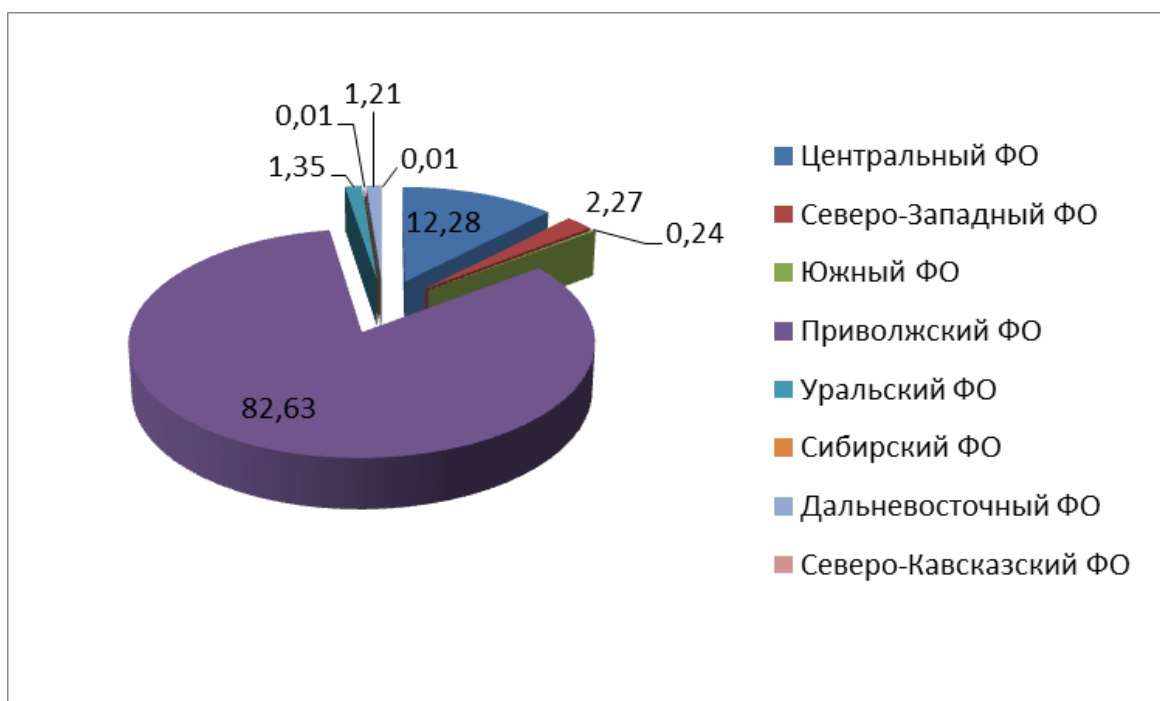


Рисунок 2 – Доля заболевших ГЛПС (%) в 2010–2023 гг.
по федеральным округам

В последние десятилетия границы природных очагов ГЛПС на территории страны расширяются, постепенно вовлекая в этот процесс регионы, ранее считавшиеся свободными от ГЛПС. Новые, прежде неизвестные природные очаги хантавируса были открыты и изучены в начале 2000-х гг. в Новосибирской, Иркутской, Кемеровской областях, а также в Республике Алтай [Медико-географический атлас России «Природноочаговые болезни», 2015].

По данным статистического учета, из-за неоднородности распределения заболеваемости по территории страны показатели заболеваемости ГЛПС в различных регионах страны значительно отличаются [Савицкая Т.А. и др., 2024] (Таблица 2).

Таблица 2 – Показатели заболеваемости ГЛПС по федеральным округам в 2010–2023 гг.

Год	Интенсивный показатель заболеваемости ГЛПС по федеральным округам РФ (на 100 тыс. населения)								
	ЦФО	СЗФО	ЮФО	ПФО	УФО	СФО	ДФО	СКФО	Средний показатель по РФ
2010	2,0	0,58	0,03	11,83	0,85	0	1,26	0	3,22
2011	1,62	0,75	0,07	17,07	0,99	0	1,57	0	4,27
2012	1,86	0,85	0,09	19,46	0,41	0	1,26	0,02	4,76
2013	1,62	0,98	0,17	11,32	0,4	0,01	1,76	0	3,02
2014	3,08	1,33	0,13	32,65	1,45	0,01	1,47	0	7,81
2015	3,3	1,88	0,06	25,05	0,51	0	2,14	0	6,3
2016	2,14	1,33	0,09	16,29	0,72	0	1,03	0	4,11
2017	1,88	1,34	0,08	24,06	1,14	0	1,18	0,01	5,67
2018	2,44	1,44	0,11	15,33	0,37	0	1,55	0	3,99
2019	5,5	1,97	0,26	38,29	0,99	0	1,26	0,06	9,53
2020	1,29	0,78	0,06	10,6	0,47	0	0,89	0	2,62
2021	0,52	0,54	0,03	6,55	0,53	0	0,32	0	1,56
2022	1,07	0,91	0,22	21,39	1,02	0,09	0,74	0	4,74
2023	1,39	0,49	0,15	14,33	0,47	0	0,72	0,01	3,47
Средний много-летний показатель	2,12	1,08	0,11	18,87	0,74	0,008	1,23	0,007	4,63

Из приведенных данных статистической отчетности Роспотребнадзора следует, что за период 2010–2023 гг. максимальный средний многолетний уровень заболеваемости отмечен в ПФО – 18,87 на 100 тыс. населения, что превышает в четыре раза среднее значение интенсивного показателя заболеваемости ГЛПС по России (4,63). В остальных федеральных округах ежегодно показатели заболевания ГЛПС не превышают среднего значения в целом по стране. По результатам многолетних наблюдений регионами с менее напряженной обстановкой по ГЛПС являются: ЦФО – средний многолетний показатель заболеваемости ГЛПС равен 2,12 на 100 тыс. населения; ДФО – 1,23; СЗФО – 1,08. Менее одного случая заболевания ГЛПС на 100 тыс. населения регистрируют в Уральском

(УФО), Южном (ЮФО), Северо-Кавказском и Сибирском федеральных округах (Рисунок 3).

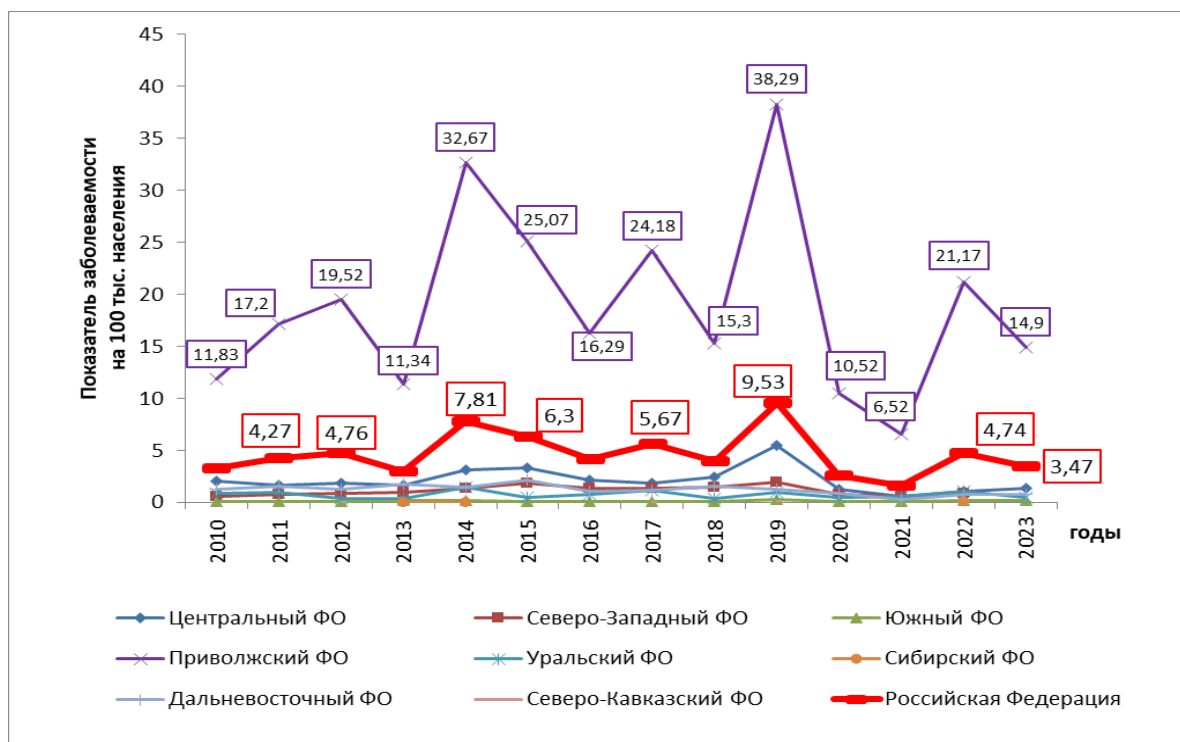


Рисунок 3 – Динамика показателей заболеваемости ГЛПС (на 100 тыс. населения) с 2010 по 2023 г. по федеральным округам и в среднем по Российской Федерации

ПФО характеризуется самым высоким показателем заболеваемости ГЛПС, что обусловлено наибольшей эпидемической активностью природных очагов ГЛПС на его территории. В отдельные годы именно на него приходится до 94 % от общей заболеваемости ГЛПС по стране. Так, общее число заболевших ГЛПС в ПФО с 1978 по 2023 г. насчитывало 255 039 человек, что составило 89,4 % от заболеваемости в европейской части страны и 86,5 % от заболеваемости в целом по Российской Федерации [Хунафина Д.Х. и др., 2009; Бородина Ж.И. и др., 2019; Савицкая Т.А. и др., 2020, 2021, 2024].

В субъектах ПФО крайне высокие показатели заболеваемости сохраняются в течение всего периода официальной регистрации инфекции (с 1978 г.) [Куклев Е.В., 2004; Савицкая Т.А. и др., 2024]. В годы наивысшей активности расположенных здесь природных очагов ГЛПС интенсивные показатели в округе достигали максимальных значений (1997 г. – 49,87 на 100 тыс. населения; 2014 г. – 32,67; 2019 г. – 38,29). В округе

все четырнадцать субъектов являются эндемичными по ГЛПС. Случаи болезни в них регистрируют ежегодно, с резкими подъемами заболеваемости на отдельных территориях. Согласно результатам эпидемиологического районирования субъектов ПФО по уровню потенциальной эпидемической опасности (ПЭО) природных очагов ГЛПС [Иванова А.В. и др., 2020], на территориях всех субъектов округа имеется существенный риск заражения ГЛПС [Скачков М.В., Яковлев А.Г., 2007]. Вместе с тем в пяти субъектах округа уровень ПЭО установлен как «крайне высокий» – территории республик Башкортостан, Татарстан, Мордовии, Чувашии и Удмуртии [Иванова А.В., 2017; Луговская Н.Ф. и др., 2018].

По результатам эпизоотологического мониторинга, проводимого на территории страны, установлено, что циркуляция хантавирусов подтверждена в 59 субъектах. Инфицированных мелких млекопитающих обнаруживают во всех федеральных округах Российской Федерации, кроме СКФО [Василенко Н.Ф., 2018; Савицкая Т.А. и др., 2024]. Всего на территории страны доказана циркуляция 17 хантавирусов, из которых шесть патогенны для человека. Возбудителями ГЛПС на европейской территории страны выступают *Puumala virus (Orthohantavirus puumalaense)* [Шакирова В.Г. и др., 2019; Блинова Е.А. и др., 2023] и геноварианты *Orthohantavirus dobravaense*: *Kurkino virus* и *Sochi virus* [Ткаченко Е.А. и др., 2005, 2015]; на азиатской – *Seoul virus*, *Hantaan virus* и *Amur virus (Orthohantavirus hantanense)* [Слонова Р.А. и др., 2005]. Заболеваемость ГЛПС до 98 % всех случаев в стране обусловлена *Puumala virus*, на долю других хантавирусов приходится лишь 2 % [Бернштейн М.М. и др., 2018].

Основными резервуарными хозяевами патогенных для человека хантавирусов на территории России являются грызуны из семейств мышиные (*Muridae*) и хомяковые (*Cricetidae*). Кроме основных резервуарных хозяев патогенные хантавирусы выявлены у единичных особей серых хомячков (*Cricetulus migratorius*), полевков Максимовича (*Alexandromys maximowiczii*), лесных сонь (*Dryomys nitedula*), а также представителей отряда насекомоядных (*Insectivora*) из семейства Землеройковых (*Soricidae*) и среди животных, не относящихся к мелким млекопитающим, например, птиц (*Aves*) [Транквилевский Д.В., 2016; Бородина Ж.И. и др., 2019; Демидова Т.Н. и др., 2022; МУ 3.1.3844-23].

По результатам мониторинга за возбудителями ГЛПС установлено, что в европейской части страны основную долю среди инфицированных млекопитающих

составляет рыжая полевка (*Myodes glareolus*), выступающая в роли основного резервуарного хозяина Puumala virus. В антропогенных ландшафтах лесостепных зон Центрального Черноземья и Причерноморья обнаружены два геноварианта *Orthohantavirus dobravaense*, отличающиеся друг от друга иммунологически и генетически: Kurkino virus и Sochi virus. Циркуляция варианта Kurkino virus установлена в Тульской, Рязанской, Тамбовской, Липецкой, Воронежской, Орловской областях у основного резервуарного хозяина – западного подвида полевой мыши (*Apodemus agrarius agrarius*) [Транквилевский Д.В., 2016; Берштейн А.Д. и др., 2010]. Sochi virus выявлен в Краснодарском крае у основного хозяина – кавказской лесной мыши (*Apodemus ponticus*) [Дзагурова Т.К. и др., 2019].

В Западной Сибири спорадические заболевания ГЛПС вызывают сибирские варианты *Orthohantavirus puumalaense* и *Orthohantavirus dobravaense*. Природными резервуарами для сибирского варианта Puumala virus являются рыжая полевка (*Myodes glareolus*) и красно-серая полевка (*Clethrionomys rufocanus*), для сибирского варианта Dobrava virus (*Orthohantavirus dobravaense*) – западный подвид полевой мыши (*Apodemus agrarius agrarius*) [Савицкая Т.А. и др., 2020]. В дальневосточных регионах Российской Федерации ГЛПС вызывают Hantaan virus, Amur virus и Seoul virus. Природным резервуаром для Hantaan virus является восточный подвид полевой мыши (*Apodemus agrarius mantchuricus*), для Amur virus – восточноазиатская мышь (*Apodemus peninsulae*), Seoul virus – серая крыса (*Rattus norvegicus*) [Слонова Р.А. и др., 2005; Иванова А.В. и др., 2018; СанПиН 3.3686-21].

Кроме того, на территории России обнаружены природные очаги непатогенных или условно-патогенных для человека хантавирусов: Tula virus, Khabarovsk virus (*Orthohantavirus khabarovskense*), Hokkaido virus (*Orthohantavirus puumalaense*) и Topografov virus (*Orthohantavirus khabarovskense*). Для ряда вирусов, обнаруженных в популяциях мелких млекопитающих в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах, эпидемиологическая значимость на настоящий момент не установлена: Seewis virus (*Orthohantavirus seewisense*) – у обыкновенной (*Sorex araneus*), тундровой (*Sorex tundrensis*), крупнозубой (*Sorex daphaenodon*) бурозубок; Artibach virus (*Orthohantavirus seewisense*) – у средней бурозубки (*Sorex caecutiens*); Kenkeme virus (*Orthohantavirus kenkemeense*) – у бурой бурозубки (*Sorex roboratus*); Yákèshí virus (*Orthohantavirus yakeshiense*) – у равнозубой (*Sorex isodon*) и когтистой (*Sorex unguiculatus*) бурозубок;

Altai virus (*Orthohantavirus seewisense*) – у обыкновенной бурозубки (*Sorex araneus*) [Слонова Р.А. и др., 2008; Яшина Л.Н. и др., Савицкая Т.А. и др., 2023].

Место и условия заражения различными видами вирусов ассоциированы с ареалом обитания и образом жизни их основных носителей. Экология грызунов определяет, в частности, характер контактов с ними населения. Так, в европейской части страны ареал рыжей полевки (*M. glareolus*) охватывает широколиственные и хвойно-широколиственные леса Приуралья и Среднего Поволжья, то есть наиболее активную очаговую по ГЛПС территорию [Бернштейн А.Д. и др., 2000]. Обитающая там рыжая полевка не склонна к синантропизму и значительно реже встречается вне лесных биотопов [Животный мир Саратовской области, 2005]. Круглый год для жизнедеятельности грызун использует лиственный опад широколиственного леса на поверхности почвы, где поддерживается постоянная температура на уровне 18–22 °С [Рябов С.В. и др., 2023].

Инфицирование людей Puumala virus происходит в различных условиях, однако чаще возникает у городских жителей [Дзагурова Т.К., 2014], временно проживающих в дачных домиках (около 30 %), при работе в садах и на огородах, расположенных в пригородной зоне в непосредственной близости к лесным массивам, а также во время кратковременных посещений леса (22,9 %), при выездах на рыбную ловлю (4,3 %), охоту (3,0 %).

Заражения людей Dobrava virus происходят при уходе за домашними животными (крупный рогатый скот, лошади, овцы, козы, свиньи и пр.) у сельских жителей из-за обилия на скотном дворе синантропных грызунов или диких видов мелких млекопитающих. Реже инфицирование может происходить при других видах сельскохозяйственных работ: при заготовке, хранении сена и зерна, при обработке зерна на мельницах и маслобойнях, крайне редко (1,6 % случаев) – при выездах на охоту [Ткаченко Е.А. и др., 2005].

Инфицирование вирусом Seoul virus связано с контактами населения с серой крысой – синантропным видом и с предметами, контаминированными выделениями грызуна, вследствие чего чаще фиксируется у жителей городов.

В зависимости от циркуляции варианта вируса достаточно выражены различия в сезонности заболеваемости. Для Puumala virus характерна летне-осенняя сезонность, что объясняется частым посещением леса в теплое время года, что совпадает с сезонным

подъемом численности грызунов. Для *Dobrava virus* характерна осенне-зимняя сезонность, что объясняется заселением с наступлением холодов стогов, ометов, жилых и хозяйственных построек полевыми мышами, которые достигают в таких местах большой плотности. Таким образом, происходит занос возбудителя мигрирующими резервуарными хозяевами в населенные пункты. Для ГЛПС, ассоциированной с *Amur virus*, достоверно установлена весенняя сезонность, с *Hantaan virus* – осенне-зимняя [Слонова Р.А. и др., 2005; Коренберг Э.И., Бернштейн А.Д. и др., 2010; Ткаченко Е.А. и др., 2011, 2016].

Таким образом, несмотря на то, что данный зооноз хорошо изучен, известны природные резервуары, разработаны методики профилактики заражения в природных очагах, а заболевший ГЛПС человек не представляет эпидемиологической опасности для окружающих, до сих пор не удается кардинально снизить заболеваемость данной патологией. Широкое распространение этой инфекции в Российской Федерации, высокие показатели заболеваемости с преимущественным поражением людей в трудоспособном возрасте от 30 до 59 лет (64 % от общего числа заболевших), длительный период утраты трудоспособности при заболевании (период реконвалесценции может продолжаться до двух месяцев, а в тяжелых случаях до двух-трех лет), высокая частота тяжелых форм течения болезни (до 13 %) и отсутствие специфических средств профилактики и лечения обуславливают высокую значимость проблемы ГЛПС в Российской Федерации [Мурзабаева Р.Т. и др., 2019, Савицкая Т.А. и др., 2023]. В стране сохраняется высокая заболеваемость ГЛПС, что приводит к значительным экономическим потерям [Иванова А.В. и др., 2023]. Только за последние пять лет (2019–2023 гг.) экономический ущерб от заболеваний ГЛПС для бюджета Российской Федерации составил более 40 млрд рублей по официальным статистическим данным, опубликованным в государственных докладах «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации»⁵.

На фоне роста числа заболевших ГЛПС, по данным Референс-центра по мониторингу ГЛПС Казанского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии Роспотребнадзора, в целом по стране наблюдается снижение числа объектов, охваченных дератизацией. Так, по данным отчетных форм, в субъектах в 2018 г.

⁵ URL: https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/documents.php?back_url_admin=%2Fbitrix%2Fadmin%2Fiblock_admin.php%3Ftype%3Ddocuments%26lang%3Drus%26admin%3DY&clear_cache=Y&arrFilter_ff%5BNAME%5D=&arrFilter_pf%5BVID_DOC%5D=97&arrFilter_pf%5BNUM_DOC%5D=&arrFilter_pf%5BGOD%5D%5BLEFT%5D=&arrFilter_pf%5BGOD%5D%5BRIGHT%5D=&set_filter=%CD%E0%E9%F2%E8&set_filter=Y

обработан 753 831 объект, в 2022 г. – 639 681. Вследствие этого снижается количество обработанных площадей. Так, в 2018 г. физическая площадь дератизационных обработок составила 2 054 553,9 тыс. м², в 2022 г. – 1 325 478,2 тыс. м², соответственно оперативная площадь в 2018 г. – 22 738 315,1 тыс. м², в 2022 г. – 9 702 874,8 тыс. м² [Савицкая Т.А. и др., 2023].

Представленные факты свидетельствуют о том, что в настоящее время ГЛПС продолжает представлять серьезную и актуальную угрозу санитарно-эпидемиологическому благополучию населения Российской Федерации, что обуславливает необходимость дальнейшего совершенствования эпидемиологического надзора за данной инфекцией на территории страны [Скударева О.Н., 2007].

1.4. Актуальность проблемы ГЛПС в Саратовской области

Саратовская область, одна из четырнадцати субъектов ПФО, расположена на юго-востоке европейской части России, на площади 101,24 тыс. км². С севера на юг по территории области протекает река Волга, являясь крупной естественной преградой, определяющей не столько ландшафтные различия между правым и левым берегами, сколько существенную разницу в климатических условиях, растительных и животных сообществах. Правобережье отличается более возвышенной и пересеченной местностью, площадью 47 тыс. км²; Левобережье – более низменное и засушливое, площадью 54,2 тыс. км². Климат Саратовской области умеренно континентальный с продолжительной зимой и теплым, часто жарким летом [Учебно-краеведческий атлас Саратовской области, 2013].

В соответствии с приказом Минприроды России от 18 августа 2014 г. № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации»⁶ Саратовская область отнесена к лесостепной зоне и зоне степей. Природно-климатические условия в целом благоприятны для произрастания лесной растительности, но резкие отклонения погодных условий в отдельные годы от средних показателей особенно сильно сказываются на состоянии молодого подроста в древостое и лесных видов травянистых растений. В связи с этим область относится к регионам с низкой лесистостью – 6,3 % от площади субъекта. Леса

⁶ URL: <https://docs.cntd.ru/document/420224339>

произрастают в основном вдоль правого берега реки Волги и в пойме рек Хопер, Медведица, Иргиз. Общая площадь лесов области насчитывает 735,7 тыс. га. Произрастание лесов на территории области крайне неравномерно, в отдельных районах Правобережья лесистость достигает 18–20 % (Базарно-Карабулакский, Балтайский, Вольский, Воскресенский, Новобурасский, Лысогорский, Татищевский), в Левобережье – практически равна нулю.

Кроме того, лесной фонд области включает лесопарковые зоны, площадь которых составляет 42,6 тыс. га [Постановление Губернатора Саратовской области от 29.12.2018 № 590]. Особое внимание заслуживает уникальный природный комплекс, примыкающий к городу Саратову с трех сторон (Рисунок 4).

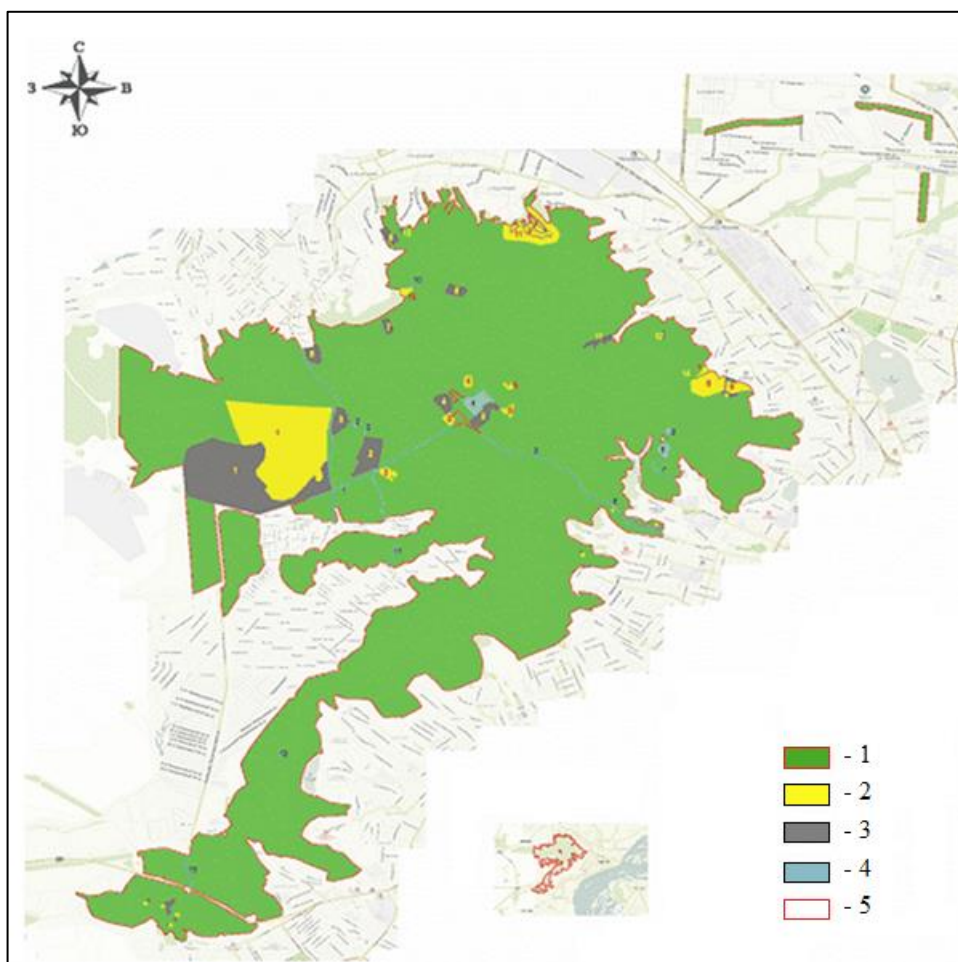


Рисунок 4 – Схема границ природного комплекса «Кумысная поляна» в г. Саратове: 1 – природоохранная зона; 2 – туристско-рекреационная зона; 3 – зона рекреационного обслуживания; 4 – хозяйственная зона; 5 – граница особо охраняемой природной территории⁷

⁷ Приложение 2 Постановления Правительства Саратовской области от 1 декабря 2021 г. № 1033-П.

Природный комплекс общей площадью 4417 га (10 % территории г. Саратова) разместился на плато, изрезанном ущельями и оврагами, густо покрытом широколиственными лесами. В 1991 г. на этом месте был организован лесопарк «Кумысная поляна», в 2008 г. территории присвоен статус природного парка регионального значения «Кумысная поляна» [Постановление Правительства Саратовской области от 14.08.2008 № 993-Пр.], а с 2021 г. создана особо охраняемая природная территория регионального значения – памятник природы «Кумысная поляна» [Постановление Правительства Саратовской области от 01.12.2021 № 1033-П].

В настоящее время на Кумысной поляне функционируют 12 детских лагерей, а также базы отдыха, лыжные базы, горнолыжная трасса – всего около 30 оздоровительных учреждений. Обустроены рекреационные зоны вокруг 23 родников, прогулочные тропинки с разнообразными предложениями активного отдыха (прокат велосипедов, квадроциклов, прогулки на лошадях), что и привлекает большое количество горожан. Кроме того, на территории Кумысной поляны располагается около 50 садовых некоммерческих товариществ (СНТ) и дачных кооперативов, где городские жители с ранней весны до поздней осени занимаются садоводством и огородничеством. Со всех сторон к лесопарку вплотную примыкают пять из шести административных районов г. Саратова с жилыми постройками, в основном частными домовладениями, хотя в последние годы жилые микрорайоны интенсивно застраиваются многоэтажными комплексами внедряясь, тем самым, в лесной массив.

В административном отношении Саратовская область делится на 38 районов, из которых 20 расположены в Правобережье и 18 – в Левобережье. Численность населения Саратовской области на 1 января 2023 г. составила 2 404,9 тыс. человек, из них городских жителей – 1 846 тыс. человек (77 %), сельских – 558,9 тыс. человек (23 %)⁸.

Как уже отмечалось, Саратовская область относится к территориям с высоким уровнем потенциальной эпидемической опасности заражения ГЛПС [Савицкая Т.А. и др., 2020, 2021].

Впервые заболевания людей ГЛПС в Саратовской области отмечены в 1964 г. в Аткарском районе. В дальнейшем, вплоть до 1986 г., заболевания людей происходили нерегулярно. В отдельные годы регистрировались единичные случаи ГЛПС [Коротков В.Б., 1994]. За период 1978–2023 гг. среднемноголетний показатель заболеваемости на 100 тыс. населения в области оказался ниже в 1,8 раза, чем

⁸ URL: https://rosstat.gov.ru/vpn_popul.

в совокупности по субъектам ПФО (9,73 – в Саратовской области, против 17,9 – в ПФО), но выше в 2,1 раза среднего многолетнего интенсивного показателя заболеваемости ГЛПС в целом по стране (4,63 на 100 тыс. населения) [Савицкая Т.А. и др., 2023], что наглядно представлено в виде диаграммы на Рисунке 5. Несмотря на это, на протяжении последних десятилетий ГЛПС в области занимает ведущее место в группе природно-очаговых заболеваний.

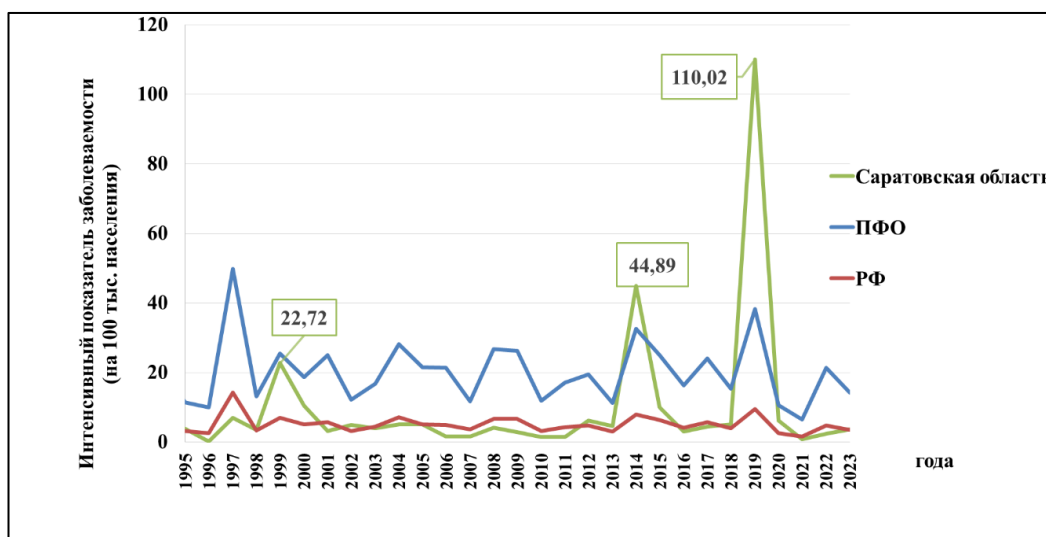


Рисунок 5 – Динамика заболеваемости ГЛПС (на 100 тыс. населения) с 1980 по 2023 г. в Российской Федерации, ПФО и Саратовской области

При обобщении многолетних наблюдений отмечено, что в годы с неосложненной по ГЛПС эпидемиологической обстановкой сезонность заболеваний характеризуется в Саратовской области максимальными показателями в осеннее время (41,1 %), достаточно высокими – зимой (29,2 %), минимальными показателями – в весенний период (7,5 %), средними летом (22,1 %) [Добло А.Д., 2000; Кресова У.А. и др., 2014]. Осенне-зимнюю сезонность эпидемических проявлений ГЛПС можно объяснить природно-климатическими особенностями Саратовской области, где наблюдается жаркое, сухое лето и морозная, сменяющаяся оттепелями с дождями зима. Подобные погодные явления приводят к массовой миграции грызунов при наступлении холодов в жилые дома и хозяйственные постройки [Бережнов А.З. и др., 1988; Рябова А.В. и др., 2014].

С кратковременными посещениями леса связано 22,0–41,0 %, то есть большая часть заражений ГЛПС, с работой в садах и огородах, уборкой в дачных домиках – 12,0–25,2 %, меньше всего заражений зафиксировано при выполнении производственных работ (6,6–13,4 %), еще меньше связано с сельскохозяйственной деятельностью (4,4–

8,4 %). Особенно уязвимо население, проживающее в частных домовладениях вблизи лесных массивов (23,5–47,2 %). Интересно, что в течение года происходит смена типов заражения: с января по июнь доминирует бытовой тип заражения, в июле-августе – лесной, в октябре – садово-огородный. В структуре заболеваемости преобладают лица мужского пола в возрасте от 20 до 60 лет [Данилов А.Н. и др., 2005; Кресова У.А., 2014].

Ретроспективный эпидемиологический анализ состояния заболеваемости ГЛПС на территории Саратовской области позволяет выделить три крупных вспышки: в 1986, 2014 и 2019 гг.

Первое наиболее серьезное эпидемическое осложнение по ГЛПС в Саратовской области зарегистрировано в 1986 г. Ранее в субъекте начиная с 1964 г. регистрировалась лишь спорадическая заболеваемость ГЛПС (от 1 до 90 случаев в год). В 1986 г. количество выявленных больных составило пиковое для области значение – 2 349 случаев: интенсивный показатель заболеваемости (89,3 на 100 тыс. населения) по сравнению со средними многолетними значениями увеличился в 80 раз [Куклев Е.В. и др., 1998; Коротков В.Б. и др., 2014]. Заболеваемость ГЛПС в области была максимальной среди всех субъектов РФ и превысила заболеваемость не только по РФ в 17,7 раза (5,2 на 100 тыс. населения), но и в наиболее напряженном в эпидемиологическом отношении ПФО – в 4,4 раза (20,48 на 100 тыс. населения) (Рисунок 6).

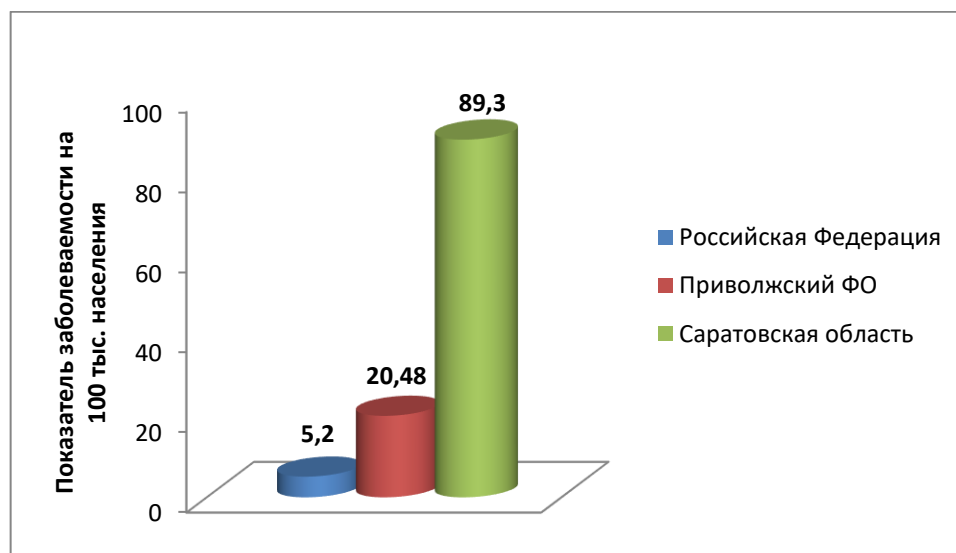


Рисунок 6 – Уровень заболеваемости ГЛПС (на 100 тыс. населения) в РФ, ПФО и Саратовской области в 1986 г.

В 2014 г. при росте заболеваемости ГЛПС в Российской Федерации в 2,6 раза по сравнению с 2013 г. (7,81 на 100 тыс. населения), зарегистрирован всплеск заболеваемости в Саратовской области (Рисунок 7). В целом по стране подъем заболеваемости наблюдался в субъектах Приволжского, Центрального, и Уральского федеральных округов.

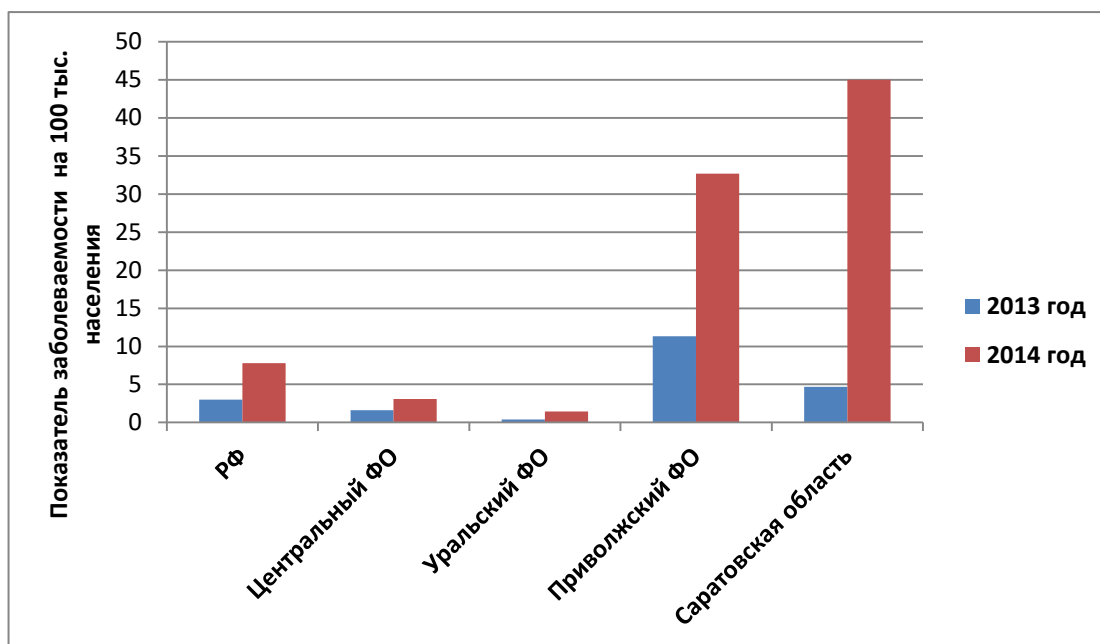


Рисунок 7 – Уровень заболеваемости ГЛПС (на 100 тыс. населения) в РФ, Центральном, Уральском, Приволжском ФО и Саратовской области в 2013 и 2014 гг.

В 2019 г. на территории Саратовской области зафиксировано значительное ухудшение эпидемической обстановки по ГЛПС в сравнении с предыдущим (2018) годом. Наблюдалась не типичная, крайне напряженная эпидемиологическая обстановка по ГЛПС [Иванова А.В. и др., 2020]. На фоне роста заболеваемости ГЛПС в субъектах европейской части страны показатели заболеваемости в Саратовской области (110,02 на 100 тыс. населения) в несколько раз превышали показатели заболеваемости в Приволжском (38,29 на 100 тыс. населения), Центральном (5,5 на 100 тыс. населения), Уральском (0,99 на 100 тыс. населения) федеральных округах и в целом по РФ (9,53 на 100 тыс. населения) (Рисунок 8).

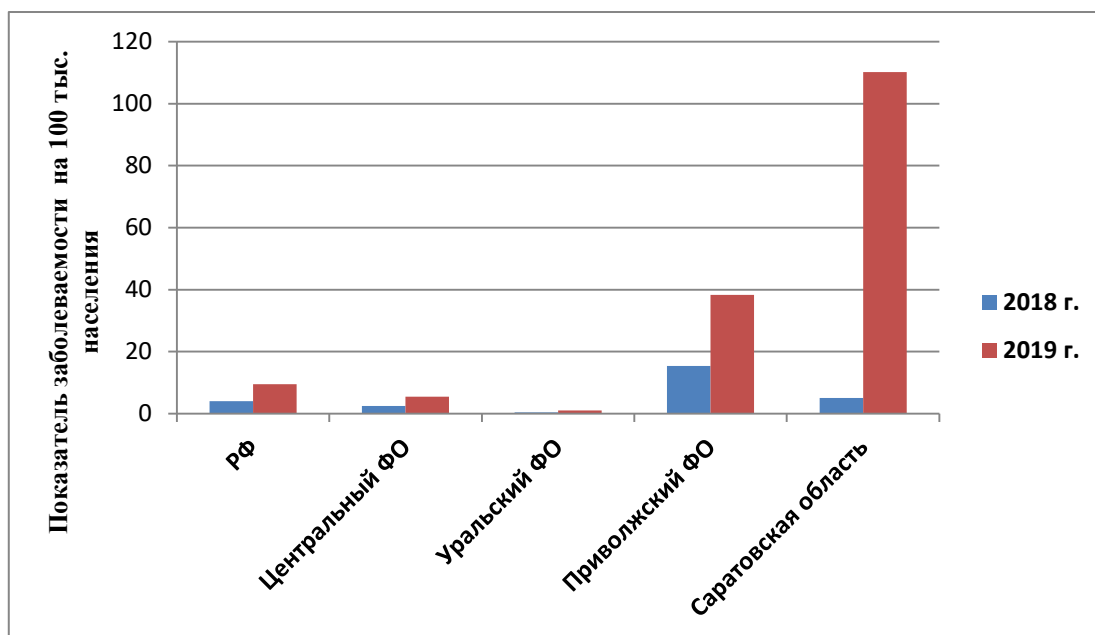


Рисунок 8 – Уровень заболеваемости ГЛПС в РФ, Центральном, Уральском, Приволжском ФО и Саратовской области (на 100 тыс. населения) в 2018 и 2019 гг.

Анализ результатов многолетних данных эпизоотологического обследования в области показал, что основным носителем ГЛПС является один вид – рыжая полевка (*M. glareolus*), среднее значение инфицированности которого составило 60,5 % от всех видов с положительным результатом [Тарасов М.А. и др., 2004; Тарасов М.А., 2016]. Также в эпизоотии активно включались 11 видов мелких млекопитающих и насекомых, которые признаны дополнительными носителями: малая лесная мышь (*Apodemus uralensis*), обыкновенная полевка (*Microtus arvalis*), восточноевропейская полевка (*Microtus subarvalis*), полевая мышь (*Apodemus agrarius*), желтогорлая мышь (*Apodemus flavicollis*), домовая мышь (*Mus musculus*); малая бурозубка (*Sorex minutus*), обыкновенная бурозубка (*Sorex araneus*), малая белозубка (*Crocidura suaveolens*), белобрюхая белозубка (*Crocidura leucodon*), лесная соня (*Dryomys nitedula*) [Щербакова С.А. и др., 2000; Гаранина С.Б., 2009; Коротков В.Б. и др., 2014].

Наибольшие концентрации мелких млекопитающих в области приурочены к изолированным друг от друга, незначительным по площади, но наиболее кормным и наиболее продуктивным биоценозам – лесокустарниковым стациям [Шляхтин Г.В. и др., 2009]. Вследствие этого эпидемиологическая опасность таких участков в отношении ГЛПС оказывается наивысшей, что и обуславливает повышенное к ним внимание и приоритетность их обследования. В различных биотопах районов Саратовской области

численность мелких млекопитающих изменчива в зависимости от сезона, что проявляется быстрым увеличением плотности популяций от весны к лету, когда к июлю-августу численность достигает пика, а затем постепенно уменьшается вплоть до весны следующего года [Тарасов М.А. и др., 2004].

Определяющее влияние на состояние численности мелких млекопитающих оказывают погодные условия, складывающиеся в текущем году, и состояние кормовой базы [Шилов М.М., 2004]. Отмечено, что в наиболее уязвимый для грызунов зимний период благоприятными для выживания являются обилие осадков в виде снега, отсутствие оттепелей и устойчивый период с отрицательными температурными значениями. Хорошее увлажнение биотопов за счет обилия осадков в теплый период года обеспечивает достаточную кормовую базу и защитные укрытия для растительноядных мелких млекопитающих [Жигальский О.А. и др., 2000]. Таким образом, именно погодные условия определяют динамику численности носителей хантавирусов, а следовательно, эпизоотическую активность очагов и уровень заболеваемости населения [Тарасов М.А., 2016].

На основании результатов лабораторных исследований полевого и клинического материала из очагов ГЛПС на территории Саратовской области установлена циркуляция Puumala virus. Об этом свидетельствовали серологические и молекулярно-генетические исследования (методом иммуноферментного анализа – ИФА, методом флюоресцирующих антител – МФА, полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией в реальном времени – ОТ-ПЦР), в результате которых выявлялись маркеры (антитела, антигены, РНК) только Puumala virus. Кроме того, при серологическом мониторинге в сыворотках крови переболевших за период 1986–1993 гг., кроме антител к Puumala virus, были обнаружены антитела к Hantaan virus, что может свидетельствовать о завозных случаях ГЛПС с других территорий [Коротков В.Б., 1994; Миронова Н.И. и др., 2012; Кресова У.А., 2014; Рябова А.В. и др., 2015; Vlinova E. et al., 2023].

В последующих исследованиях в период 2009–2012 гг. по серотипированию на хантавирусы сывороток крови людей (пациентов с диагнозами «ГЛПС», «лихорадка неясной этиологии», здоровых лиц, проживающих на эндемичных территориях) на базе лаборатории особо опасных инфекций ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области» [Кресова У.А., 2014] и лаборатории геморрагических лихорадок

ФГБНУ «Федеральный научный центр исследований и разработки иммунобиологических препаратов им. М.П. Чумакова РАН» методом флуоресцирующих антител (МФА) и реакцией нейтрализации на культуре клеток с использованием антигенов Puumala virus, Dobrava virus, Hantaan virus и Seoul virus было показано, что на территории Саратовской области, помимо циркуляции Puumala virus, наблюдаются единичные находки Dobrava virus. Согласно полученным результатам, у всех заболевших ГЛПС инфекция была вызвана Puumala virus, за исключением одного пациента, у которого выявлены антитела к Dobrava virus (следует отметить, что заболевший постоянно проживал в Базарно-Карабулакском районе). По результатам серотипирования крови пациентов с изначально не установленным диагнозом, которые проживали в пяти районах Саратовской области (Базарно-Карабулакский, Балтайский, Вольский, Калининский, Петровский), были выявлены положительные результаты на Dobrava virus.

В сыворотке крови практически здорового населения также обнаружены антитела к Dobrava virus у жителей восьми эндемичных по ГЛПС районов области: Аткарского, Базарно-Карабулакского, Балтайского, Вольского, Калининского, Лысогорского, Новобурасского, Петровского [Кресовой У.А., 2014].

Исследования полевого материала, проведенные в ФГБНУ «Федеральный научный центр исследований и разработки иммунобиологических препаратов им. М.П. Чумакова РАН», подтверждают циркуляцию на территории Саратовской области у основного и дополнительных носителей Puumala virus, однако фиксируется появление Dobrava virus. Так, Dobrava virus обнаружен в 2016 г. в Аткарском районе в популяции мышей рода *Apodemus*, в 2019 г. – в Калининском районе у полевой мыши из лесокустарниковых биотопов (2,6 % от всех положительных на хантавирус образцов проб).

Таким образом, установлено, что на территории Саратовской области заболевания ГЛПС связаны с Puumala virus, в единичных случаях – с Dobrava virus, циркулирующим в популяции полевой мыши (*Apodemus agrarius*), что объясняется сравнительно низкой ее численностью и ограниченными размерами заселенной территории.

Резюмируя вышесказанное, очевидно, что проблема ГЛПС в Саратовской области является весьма актуальной, что подтверждается непрерывной регистрацией болезни уже на протяжении 60 лет, с устойчиво сохраняющейся тенденцией к росту заболеваемости в последние годы и периодическими крупными вспышками, когда число заболевших исчисляется тысячами случаев. При этом, несмотря на все проводимые на территории области противоэпидемические мероприятия и научные исследования, в очагах

сохраняются условия для длительного существования источника инфекции, путей ее передачи, возможностей для реализации механизма инфекции, что обусловлено высокой численностью зараженных грызунов и других мелких млекопитающих, большой массой зеленых насаждений, в том числе в городской среде, благоприятными климатическими условиями, большим количеством населения, проживающего в условиях частной застройки в непосредственной близости к лесным массивам [Рябова А.В. и др., 2014].

Сложная эпидемиологическая ситуация по ГЛПС, сохраняющаяся в области по настоящее время, свидетельствует о необходимости значительного повышения эффективности эпидемиологического надзора в природных очагах ГЛПС с целью снижения заболеваемости населения области.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализ эпидемических проявлений ГЛПС на территории Российской Федерации, ПФО, Саратовской области за период с 1980 по 2023 г. проведен с использованием данных годовой статистической формы Роспотребнадзора № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» (официальная отчетность публикуется в марте следующего за отчетным периодом года). Для выполнения работы Управлением Роспотребнадзора по Саратовской области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области» предоставлены сведения о заболевших ГЛПС в Саратовской области с 1964 по 2023 г. из экстренных извещений об инфекционном заболевании (форма № 058/у) и карт эпидемиологического обследования очага инфекционного заболевания (форма № 357/у); персонифицированная информация о лицах (5 048 человек), у которых установлен окончательный диагноз «ГЛПС», предоставлена за период 2010–2023 гг. При обработке персонифицированных данных заболевших ГЛПС нами соблюдены требования Федерального закона от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных» и использованы исключительно обезличенные персональные данные, которые не позволяют в архивной базе определить принадлежность сведений к конкретному гражданину без использования дополнительной информации [Чумачкова Е.А. и др., 2023]. Для сравнительного анализа и установления общих и отличительных закономерностей развития эпидемического процесса взяты показатели заболеваемости ГЛПС среди населения области, рассчитанные на 100 тыс. населения. Для изучения степени интенсивности проявлений ГЛПС в разных административно-территориальных образованиях области (АТО) за период 2010–2023 гг. нами были обработаны данные официальной статистики отдельно по каждому из 39 АТО (38 административных районов области и г. Саратов), рассчитан средний многолетний показатель заболеваемости ГЛПС для каждого АТО, по значениям которого проведено ранжирование районов области по уровню риска заражения ГЛПС.

Эпизоотологические данные для анализа предоставлены ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области» в виде «Обзоров и прогнозов состояния популяций и численности мелких млекопитающих и членистоногих – носителей и переносчиков возбудителей природно-очаговых болезней, эпизоотологической

и эпидемиологической обстановки в Саратовской области» за период с 2010 по 2023 г. Всего изучено 28 обзоров. Источниками информации для оценки численности мелких млекопитающих и зараженности их хантавирусом явились отчеты по экспедиционной деятельности зоологов, материалы заключительного отчета о научно-исследовательской работе ФГУ Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб» «Определение основных категорий риска заражения ГЛПС населения Саратовской области (время, место, контингенты, факторы риска) и совершенствование санитарно-профилактических мероприятий» (2001 г.) и результаты эпизоотологического мониторинга, проведенного специалистами ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области». Учет численности мелких млекопитающих проводился в весенне-летний (март – июнь), летне-осенний (август – ноябрь), а при проведении контроля эффективности зимней дератизации – в зимний (январь – февраль) сезоны года. Зоологические исследования организованы в соответствии с методическими рекомендациями «Отлов, учет и прогноз численности мелких млекопитающих и птиц в природных очагах инфекционных болезней» (МР 3.1.1029-01 и введенные взамен МР 3.1.0211-20) и методическими рекомендациями «Тактика и объемы зоологических работ в природных очагах инфекционных болезней» (МР 3.1.7.0250-21). В 29 АТО области, расположенных во всех четырех ландшафтных зонах (степь, сухая степь, лесостепь, полупустыня), осуществлялся учет численности млекопитающих – носителей хантавируса. Дополнительно проводились эпизоотологические обследования на стационарных мониторинговых участках наблюдения в природных стациях (пойменные и байрачные леса, водораздельные лесные массивы широколиственных лесов, лесополосы).

Для установления этиологического агента лабораторные исследования полевого и клинического материалов на наличие маркеров хантавирусов проводились в лаборатории особо опасных инфекций, вирусологической лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области», лабораториях отделов диагностики инфекционных болезней и микробиологии ФКУН Российский противочумный институт «Микроб». Антигены возбудителей ГЛПС в пробах органов животных выявляли с помощью ИФА, используя коммерческую тест-систему «Хантагност» производства ФГУП «Предприятие по производству вирусных и бактериальных препаратов Института полиомиелита и вирусных энцефалитов им. М.П. Чумакова», Москва. РНК вируса

выявляли методом ОТ-ПЦР с использованием тест-системы «АмплиСенс Hantavirus-Eph» (ООО «ИнтерЛабСервис» ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора, Российская Федерация) и набора реагентов «ОМ-СКРИН-ГЛПС-РВ» (ООО СИНТОЛ, Российская Федерация). Выделение ДНК и РНК осуществляли с помощью набора для экстракции РНК/ДНК «АмплиПрайм РИБО-преп» (Российская Федерация).

Положительные на ГЛПС образцы полевого биологического материала (38) исследованы методом секвенирования в ФКУН Российский противочумный институт «Микроб». Секвенирование полученных продуктов ПЦР проводили с помощью генетического анализатора AB 3500xl (Thermo Fisher Scientific) и/или Ion S5 (Thermo Fisher Scientific), используя протоколы подготовки проб, рекомендуемые производителем данного оборудования. Для сборки секвенированных фрагментов в одну последовательность каждого из сегментов генома вируса использовали программное обеспечение MEGA7⁹ и UGENE¹⁰. Построение филогенетических деревьев проводили по алгоритму maximum parsimony в программном пакете BioNumerics 7.6 (Applied Maths). При построении филогенетических деревьев использовали последовательность сегмента S (центральная часть в 1 071 нуклеотид), а также большую часть последовательности сегментов M и L генома Puumala virus, представленных в международной генетической базе данных NCBI GeneBank.

Для анализа эпизоотической активности территорий использовали показатели инфицированности основных и дополнительных носителей хантавируса, рассчитанные в процентах от общего количества отловленных мелких млекопитающих в природных очагах ГЛПС отдельно по каждому АТО области за каждый год анализируемого периода (2010–2023 гг.). Все имеющиеся данные о состоянии популяций мелких млекопитающих, сгруппированные в базу данных «Эпидемические проявления геморрагической лихорадки с почечным синдромом в Саратовской области», явились предметом изучения в нашей работе.

В качестве дополнительной информации использованы литературные источники, изданные и опубликованные документы (распоряжения, приказы, решения, постановления) органов исполнительной власти Российской Федерации, Правительства Саратовской области, материалы государственных докладов «О состоянии санитарно-

⁹ URL: <http://www.megasoftware.net>

¹⁰ URL: <http://ugene.net/>

эпидемиологической благополучия населения в Российской Федерации» по Саратовской области.

Основным методом наших исследований явился эпидемиологический, с использованием современных информационных технологий и аналитических программ для обработки большого количества полученных данных. В работе применялись математические, картографические и статистические методы исследований, а также ГИС-инструменты. Для дифференциации территории административных районов по уровню риска инфицирования населения применяли сравнительно-географические и логико-эпидемиологические подходы.

На основе статистических методов в настоящей работе выполнен анализ с применением методов классификации. С использованием автоматизированной географической информационной системы «Аксиома» осуществлена обработка массивов атрибутивной и пространственной информации, проведена оценка структуры изучаемых явлений.

В изучении интенсивности эпидемических проявлений ГЛПС и ландшафтной приуроченности очаговых по ГЛПС территорий использована электронная карта Саратовской области с актуальной информацией о расположении границ административно-территориальных образований и ландшафтной структуры области. Для создания информационных слоев на электронной карте нами произведена оцифровка данных по местам предполагаемого заражения населения ГЛПС и данных по местам выявления инфицированных носителей. Географические координаты присваивались с использованием российского интернет-портала «Яндекс Карта», далее координаты разносились по карте Саратовской области. Для визуализации результатов исследований мы использовали эколого-ландшафтную карту Саратовской области, разработанную В.А. Барановым [Агроландшафтное экологическое районирование, 2010]. Согласно данному районированию, в области выделяют четыре ландшафтные зоны: лесостепную (28,6 % площади территории области), степную (32,1 %), сухую степь (34,6 %) и полупустынную (4,7 %), что показано на Рисунке 9. Для расчета площади административно-территориальных образований Саратовской области использовались сведения базы данных показателей муниципальных образований Федеральной службы государственной статистики¹¹.

¹¹ URL: <https://64.rosstat.gov.ru/Censuses&surveys>

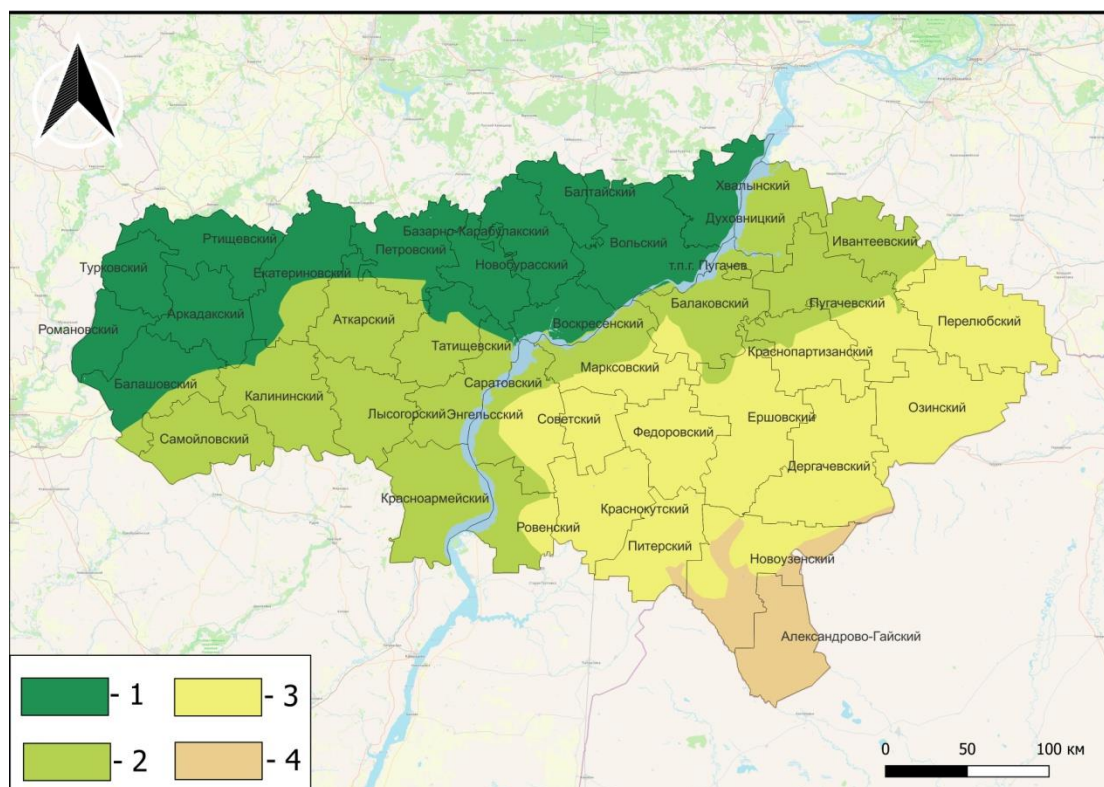


Рисунок 9 – Картограмма ландшафтных зон Саратовской области
(по В.А. Баранову, 2010):

1 – лесостепная, 2 – степная, 3 – сухой степи, 4 – полупустынная

Для дифференциации территории административных районов области по уровню эпидемических проявлений хантавирусной инфекции в годы вспышек, наряду со статистическими методами, нами применены сравнительно-географические. Районы, где регистрировалась заболеваемость ГЛПС, с применением метода квартильного ранжирования [Информатика и медицинская статистика, 2017] разделены на четыре категории: с низким уровнем заболеваемости населения ГЛПС (выборка с показателями заболеваемости 0,0–7,16 на 100 тыс. населения); со средним (7,17–17,36); с высоким (17,37–51,61); с очень высоким (51,62–747,57). На электронную карту Саратовской области, используя возможности геосервиса «Аксиома» версия 6.1, внесены значения выборки по показателям заболеваемости ГЛПС по районам области с дифференциацией по цвету.

Для статистического анализа и обработки данных в исследовании применялись методы дескриптивной статистики (расчет статистических показателей), корреляционного анализа (определение коэффициента ранговой корреляции Спирмена и коэффициента Пирсона с оценкой уровня их достоверности), а также методы анализа

временных рядов (обнаружение закономерностей развития явления, оценка достоверности обнаруженных закономерностей, экстраполяция и интерполяция).

С целью оценки эпидемиологической значимости территорий АТО Саратовской области предложена формула для расчета показателя – уровня риска заражения (УРЗ). УРЗ является интегральным показателем и позволяет получить обобщенную количественную оценку риска заражения ГЛПС на той или иной территории на основании средних статистических данных по ряду факторов за несколько лет.

В работе проанализированы различные факторы, которые могут оказывать влияние на заболеваемость ГЛПС. С помощью статистических методов отобрано три наиболее значимых фактора, для которых доказано наличие сильных положительных статистически значимых связей: 1) интенсивный показатель заболеваемости на данной территории, 2) лесистость территории, 3) относительный показатель количества инфицированных носителей ГЛПС, который определяется произведением относительной численности конкретного вида на относительную инфицированность хантавирусом данного вида [Кушнарёва Т.В., 2008]. Четвертый фактор – количество рекреационных объектов на конкретной территории – выбран в связи с особенностью расположения данных объектов – в лесной зоне и, как следствие, целенаправленное посещение населением природно-очаговых территорий, что усиливает риск заражения. Для расчета взяты средние показатели выбранных факторов за период 2010–2023 гг.

Суть предложенного метода заключается в приведении разнородных по размерности выбранных показателей в единообразную систему путем перехода к относительным (безразмерным) величинам – индивидуальным индексам учитываемых факторов ($ИИФ_i$). При расчете $ИИФ_i$ каждый показатель по конкретному АТО делился на среднее значение показателей данного вида всех АТО области, то есть $ИИФ_i$ представляет собой количественное отклонение в большую или меньшую сторону изучаемого показателя по АТО от соответствующего среднего показателя по области. По каждому АТО для выбранного показателя просчитан $ИИФ_i$ по формуле:

$$ИИФ_i = \frac{П_i}{M_i}, \quad (1)$$

где $П_i$ – значение показателя фактора отдельного АТО;

M_i – среднее значение совокупности показателей фактора в целом по области.

В дальнейшем были найдены УРЗ по каждому из АТО, как среднее значение из всех взятых в разработку $ИИФ_i$:

$$УРЗ = \frac{ИИФ_1 + ИИФ_2 + ИИФ_3 + ИИФ_4}{4}. \quad (2)$$

Далее производилось ранжирование полученных показателей УРЗ с целью деления АТО на группы по уровням риска заражения ГЛПС.

Для изучения влияния климатических факторов на интенсивность эпидемического процесса обработаны данные по погодным условиям в области (количество осадков, температура атмосферного воздуха, высота снежного покрова) Саратовского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиала ФГБУ «Приволжское УГМС» и база данных «Специализированные массивы для климатических исследований»¹².

Сведения о площади лесного фонда в границах каждого АТО взяты из Постановления Губернатора Саратовской области от 29.12.2018 № 590 «Об утверждении Лесного плана Саратовской области на 2019–2028 годы».

В работе использованы сведения о рекреационных учреждениях в субъекте, размещенные на официальных сайтах Правительства Саратовской области: Министерства труда и социальной защиты Саратовской области¹³, Министерства спорта Саратовской области¹⁴.

¹² URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/index0.shtml>

¹³ URL: https://social.saratov.gov.ru/deti_ozdorovlenie_zanjatost/reestr_uchrezhdenij/reestr/

¹⁴ URL: <https://minsport.saratov.gov.ru/ministerstvo/podvedomstvennye-uchrezhdenija>

ГЛАВА 3. АНАЛИЗ ЭПИДЕМИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ ГЛПС В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

3.1. Ретроспективный анализ заболеваемости ГЛПС в Саратовской области

За весь период регистрации случаев заболевания ГЛПС в Саратовской области (с 1964 по 2023 г.) выявлено 11 254 подтвержденных случая заболевания ГЛПС, 32 из которых закончились смертельными исходами. Летальность в отдельные годы составляла 0,001–0,36 %. Статистическая обработка данных позволила сделать вывод, что заболеваемость ГЛПС в области до 1970-х гг. носила спорадический характер – ежегодно регистрировалось от 1 до 16 случаев. После 1969 г. случаи заболевания людей ГЛПС регистрировались ежегодно с постепенным увеличением числа выявляемых случаев, что обуславливалось как периодическим ростом эпизоотической активности природных очагов, так и повышением качества лабораторной диагностики. Количество выявляемых больных в 1970-е гг. составляло десятки случаев в год. Показатели заболеваемости не превышали 0,04–1,12 на 100 тыс. населения, что было значительно ниже среднегодовалых показателей по Российской Федерации (3,3 на 100 тыс. населения) и ПФО (10,4 на 100 тыс. населения). В 1986 г. в области произошла первая крупная вспышка ГЛПС (2 349 случаев заболевания), после которой случаи заболевания уже регистрировали сотнями ежегодно: показатели заболеваемости фиксировали на уровне 2,9–12,89 на 100 тыс. населения в год. При этом значения среднего многолетнего интенсивного показателя по Саратовской области находились на уровне показателей по стране (4,89 на 100 тыс. населения), но были стабильно ниже, чем по ПФО (18,5 на 100 тыс. населения).

В отдельные годы (1986, 2014, 2019 гг.) в области наблюдалось резкое увеличение заболеваемости ГЛПС. Общее число больных в годы эпидемических вспышек превышало в несколько раз не только средние многолетние показатели по области (в 11,5 раза – в 1986 г.; в 5,8 раза – в 2014 г.; в 14,18 раза – в 2019 г.), но было выше заболеваемости в целом по Российской Федерации (в 17,17 раза – в 1986 г.; в 5,6 раза – в 2014 г.; в 11,5 раза – в 2019 г.) и в наиболее напряженном по ГЛПС федеральном округе – ПФО (в 4,4 раза –

в 1986 г.; в 1,4 раза – в 2014 г.; в 2,9 раза – в 2019 г.). Значения показателей представлены в Таблице 3.

Таблица 3 – Интенсивный показатель заболеваемости населения ГЛПС в Российской Федерации, ПФО и Саратовской области в годы вспышечной заболеваемости

АТО	1986 г.		2014 г.		2019 г.		Средний многолетний уровень заболеваемости (на 100 тыс. населения)
	Абсолютное число больных	Показатель на 100 тыс. населения	Абсолютное число больных	Показатель на 100 тыс. населения	Абсолютное число больных	Показатель на 100 тыс. населения	
РФ	7 569	5,2	11 395	7,96	13 996	9,53	4,63
ПФО	6 734	20,48	9 726	32,65	11 284	38,29	17,90
СО	2 349	89,3	1 125	44,89	2 702	110,02	7,69

В динамике с момента начала регистрации первых случаев ГЛПС по 2023 г. в области наблюдается волнообразный характер заболеваемости с устойчиво сохраняющейся тенденцией к росту (Рисунок 10).

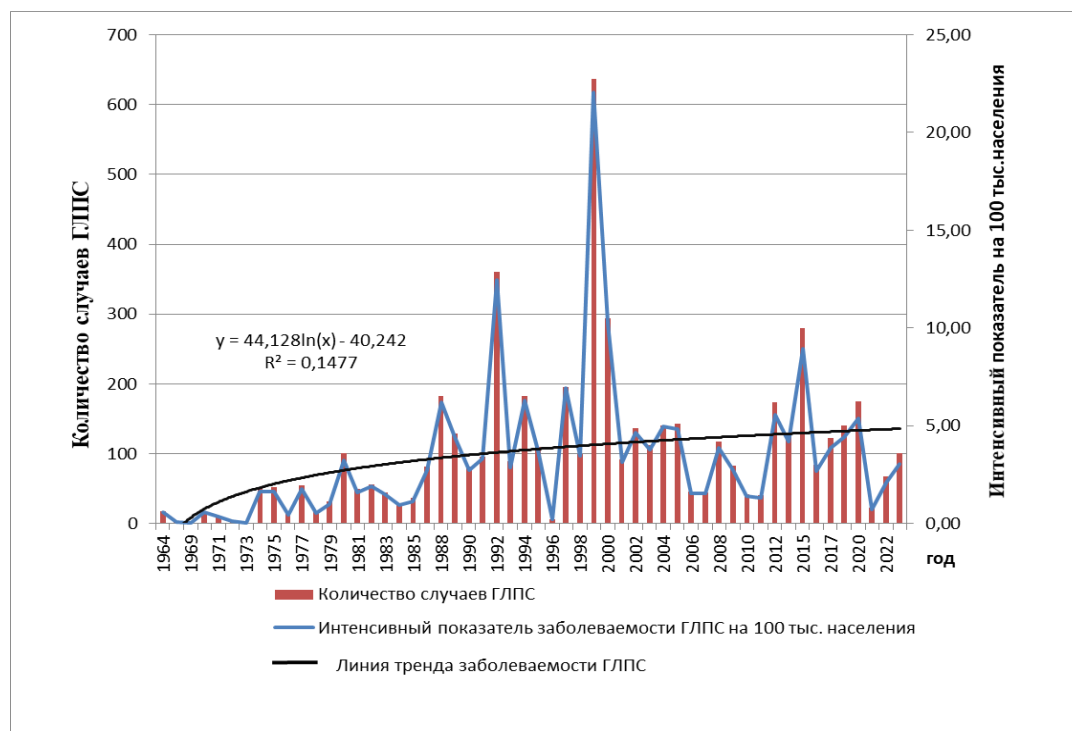


Рисунок 10 – Динамика заболеваемости ГЛПС на территории Саратовской области за период с 1964 по 2023 г. без учета заболеваемости в годы вспышек

За весь период наблюдения случаи заболевания ГЛПС задокументированы в 35 административных районах Саратовской области из 38. Не было зарегистрировано ни одного случая в Александрово-Гайском, Новоузенском и Перелюбском районах, что обусловлено их расположением в наиболее жаркой и засушливой полупустынной зоне области на ее юго-восточной и восточной окраинах.

Детальные данные регистрации случаев ГЛПС по административно-территориальным образованиям области с 1980 г. представлены в Таблице 4. Первые случаи и часто регистрируемые случаи болезни выявляли в зональных и азональных ландшафтах лесов правобережных районов области, где обитают основные носители хантавирусов – рыжая полевка и полевая мышь: в Аткарском (с 1964 г.), Вольском (с 1973 г.), Новобураском (с 1974 г.), Хвалынском (с 1974 г.) Саратовском (с 1974 г.), Татищевском (с 1974 г.), Лысогорском (с 1974 г.), Красноармейском (с 1974 г.), Ртищевском (с 1975 г.), Петровском (с 1975 г.), Екатериновском (с 1977 г.), Самойловском (с 1977 г.), – и только в двух районах Левобережья – Марксовском (с 1972 г.) и Энгельсском (с 1974 г.), где вдоль берега реки Волги и на многочисленных островах Волгоградского водохранилища пойменная растительность представлена кустарниковыми зарослями – благоприятным местом обитания рыжей полевки.

Начиная с 1986 г. прослеживается расширение нозоареала ГЛПС в пределах области. В период до 1986 г. эпидемические проявления болезни ежегодно наблюдались в 7–9 районах области; после 1986 г. – в 16 и более районах. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что именно в годы вспышечной заболеваемости отмечается расширение территорий, на которых регистрируют больных ГЛПС (1986 г. – 16 районов; 2014 г. – 30 районов), с последующим закреплением возбудителя и стабильными эпидемическими проявлениями ГЛПС на новых территориях.

Изучение интенсивности проявлений ГЛПС на современном этапе (2010–2023 гг.) в разных АТО Саратовской области и в различных ландшафтах позволило выявить значительные отличия. В результате вычислений среднего показателя заболеваемости ГЛПС за изучаемый период для каждого АТО выделены территории с высоким, средним, низким уровнем заболеваемости, а также территории, свободные от ГЛПС (Таблица 5) [Чумачкова Е.А. и др., 2023].

Таблица 5 – Распределение районов области по уровню заболеваемости ГЛПС в 2010–2023 гг.

Категория территории по уровню заболеваемости ГЛПС	Административно-территориальное образование Саратовской области	Средний многолетний показатель заболеваемости ГЛПС (на 100 тыс. населения АТО)
Территории с высоким уровнем заболеваемости ГЛПС	Татищевский район	113,83
	Саратовский район	99,43
	Воскресенский район	76,25
	Аткарский район	35,73
	Петровский район	33,06
	Лысогорский район	30,44
	Калининский район	23,24
	Екатериновский район	21,67
	Новобураский район	19,14
	Базарно-Карабулакский район	18,26
	г. Саратов	18,1
Территории со средним уровнем заболеваемости ГЛПС	Балтайский район	12,92
	Самойловский район	10,5
	Аркадакский район	9,94
	Хвалынский район	6,67
	Вольский район	6,61
	Марксовский район	6,08
	Ртищевский район	4,37
	Энгельсский район	4,29
	Красноармейский район	4,02
Территории с низким уровнем заболеваемости ГЛПС	Романовский район	3,94
	Турковский район	3,83
	Советский район	2,35
	Краснокутский район	2,65
	Духовницкий район	2,37
	Ершовский район	2,03
	Ивантеевский район	1,95
	Пугачевский район	1,94
	Балашовский район	1,14
	Балаковский район	0,82
	Краснопартизанский район	0,81
	Питерский район	0,56
	Озинский район	0,55
	Дергачевский район	0,5
Ровенский район	0,49	
Федоровский район	0,48	

Таким образом, территории с высоким уровнем заболеваемости ГЛПС располагаются в границах одиннадцати АТО Правобережья области. Заболеваемость в них превышает среднюю по области за изучаемый период (15,43 на 100 тыс. населения), в некоторых из них превышение составляет два раза и более. К таким территориям относятся десять районов: Татищевский, Саратовский, Воскресенский, Аткарский, Петровский, Лысогорский, Калининский, Екатериновский, Новобурасский, Базарно-Карабулакский и г. Саратов. К территориям со средним уровнем заболеваемости ГЛПС (4,00–15,43 на 100 тыс. населения) отнесены девять районов области: Балтайский, Самойловский, Аркадакский, Хвалынский, Вольский, Марковский, Ртищевский, Энгельсский, Красноармейский. К территориям с низким уровнем заболеваемости ГЛПС (ниже 4,0 на 100 тыс. населения) относятся шестнадцать АТО, расположенные в основном в Левобережье. За весь изучаемый период здесь регистрировали единичные случаи заболевания [Иванова А.В. и др., 2020]. В Перелюбском, Новоузенском и Алгайском районах заболевания ГЛПС никогда не регистрировали (Рисунок 11).

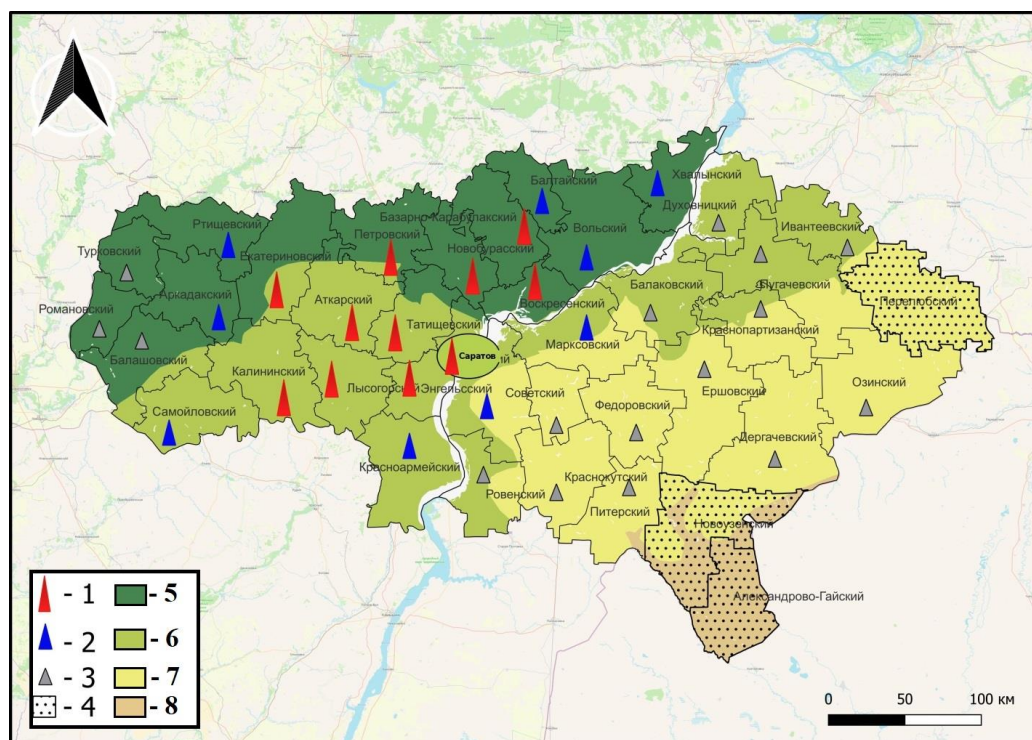


Рисунок 11 – Картограмма ландшафтных зон Саратовской области с распределением АТО по уровню заболеваемости ГЛПС (на 100 тыс. населения) за период 2010–2023 гг.: 1 – районы с высоким уровнем; 2 – районы со средним уровнем; 3 – районы с низким уровнем; 4 – районы без регистрации случаев заболевания ГЛПС; 5 – лесостепная ландшафтная зона; 6 – степная ландшафтная зона; 7 – ландшафтная зона сухой степи; 8 – полупустынная ландшафтная зона

Наиболее вероятно, что различия по уровню заболеваемости ГЛПС в различных районах Саратовской области связаны, прежде всего, с разнородностью этих территорий по их характеристикам, определяющим оптимальные условия для размножения и обитания рыжей полевки – основного носителя ГЛПС. Это сезонные колебания максимальных и минимальных температур окружающей среды, наличие лесов, состояние кормовой базы и прочее. Кроме того, при возникновении ГЛПС важную роль играет интенсивность контактов населения с носителями хантавируса (посещение природноочаговых территорий, наличие населенных пунктов, рекреационных объектов в зоне природного очага) [Чумачкова Е.А. и др., 2023].

При визуализации средних многолетних данных заболеваемости ГЛПС (2010–2023 гг.) на ландшафтной карте Саратовской области можно утверждать, что в регионе эпидемические проявления ГЛПС с высоким и средним уровнем заболеваемости приурочены к районам с ландшафтами лесостепи и степи Правобережья (24 и 23 % территории области соответственно). Территории с низким уровнем заболеваемости ГЛПС, занимающие свыше 45 % территории области, расположены в районах с ландшафтами в основном сухой степи (11 АТО), в меньшей степени – степи (2), лесостепи (1) и полупустыни (2) [Чумачкова Е.А. и др., 2023].

Полученные результаты подтверждаются утверждением, что особо стойкие и активные очаги формируются в лесных и лесостепных ландшафтах в силу комплекса разнообразных факторов, в том числе наличия многочисленных укрытий от хищников, способствующих размножению и выживанию грызунов. На обилие семенного корма в большей степени влияют метеорологические и фенологические явления, в результате чего в годы с благоприятными погодными условиями в зимний период (высокий снежный покров) наблюдается интенсивное подснежное размножение грызунов, с последующим расселением в природных биотопах [Коротков В.Б. и др., 1996]. В весенне-летний период отмечается значительное увеличение численности грызунов в биотопах в Правобережных районах области благодаря происходящему в теплое время благоприятному увлажнению, способствующему высокотравью в байрачных, водораздельных, пойменных, плакорных лесах, а также среди зарослей кустарника, которые широко представлены на данной территории [Кресо́ва У.А., 2014].

В Левобережных районах оптимальными местами обитания для грызунов могут служить берега немногочисленных водоемов, лесополосы, интразональные биотопы.

Таким образом, в Правобережье по сравнению с Левобережьем сформировались наиболее благоприятные природно-климатические условия для жизни мелких млекопитающих, которые, в свою очередь, определяют риски, связанные с инфицированием населения ГЛПС в районах области [Тарасов М.А., 2016].

Обязательным элементом эпидемиологического надзора за ГЛПС является эпизоотологический мониторинг, включающий обследование природных очагов, анализ полученных данных, прогнозирование эпизоотической активности очагов, то есть комплекс мероприятий, позволяющий оценить риск заражения людей ГЛПС [Садовская В.П. и др., 2014]. Эпизоотологический мониторинг очагов ГЛПС на территории области на постоянной основе проводится с 1982 г. [Тарасов М.А., 2012]. Наиболее интенсивные исследования начались после вспышки ГЛПС в 1986 г. (общее число заболевших – 2 349 человек). В последующие годы эпизоотологические обследования стационарных участков в лесостепной, степной и полупустынных зонах области организованы на регулярной основе с периодичностью не менее двух раз в год.

Для установления пространственных закономерностей в проявлении активности очагов ГЛПС на современном этапе нами проанализированы результаты эпизоотологического мониторинга, проведенного с 2010 по 2023 г. специалистами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области» и ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» в 27 АТО Саратовской области (Таблица 6).

Таблица 6 – Результаты эпизоотологического мониторинга в Саратовской области за период 2010–2023 гг.

Вид мелкого млекопитающего	Индекс доминирования (%)	Инфицированность хантавирусом (% от вида)	Доля вида от всех инфицированных носителей (%)
Рыжая полевка <i>Myodes glareolus</i>	38,8	16,5	90,4
Малая лесная мышь <i>Apodemus uralensis</i>	20,5	2,6	2,6
Домовая мышь <i>Mus musculus</i>	17,4	0,2	0,17
Желтогорлая мышь <i>Apodemus flavicollis</i>	12,1	7,3	4,28
Полевая мышь <i>Apodemus agrarius</i>	3,2	7,7	1,2

Продолжение таблицы 6

Вид мелкого млекопитающего	Индекс доминирования (%)	Инфицированность хантавирусом (% от вида)	Доля вида от всех инфицированных носителей (%)
Обыкновенная полевка <i>Microtus arvalis</i>	2,4	1,5	0,17
Бурозубка обыкновенная <i>Sorex araneus</i>	1,8	3,9	0,34
Бурозубка малая <i>Sorex minutus</i>	0,6	6,7	0,67
Соня лесная <i>Dryomys nitedula</i>	0,07	3,5	0,17
Полевка общественная <i>Microtus socialis</i>	1,7	0	0
Белозубка малая <i>Crocidura suaveolens</i>	1,2	0	0
Слепушонка обыкновенная <i>Ellobius talpinus</i>	0,05	0	0
Хомячок Эверсманны <i>Allocricetulus evermanni</i>	0,05	0	0
Сурок серый <i>Marmota baibacina</i>	0,07	0	0
Белка обыкновенная <i>Sciurus vulgaris</i>	0,05	0	0

При обобщении многолетних данных установлено, что в целом по области в отловах мелких млекопитающих доминирующими по численности видами оказались рыжая полевка (38,8 %), лесная мышь (20,4 %), домовая мышь (17,3 %) и желтогорлая мышь (11,1 %). Реже в природных биотопах встречались обыкновенная полевка, мышь полевая, бурозубка обыкновенная, бурозубка малая, соня лесная. Рыжая полевка являлась преобладающим видом в отловах в Аткарском, Татищевском, Саратовском районах и в зеленой зоне г. Саратова, что весьма характерно для данного вида грызунов, так как пространством ее естественного обитания являются мелколиственные, широколиственные и смешанные леса данного региона [Берштейн А.Д. и др., 2010; Чекашов В.Н. и др., 2020]. Лесная мышь чаще попадала в орудия лова в Энгельском, Хвалынском, Вольском и Татищевском районах; желтогорлая мышь – в Лысогорском районе; домовая мышь – в Воскресенском и Красноармейском районах.

За изучаемый период (2010–2023 гг.) положительные результаты на хантавирус у мелких млекопитающих обнаружили в 21 районе и в областном центре – г. Саратове; при

этом в 6 АТО (Аткарский, Калининский, Энгельсский, Саратовский, Татищевский районы, г. Саратов) зараженные животные выявлялись ежегодно. При исследовании полевого материала антиген *Puumala virus* обнаружен у семи видов грызунов (рыжая полевка, домовая мышь, лесная мышь, мышь полевая, желтогорлая мышь, обыкновенная полевка, соня лесная) и двух видов насекомоядных (бурозубка обыкновенная, бурозубка малая). Следует отметить, что доля инфицированности хантавирусом рыжей полевки значительно превышала инфицированность других видов мелких млекопитающих – 90,4 %. Из этого можно заключить, что рыжая полевка (*M. glareolus*) играет ведущую роль в распространении ГЛПС на территории Саратовской области. В связи с этим показатели численности рыжей полевки (процент попадания и индекс доминирования) используются в качестве основного прогностического индикатора ухудшения эпидемиологической обстановки по ГЛПС [Тарасов М.А., 2016].

Таким образом, территория Саратовской области является эндемичной по ГЛПС в связи с обнаружением инфицированных *Puumala virus* мелких млекопитающих в 22 АТО и ежегодно регистрируемой заболеваемостью ГЛПС среди населения 36 АТО области. Вместе с тем эпидемический потенциал территорий области по ГЛПС неоднороден, что подтверждается различным уровнем интенсивности эпидемических проявлений и показателем инфицированности основного носителя – рыжей полевки за рассматриваемый четырнадцатилетний период (2010–2023 гг.). К территориям с высокой интенсивностью эпидемических и эпизоотических проявлений относятся Татищевский (средний многолетний показатель заболеваемости ГЛПС – 113,83 на 100 тыс. населения; средний многолетний уровень инфицированности рыжей полевки – 8,1 %), Саратовский (99,43 на 100 тыс. населения; 15,2 %), Воскресенский (76,25 на 100 тыс. населения; 3,8 %), Аткарский (35,73 на 100 тыс. населения; 13,6 %), Лысогорский (30,44 на 100 тыс. населения; 5,6 %), Калининский (23,24 на 100 тыс. населения; 5,9 %), Екатериновский (21,67 на 100 тыс. населения; 9,1 %), Новобураский (19,14 на 100 тыс. населения; 1,6 %), Базарно-Карабулакский (18,26 на 100 тыс. населения; 10,4 %) районы и зеленая зона г. Саратова (18,1 на 100 тыс. населения; 33,7 %). К территориям со средней интенсивностью эпидемических и эпизоотических проявлений относятся Петровский (33,06 на 100 тыс. населения; 0,2 %), Самойловский (10,5 на 100 тыс. населения; 4,2 %), Хвалынский (6,67 на 100 тыс. населения; 5,9 %), Вольский (6,61 на 100 тыс. населения; 4,8 %), Марксовский (6,61 на 100 тыс. населения; 10,9 %), Энгельсский (4,29 на 100 тыс.

населения; 6,9 %) районы. К территориям с низкой интенсивностью эпидемических и эпизоотических проявлений относятся Турковский (3,83 на 100 тыс. населения; 1,9 %), Пугачевский (1,94 на 100 тыс. населения; 2,1 %), Балашовский (1,14 на 100 тыс. населения; 6,8 %), Краснопартизанский (0,81 на 100 тыс. населения; 1,4 %), Ровенский (0,49 на 100 тыс. населения; 0,8 %), Аркадакский (9,94 на 100 тыс. населения; 0,3 %), Ртищевский (4,37 на 100 тыс. населения; 0,7 %) районы. Определены районы, в которых при наличии эпидемической активности эпизоотии не выявлены: Красноармейский (4,02 на 100 тыс. населения; 0 %), Романовский (3,94), Балаковский (0,82), Федоровский (0,48), Балтайский (12,92), Краснокутский (2,65), Духовницкий (2,37), Советский (2,35), Ершовский (2,03), Ивантеевский (1,95), Питерский (0,56), Озинский (0,55), Дергачевский (0,5), – что свидетельствует о неучтенных эпизоотиях среди носителей на данных территориях [Чумачкова Е.А. и др., 2023]. Сложившаяся ситуация требует пересмотра подходов к организации эпизоотологического мониторинга, включив в него все потенциально энзоотичные по ГЛПС территории, а по ряду АТО – расширение площади эпизоотологических обследований.

В очагах ГЛПС на территории области за анализируемый период основным резервуаром хантавируса является рыжая полевка, среднее значение инфицированности которой было наибольшим среди видов с положительными результатами и составило 90,4 %. Кроме того, в эпизоотию ГЛПС включались другие виды млекопитающих и насекомых, которые можно считать второстепенными носителями хантавируса, в том числе шесть видов грызунов (8,59 %): домовая мышь, малая лесная мышь, полевая мышь, желтогорлая мышь, обыкновенная полевка, соня лесная – и два вида насекомых (1,01 %): бурозубка обыкновенная и бурозубка малая.

В последние годы наблюдается расширение назоареала за счет районов области, расположенных в ландшафтной зоне сухой степи (Дергачевский, Ершовский, Ивантеевский, Пугачевский, Федоровский, Краснокутский, Советский, Питерский, Озинский). Причинами данного явления могут служить изменения в зоне сухой степи, происходящие под влиянием антропогенных факторов, таких как строительство гидромелиоративных сооружений, создание новых лесных биотопов (защитные лесополосы вдоль автомобильных, железных дорог, аграрные лесные полосы), которые приводят к качественным и количественным изменениям фауны грызунов [Шилов М.М., 2004].

Наблюдающееся в последнее время расширение назоареала в Дергачевском, Ершовском, Озинском, Пугачевском, Питерском, Ивантеевском, Краснокутском, Советском и Федоровском районах области, расположенных в ландшафтной зоне сухой степи, может объясняться изменениями, происходящими в этих районах под влиянием, прежде всего, антропогенных факторов, таких как создание новых лесных биотопов (аграрные лесные полосы, защитные лесополосы вдоль железных и автомобильных дорог), строительство гидромелиоративных сооружений [Постановление Губернатора Саратовской области от 29.12.2018 № 590], что приводит, в том числе, к количественным и качественным изменениям фауны грызунов [Шилов М.М., 2004] и появлению новых очаговых по ГЛПС территорий [Попов Н.В. и др., 2002]. Анализ литературных и статистических данных, а также обработка результатов эпизоотологического мониторинга (2010–2023 гг.) позволяют судить о циркуляции хантавируса в Саратовской области, которая обуславливает сохраняющееся эпидемиологическое неблагополучие по ГЛПС среди жителей области.

3.2. Сравнительный анализ вспышек ГЛПС (1986, 2014, 2019 гг.)

Ретроспективный эпидемиологический анализ состояния заболеваемости ГЛПС на территории Саратовской области позволяет выделить три крупные вспышки, возникшие в 1986 г. (2 349 случаев заболевания), 2014 г. (1 125), 2019 г. (2 702) [Чумачкова Е.А. и др., 2021].

Первая значительная вспышка ГЛПС в области отмечена в **1986 г.**: заболели 2 349 человек, интенсивный показатель заболеваемости превысил средний многолетний уровень по области в 8,5 раза и составил 89,3 на 100 тыс. населения (при среднем по РФ – 5,2; по ПФО – 20,48). Заболевшие ГЛПС выявлены в 16 административных образованиях области (Таблица 4, Рисунок 12).

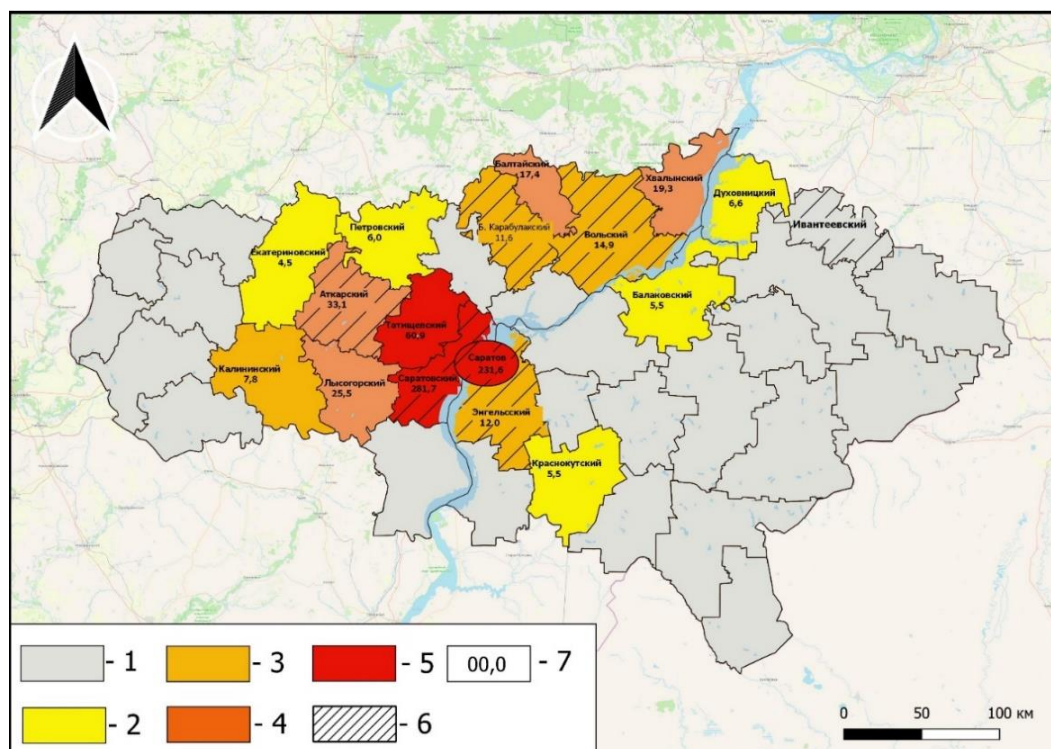


Рисунок 12 – Картограмма эпидемических и эпизоотических проявлений ГЛПС в 1986 г. по АТО Саратовской области:

1 – отсутствие заболеваемости; 2 – низкий уровень заболеваемости (0,0–7,16); 3 – средний уровень заболеваемости (7,17–17,36); 4 – высокий уровень заболеваемости (17,37–51,61); 5 – очень высокий уровень заболеваемости (51,62–747,57); 6 – выявление инфицированных хантавирусом носителей; 7 – показатель заболеваемости ГЛПС населения района (на 100 тыс. населения района)

Очень высокий уровень заболеваемости имел место в г. Саратове, с интенсивным показателем 231,6 на 100 тыс. городского населения (2 102 случая) и Саратовском районе (в 2022 г. преобразован в Гагаринский район) с показателем 281,7 на 100 тыс. населения района (129 случаев). На долю г. Саратова приходилось 89,4 % заболевших в области, что объясняется чрезвычайной активизацией в 1986 г. природного очага ГЛПС в зеленой зоне города.

Анализ ежемесячной статистики в 1986 г. позволил определить, что подъем заболеваемости ГЛПС начался в мае – 62 случая. В последующие три месяца (июнь – август) число заболевших увеличивалось и достигло пика в сентябре – 672 случая, затем количество вновь выявляемых больных стало снижаться и в декабре составило 19 случаев. Динамика заболеваемости ГЛПС в 1986 г. имела четко выраженную летне-осеннюю сезонность, что наглядно продемонстрировано на Рисунке 13.

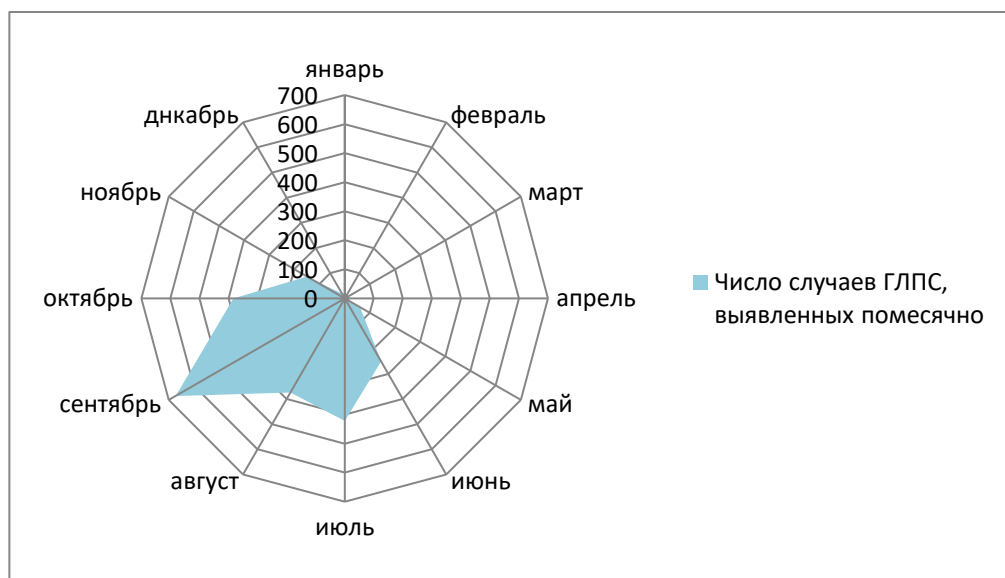


Рисунок 13 – Помесячная заболеваемость ГЛПС в Саратовской области в 1986 г.

Наибольший удельный вес в структуре эпидемиологических типов заражения занимал садово-дачный – 26,9 %, в меньшей степени, но также на значительном уровне, отмечались лесной тип – 22,6 % и бытовой – 14,4 %, наименьшие доли приходились на лагерный и производственный типы – 7,3 и 7,1 % соответственно. Неустановленным тип заражения остался у 21,7 % заболевших. В начале вспышки (май – июль) преобладал лесной тип заражения; в середине вспышки (август – сентябрь) – садово-дачный; в период угасания вспышки (октябрь – ноябрь) – бытовой тип. Наибольший удельный вес лагерного типа наблюдали в июле и августе, что совпадает со временем организованного отдыха детей в загородных оздоровительных учреждениях, расположенных в зеленой зоне г. Саратова. Доминирование того или иного эпидемиологического типа в различные сезоны объясняется преобладанием природных, урбанистических и жилищных факторов заражения при контакте человека с носителями. Поздняя весна и лето характеризуются активным посещением населения лесных зон с рекреационной целью, конец лета – начало осени – сбором урожая на дачных участках, с наступлением холодного сезона – активной миграцией грызунов в жилища человека. Все перечисленные факторы способствуют контакту населения с носителями и реализации того или иного механизма заражения.

Распределение больных ГЛПС по возрасту свидетельствовало о значительной вовлеченности в эпидемический процесс молодых людей в возрастных группах 20–29 и 30–39 лет, которые в сумме составили 48,3 % от числа всех зарегистрированных случаев [Бережнов А.З. и др., 1988]. Причем в структуре заболеваемости преобладали

среднетяжелые формы, которые составляли 60 % случаев, легкие формы регистрировались в 25 % случаев, в тяжелой форме заболевание протекало в 15 % случаев. У переболевших выявляли антитела к Puumala virus [Коротков В.Б. и др., 1996].

Согласно литературным источникам, причины возникновения вспышки связаны с интенсивной эпизоотией ГЛПС, возникшей в основном в популяциях рыжей полевки в результате чрезвычайной высокой численности и инфицированности хантавирусом. Индекс эпизоотической активности, рассчитанный с учетом числа обследованных грызунов, и процента положительных на хантавирус носителей в 1986 г. составил для всех видов грызунов 16,37 (при среднем многолетнем значении – 2,79); для рыжей полевки – 15,73 (при среднем многолетнем значении – 2,47) [Коротков В.Б., 1994].

Особенно высокая численность и инфицированность хантавирусом разных видов мышевидных грызунов наблюдалась в зеленой зоне г. Саратова. В апреле на территории лесопарка «Кумысная поляна» началось интенсивное размножение грызунов (беременные самки составляли 89 % со средним числом эмбрионов – 6) [Тарасов М.А., 2012]. В начале мая численность достигла 22,4 %, к середине мая – 34,0 %, в июле – 60 %, высокий темп размножения сохранялся до августа [Тарасов М.А., 2012]. Индекс доминирования рыжей полевки достигал весной 52–62 %, в августе – сентябре – 92–100 %. Отмечалась высокая инфицированность грызунов хантавирусом – от 37 до 61 % по отдельным биотопам, в среднем – 27 %. Инфицированность рыжей полевки в апреле составляла 35,8 %, в мае – доходила до 50 %, в июле – августе держалась на уровне 46,5 %, в осенние месяцы снизилась до 15,7 % [Коротков В.Б. и др., 1996].

Среди вероятных причин активизации природного очага ГЛПС в зеленой зоне г. Саратова можно назвать благоприятные погодные и кормовые условия в зимний сезон 1985/1986 гг. Сочетание климатических факторов: большого количества осадков (в декабре – 56,4 мм, январе – 81,0 мм, феврале – 35,0 мм) и отрицательных значений температуры атмосферного воздуха, способствующие выпадению осадков преимущественно в виде снега (в декабре – минус 5,7 °С, январе – минус 7,6 °С, феврале – минус 13,5 °С), привело к формированию устойчивого высокого снежного покрова (в декабре – 12,5 мм, январе – 40,4 мм, феврале – 56,9 мм). Такие условия обеспечили защиту от хищников, отсутствие гололедных явлений, сохранение и доступность семенного корма. Данные обстоятельства оказались благоприятными для зимнего подснежного размножения рыжей полевки, характерного для этого вида, что привело

к значительному росту численности основного носителя. Перечисленные факторы вызвали осложнение эпизоотической обстановки, что повлекло за собой вспышку ГЛПС среди жителей г. Саратова и Саратовского района [Добло А.Д., 2000].

Таким образом, первая крупная вспышка ГЛПС в Саратовской области зарегистрированная в 1986 г., с наибольшим удельным весом заболевших в г. Саратове и Саратовском районе, характеризовалась четко выраженной летне-осенней сезонностью. Этиологическим агентом тогда выступил Puumala virus.

Следующая крупная вспышка заболевания произошла в Саратовской области в **2014 г.**, когда уровень заболеваемости ГЛПС в 9,6 раза превысил аналогичный показатель 2013 г. (44,89 на 100 тыс. населения в 2014 г. против 4,67 на 100 тыс. населения в 2013 г.) и оказался выше среднего многолетнего уровня заболеваемости в области (6,9 на 100 тыс. населения) в 6,5 раза. Диагноз подтвержден у 1 125 человек, проживающих в 29 районах и в областном центре – г. Саратове. Наибольшая заболеваемость наблюдалась в Татищевском (359,5 на 100 тыс. населения района), Петровском (110,5), Аткарском (89,6), Саратовском (77,4), Лысогорском (65,8), Калининском (55,5) районах. Высокая заболеваемость отмечена в г. Саратове – 93,72 на 100 тыс. городского населения (Рисунок 14). При анализе персонифицированных данных заболевших по месту предполагаемого заражения ГЛПС в г. Саратове установлен преобладающий фактор заражения ГЛПС – посещение заболевшими природного очага – лесопарка «Кумысная поляна».

При анализе помесячного распределения заболеваемости в 2014 г. (Рисунок 15) отмечено, что подъем начался в июле (50 случаев), пик заболеваемости пришелся на ноябрь (329 случаев). Относительно вспышки 1986 г. отмечено смещение сезонных проявлений в сторону более характерного для области осеннего роста заболеваемости.

При изучении клинических данных отмечено, что болезнь протекала тяжелее, чем во время предыдущей крупной вспышки, за счет увеличения доли среднетяжелых форм течения болезни (68,5 % – в 2014 г., против 60 % – в 1986 г.) и снижения доли легких форм (16,9 % – в 2014 г., против 25 % – в 1986 г.). Удельный вес тяжелых форм в 2014 г. (14,6 %) в структуре заболеваемости не отличался от уровня 1986 г. (15 %).

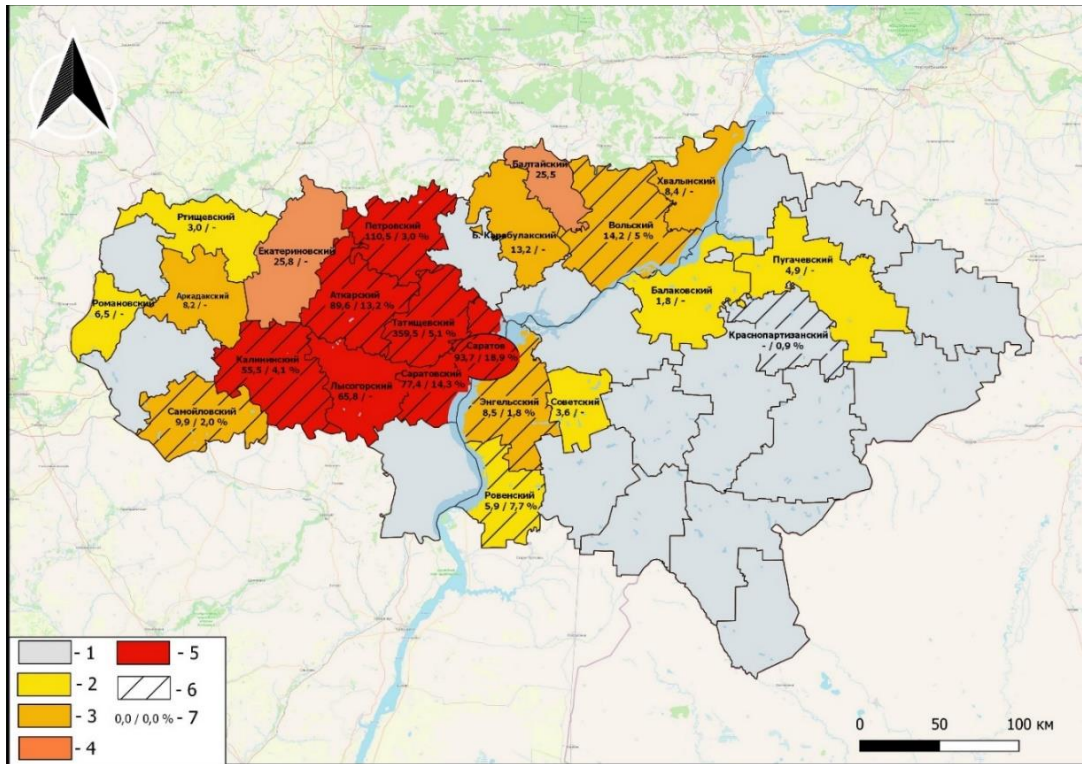


Рисунок 14 – Картограмма эпидемических и эпизоотических проявлений ГЛПС в 2014 г. по АТО Саратовской области:

1 – отсутствие заболеваемости; 2 – низкий уровень заболеваемости (0,0–7,16); 3 – средний уровень заболеваемости (7,17–17,36); 4 – высокий уровень заболеваемости (17,37–51,61); 5 – очень высокий уровень заболеваемости (51,62–747,57); 6 – выявление инфицированных хантавирусом носителей; 7 – показатель заболеваемости ГЛПС населения района (на 100 тыс. населения района) / % инфицированных носителей, выявленных в районе

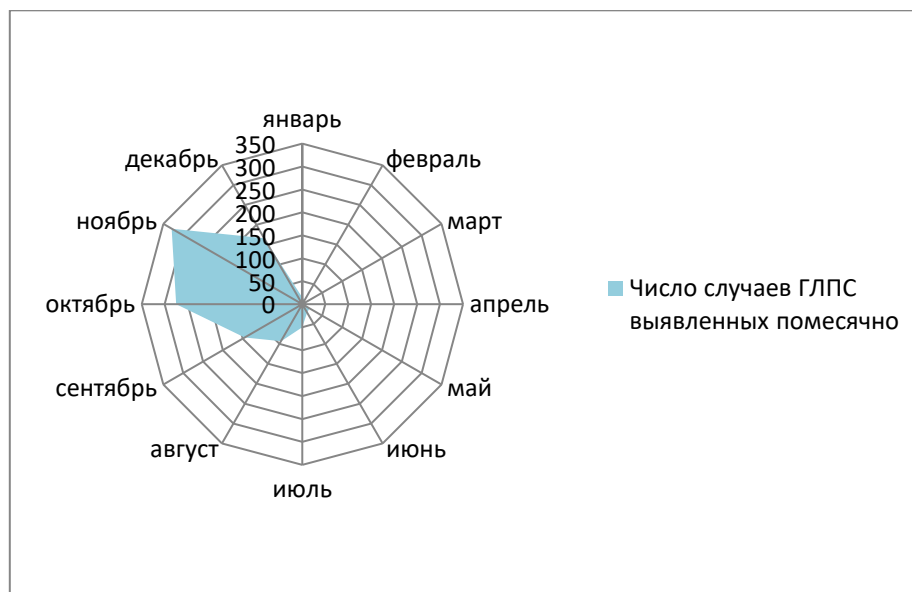


Рисунок 15 – Помесячная заболеваемость ГЛПС в Саратовской области в 2014 г.

При анализе доли влияния каждого типа заражения на уровень заболеваемости в 2014 г. прослеживается преобладание лесного и бытового типов. Так, удельный вес лесного типа заражения составил 40,3 %, бытового – 33,3 %, садово-дачного – 23,3 %, сельскохозяйственного – 1,3 %, что соответствовало многолетним данным по области.

Из всех заболевших наиболее уязвимыми оказались лица двух возрастных групп – 20–29 лет и 30–39 лет, их количество было примерно одинаковым и в совокупности составило 50,5 %. В возрастной структуре доли остальных групп оказались меньше и распределились в порядке убывания следующим образом: 40–49 лет – 18,2 %, 50–59 лет – 15,6 %, 60 лет и старше – 9,9 %, дети и подростки – 5,8 %. Вовлечение в эпидемический процесс лиц молодого возраста свойственно заболеваемости ГЛПС в области как во вспышечные годы, так и в годы относительного благополучия по ГЛПС.

Существенно, что вспышка 2014 г. была результатом активации эпизоотического процесса в осенний период. Показатель инфицированности мелких млекопитающих осенью 2014 г. (6,95 %) оказался выше в 2,2 раза среднего арифметического значения аналогичного показателя за десятилетний период предшествующей вспышки (3,16 %) и свидетельствовал о более высокой интенсивности эпизоотий ГЛПС [Рябова А.В. и др., 2014, 2015]. Наибольшая инфицированность выявлена в зеленой зоне г. Саратова (18,9 %), Саратовском (14,3 %), Аткарском (13,2 %), Ровенском (7,7 %) и Татищевском (5,1 %) районах, как показано на Рисунке 14. При анализе картосхемы эпидемических и эпизоотических проявлений ГЛПС в Саратовской области в 2014 г. отмечено совпадение районов с максимальным показателем инфицированности грызунов возбудителем ГЛПС и районов с наибольшей заболеваемостью ГЛПС среди населения, за исключением Ровенского района, где, тем не менее, показатель заболеваемости ГЛПС был достаточно высок – 5,9 на 100 тыс. населения. Обращают на себя внимание территории области, находившиеся в эпицентре высокого (Лысогорский район) и среднего (Екатериновский, Балтайский районы) уровня заболеваемости ГЛПС, но не вовлеченные в эпизоотический процесс. Данный факт свидетельствует, по-видимому, о недостаточном охвате потенциально энзоотичных территорий эпизоотологическим мониторингом.

Возбудителем вспышки, как и прежде, выступал *Puumala virus*, что подтверждено молекулярно-генетическими исследованиями полевого и клинического материала [Кресова У.А., 2014].

Таким образом, на территории Саратовской области в период вспышки ГЛПС в 2014 г. при сравнении со вспышкой 1986 г. выделяются характерные отличительные признаки. Так, наиболее интенсивные эпидемические проявления ГЛПС в 2014 г. наблюдались в районах, в которых во время предыдущей вспышки 1986 г. максимальные значения заболеваемости не регистрировались: в Татищевском, Петровском, Аткарском, за исключением г. Саратова и Саратовского района, в котором высокие показатели заболеваемости ГЛПС наблюдались и в 1986 г. Инфекция сопровождалась более тяжелым течением по сравнению с 1986 г. и характеризовалась большим числом среднетяжелых и меньшим числом легких форм. Развитие эпидемического процесса отличалось осенне-зимней сезонностью, сопровождавшейся высокими показателями численности и инфицированности мелких млекопитающих в осенний период именно в тех АТО (г. Саратов, Аткарский, Татищевский и другие районы), где выявлен высокий уровень заболеваемости ГЛПС. Вероятными причинами, повлиявшими на рост эпизоотической активности в осенний период, так же, как и в предыдущей вспышке (1986 г.), можно считать климатические изменения. Однако во вспышке 2014 г. первостепенную роль оказали климатические условия, сложившиеся в предшествующий эпидемическим осложнениям летний сезон. Летнее размножение мелких млекопитающих напрямую зависит от влагообеспеченности и наличия сочного зеленого корма для грызунов. Так, средняя температура воздуха в летние месяцы 2014 г. равнялась или была несколько ниже средних многолетних показателей на 3–5 °С, а количество осадков в июне и августе в ряде районов превышало климатическую норму на 112–207 %, что не характерно для Саратовской области, на территории которой влияние экстремального фактора – летнего дефицита влаги – является определяющим в формировании засушливого климата.

Следующая вспышка ГЛПС, зарегистрированная на территории Саратовской области, произошла в **2019 г.** и оказалась самой крупной. Тогда отмечено максимальное число заболевших ГЛПС за весь период наблюдения – 2 702 человека и зафиксировано 3 случая смертельного исхода заболевания. Крайне напряженная эпидемиологическая обстановка в области характеризовалась показателем заболеваемости, который составил 110,02 на 100 тыс. населения, при среднем многолетнем (1980–2023 гг.) уровне в 9,73 на 100 тыс. населения [Иванова А.В. и др., 2020].

Больные выявлены в 30 АТО области (Таблица 4), в том числе во всех административных районах Правобережья, за исключением Романовского (Рисунок 16),

значительно удаленного от районов с высоким уровнем заболеваемости ГЛПС и по результатам ранжирования, отнесенного к АТО с низким уровнем заболеваемости ГЛПС (Таблица 5). Кроме того, Романовский район расположен в самой западной части области на границе с Тамбовской областью, на территории которой больные ГЛПС регистрируются нерегулярно, а средний многолетний (2010–2023 г.) уровень заболеваемости (1,27 на 100 тыс. населения) был ниже, чем в Российской Федерации [Мутных Е.С. и др., 2014; Ляпина Е.П. и др., 2021].

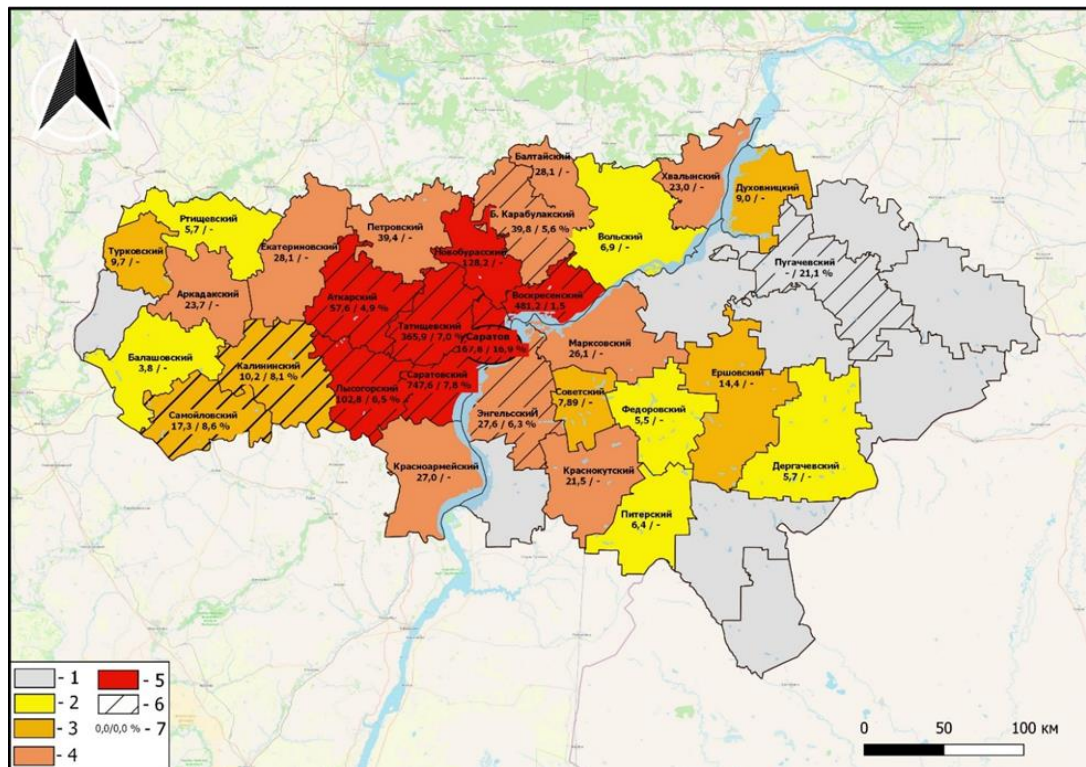


Рисунок 16 – Картограмма эпидемических и эпизоотических проявлений ГЛПС в 2019 г. по АТО Саратовской области:

1 – отсутствие регистрации заболеваемости; 2 – низкий уровень заболеваемости (0,0–7,16); 3 – средний уровень заболеваемости (7,17–17,36); 4 – высокий уровень заболеваемости (17,37–51,61); 5 – очень высокий уровень заболеваемости (51,62–747,57); 6 – выявление инфицированных хантавирусом носителей; 7 – показатель заболеваемости ГЛПС населения района (на 100 тыс. населения района) / % инфицированных носителей, выявленных в районе

Подавляющее большинство случаев заболевания во вспышке зарегистрировано среди жителей г. Саратова (1 393) и Саратовского района (378), что составило 65,5 % от общего числа заболевших в области [Иванова А.В. и др., 2020]. Среди заболевших

жителей г. Саратова и Саратовского района 83,0 % связывали заболевание ГЛПС с посещением территории лесопарка «Кумысная поляна» или прилегающих к нему участков.

В области наиболее высокие показатели заболеваемости ГЛПС, как и в предыдущие годы вспышек (1986, 2014 гг.), оказались в Саратовском (747,6 на 100 тыс. населения района), Воскресенском (481,2), Татищевском (365,9), Новобурасском (128,2), Лысогорском (102,8) районах и г. Саратове (167,8). Перечисленные АТО граничат друг с другом, что наглядно продемонстрировано на Рисунке 16, и располагаются в лесостепи и степи, то есть в благоприятных для обитания основных носителей хантавируса ландшафтных зонах. При этом в 2019 г. заболевания регистрировались в районах Левобережья, которые в межвспышечный период оставались благополучными по ГЛПС, заболевших выявили в Дергачевском, Духовницком, Ершовском, Питерском районах, в которых до 2019 г. заболеваемость ГЛПС регистрировалась крайне редко (Таблица 4).

В 2019 г. рост заболеваемости отмечен с начала мая, а максимальное количество заболевших – 74,6% (2 017 случаев) зарегистрировано с мая по август (Рисунок 17).

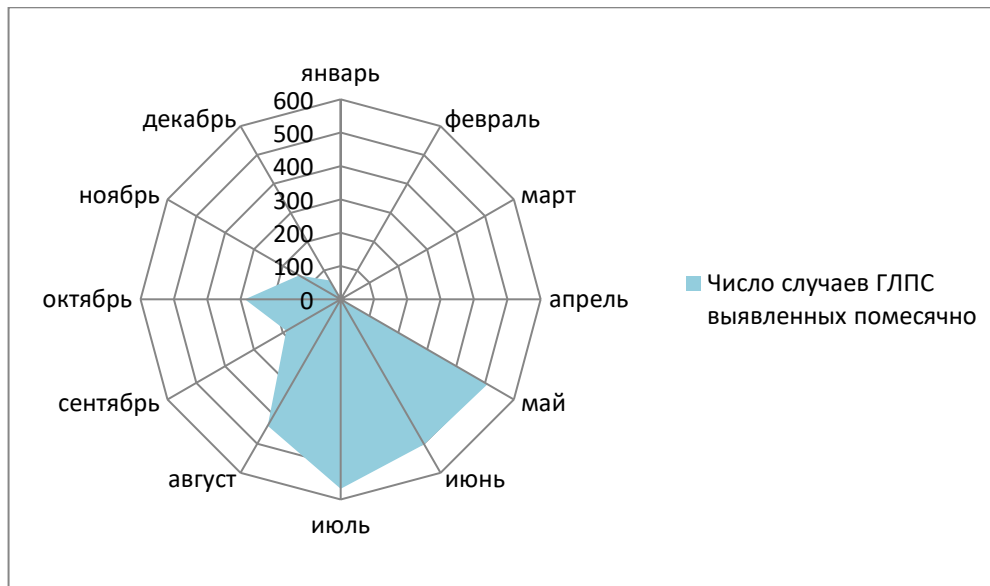


Рисунок 17 – Помесячная заболеваемость ГЛПС в Саратовской области в 2019 г.

В последующие месяцы наблюдалось снижение заболеваемости с показателями, многократно превышающими среднемноголетние значения [Иванова А.В. и др., 2020]. В многолетнем аспекте летняя сезонность ГЛПС крайне нехарактерна для Саратовской

области, максимальное количество новых случаев приходилось, как правило, на сентябрь-ноябрь, за исключением 1986 г., когда тоже наблюдался летне-осенний подъем заболеваемости ГЛПС.

Максимальное количество заболевших ГЛПС, как и прежде, фиксировалось в возрастных группах от 20 до 49 лет, что составило 64,8 % всех случаев заболевания. Наиболее восприимчивыми к заражению традиционно оказались мужчины, составившие 65,9 % случаев (1 783 человека). По сравнению с предыдущими вспышками заболевания в этот раз значительно преобладали среднетяжелые формы, составившие 96,34 %, при этом по степени клинических проявлений ГЛПС тяжелые формы зафиксированы у 3,2 % больных, легкие – у 0,46 %. По типам заражения в 2019 г. среди жителей Саратова и Саратовского района отмечено преобладание лесного (36,35 %) и садово-дачного (32,0 %) типов, в то время как среди населения других районов области – бытовой тип заражения (52,4 %), что согласуется с данными, полученными при сравнении с предыдущими вспышками [Иванова А.В. и др., 2020]. Особенности эпидемиологических типов заражения населения различных АТО объясняются данными анамнеза. Так, у жителей г. Саратова и Саратовского района заражение чаще происходило при посещении леса и дач, сконцентрированных в активном природном очаге лесопарка «Кумысная поляна» и его окрестностях. Среди жителей других районов, расположенных также на природно-очаговых территориях, контакт с грызунами чаще возникал в быту, в основном в частных домовладениях.

Рекордная вспышка заболеваемости ГЛПС населения Саратовской области в 2019 г., как и в 1986 г., была спровоцирована подъемом численности и инфицированности носителей, в первую очередь рыжей полевки, в результате интенсивного зимнего (подснежного) размножения с последующим массовым расселением грызунов в природных биотопах. В целом по области процент попадания в орудия лова составил весной 32,1 % (выше среднемноголетнего уровня в 2,2 раза), осенью – 43,9 %, (выше в 1,4 раза). Индекс доминирования рыжей полевки также возрос и составил весной 30,2 %, (при среднем многолетнем уровне 27,4 %), осенью – 43,9 % (38,2 %). Инфицированные хантавирусом носители превысили вдвое средний многолетний уровень и достигли значений весной 13,6 % (при среднем многолетнем уровне 7,9 %), осенью – 8,8 % (3,3 %).

К расширению эпизоотии в 2019 г., охватившей большие площади лесов, привела высокая миграционная активность грызунов, в том числе инфицированных вирусом ГЛПС в условиях перенаселения. К апрелю численность грызунов достигла уже 57,0 % попадания в орудия лова (весной 2018 г. – 10 % попадания в орудия лова); на отдельных участках фиксировались очаговые увеличения численности грызунов до 50–70 % попадания в орудия лова [Иванова А.В. и др., 2020]. В холодный период года в популяции грызунов произошли изменения половозрастной структуры – в ранневесенний период большая часть оказалась представлена молодыми особями – сеголетками, которые в марте – апреле вступили в размножение. Из-за благоприятных условий обитания в весенний период интенсивность размножения рыжей полевки составляла 404 эмбриона на 100 половозрелых самок, что выше многолетнего уровня (364 эмбриона), в результате индекс доминирования рыжей полевки составил 58,8 %, а инфицированность этого основного носителя – 18,6 % [Иванова А.В. и др., 2020].

Эпизоотологический мониторинг территории лесопарка «Кумысная поляна» показал, что в зимне-весенний период 2019 г. численность мелких млекопитающих возросла до 37,8 % попадания в орудия лова, что на данной территории по сравнению с аналогичным периодом 2018 г. оказалась выше в 1,7 раза. Индекс доминирования рыжей полевки, в свою очередь, превысил среднемноголетние значения в 1,3 раза и достиг значений 55,6–83,3 % в отдельных биотопах.

При расследовании вспышки на территории Саратовской области в 2019 г. в ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора были применены молекулярно-генетические исследования: проведено генотипирование 6 РНК изолятов хантавирусов от больных ГЛПС и 3 РНК изолятов от грызунов. Образцы для исследований получены из полевого материала, собранного в мае – октябре на территории лесопарка «Кумысная поляна», и проб крови пациентов, проходивших лечение с диагнозом «ГЛПС». Секвенированные специфические фрагменты последовательности нуклеиновых кислот клинического и полевого материалов имели высокую степень подобия геномов и соответствуют *Puumala virus*. Проведен филогенетический анализ полученных геномов вируса от носителей в сравнении с геномами хантавирусов, представленными в международной базе данных NCBI GenBank. Установлено родство по сегменту S и образование общего кластера с хантавирусами,

выделенными на территории республик Башкортостан, Удмуртия, Татарстан, Пензенской, Самарской и Ульяновской областей [Краснов Я.М. и др., 2024], что подтверждает единство происхождения и территориальную приуроченность штаммов *Puumala virus* к субъектам ПФО, на территории которых расположены природные биотопы их носителей.

Аналогичные выводы сделаны специалистами ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора [Яшина Л.Н. и др., 2021] при изучении биологического материала, полученного при расследовании вспышки ГЛПС в г. Саратове в 2019 г.

Таким образом, характерными особенностями вспышки ГЛПС 2019 г. следует считать, в первую очередь, масштаб эпидемических проявлений – число заболевших ГЛПС было рекордным за все время наблюдения за ГЛПС в области. Не типичными при данной вспышке оказались раннее (уже в мае) начало подъема заболеваемости и длительность течения вспышки (май – декабрь). Приуроченность большинства случаев заражения к территории лесопарка «Кумысная поляна» обусловлена высокой долей заражения жителей областного центра и примыкающего к нему Саратовского района [Иванова А.В. и др., 2020; Чумачкова Е.А. и др., 2021]. Как и прежде, причиной резкого ухудшения эпидемиологической ситуации по ГЛПС в 2019 г. в области послужили рост численности основного носителя хантавирусов – рыжей полевки в природном очаге (ИД = 68,8 %), увеличение доли молодых особей, расселение полевки за пределы оптимальных биотопов, из-за интенсивных внутри- и межвидовых контактов зверьков – увеличение показателя инфицированности грызунов, доходившего до 89,8 % по отдельным биотопам.

Таким образом, в ходе проведения сравнительного анализа заболеваемости ГЛПС в Саратовской области в годы резкого подъема (1986, 2014, 2019 гг.) нами выделены общие и отличительные характеристики эпидемического процесса.

К особенностям эпидемических проявлений ГЛПС в период вспышек можно отнести: смещение сезонности в 1986 и 2019 гг. с устоявшейся в области осенне-зимней на летне-осеннюю. Доминирование лесного и садово-огородного типов заражения в 1986 и 2019 гг., лесного типа – в 2014 г. Неизменными отличительными особенностями трех вспышек является преобладание в структуре заболевших жителей г. Саратова и Саратовского района в совокупности с лесным типом заражения. Фактором,

способствовавшим широкому распространению инфекции на данных АТО, является активное использование лесных массивов как зоны отдыха, в том числе лесопарка «Кумысная поляна», где в годы вспышек регистрировали самую высокую инфицированность грызунов по области.

При этом структура заболеваемости (преобладание лиц трудоспособного возраста мужского пола) и тяжесть проявлений ГЛПС (среднетяжелые формы заболевания) не менялась. Следует отметить, что данные характеристики эпидемического процесса соотносятся с проявлением ГЛПС в годы относительного эпидемиологического благополучия.

При обобщении данных анализируемых вспышек закономерности эпидемического процесса в виде циклично протекающих подъемов заболеваемости в многолетнем аспекте не установлено. При анализе обращает на себя внимание факт увеличения с каждой последующей вспышкой площади территорий Саратовской области с эпизоотическими и эпидемическими проявлениями ГЛПС. В динамике в многолетнем аспекте очевидно расширение ареала ГЛПС на новые территории и регистрация заболеваемости в районах, ранее свободных от ГЛПС, данное явление максимально проявляется в годы вспышек. Анализ статистических данных позволил установить увеличение числа районов с регистрацией случаев заражения ГЛПС среди населения области (1986 г. – 16; 2014 г. – 29; 2019 г. – 30) и увеличение количества районов, где выявляют циркуляцию возбудителя ГЛПС у носителей (1986 г. – 7; 2014 г. – 11; 2019 г. – 11). Кроме того, данные эпидемиологического надзора за ГЛПС указывают на существенную разницу в количестве районов с регистрацией заболеваемости среди населения (35) и обнаружением инфицированных носителей (23), что свидетельствует о недостаточно проводимом мониторинге за ГЛПС на территории Саратовской области.

В целом можно говорить о большей схожести основных характеристик вспышек 1986 и 2019 гг. (число заболевших, сезонность, доминирующий тип заражения), отличающихся от вспышки 2014 г., для которой в большей степени присущи общие характерные для Саратовской области эпидемические проявления ГЛПС.

3.3. Ведущие факторы, влияющие на интенсивность эпидемических проявлений ГЛПС (влияние биотических и абиотических факторов)

Интенсивность эпидемических проявлений ГЛПС, как любого природно-очагового заболевания, напрямую зависит от вовлечения человека в эпизоотический процесс. Ситуация, характеризующая эпизоотическую активность природных очагов, несомненно, связана с влиянием целого комплекса биотических и абиотических факторов, определяющих биоценоотическую структуру природного очага и необходимых для функционирования паразитарной системы [Черкасский Б.Л. и др., 1988]. Эпизоотическая активность очагов ГЛПС связана с такими биотическими факторами, как численность популяции мелких млекопитающих, видовой состав носителей, многолетняя и сезонная динамика их численности, интенсивность размножения, состояние кормовой базы, инфицированность грызунов хантавирусом [Попов Н.В. и др., 2002; Слонова Р.А. и др., 2008; Чекашов В.Н. и др., 2020]. Существенное влияние на биотические факторы оказывают ландшафтные особенности, определяющие экологические условия обитания носителей ГЛПС в конкретный период времени на определенной территории. Учитывая тот факт, что для циркуляции хантавируса характерна специфическая гостальность, ландшафтная приуроченность активных природных очагов ГЛПС в Саратовской области связана с экосистемами лесостепи, то есть в биотопах, оптимальных для жизнедеятельности основного носителя – рыжей полевки. Изучая основные факторы, определяющие динамику активности очагов ГЛПС и заболеваемости людей, необходимо учитывать не только качественные, но и количественные характеристики этих факторов, а также их взаимосвязь.

Нами проанализированы годовые показатели, характеризующие эпизоотическую активность природных очагов ГЛПС: процент попадания мелких млекопитающих, индекс доминирования рыжей полевки, инфицированность хантавирусом всех мелких млекопитающих, вовлеченных в эпизоотический процесс, отдельно – инфицированность рыжей полевки во вспышечные годы (1986, 2014, 2019 гг.) и годы, предшествующие вспышкам (1982–1985, 2010–2013, 2015–2018 гг.), и сопоставлены с показателями заболеваемости за аналогичные периоды. Показатели приведены в Таблице 7.

Таблица 7 – Показатели изучаемых биотических факторов и показатели заболеваемости ГЛПС населения Саратовской области в отдельные годы

Год	Численность носителей (% попадания)	Индекс доминирования рыжей полевки (%)	Инфицированность носителей вирусом ГЛПС (%)	Относительный показатель количества инфицированных носителей	Инфицированность рыжей полевки вирусом ГЛПС (%)	Относительный показатель количества инфицированной рыжей полевки	Заболеваемость населения ГЛПС (на 100 тыс. населения)
1982	5,38	7,46	2,79	15,01	2,47	18,42	2,0
1983	8,08	7,09	2,6	21,01	2,6	18,43	1,6
1984	5,46	13,0	4,61	25,17	3,33	43,29	1,04
1985	2,61	2,28	1,17	3,05	1,47	3,35	1,3
1986	10,21	38,8	16,37	167,14	15,73	610,32	89,3
2010	13,65	7,78	0,6	8,19	8,0	62,24	1,52
2011	17,55	13,4	0,36	6,32	2,7	36,18	1,44
2012	27,1	31,9	4,48	121,41	11,48	366,21	6,19
2013	21,59	22,8	4,02	86,79	9,9	225,72	4,67
2014	39,23	60,4	9,1	356,99	13,29	802,72	44,89
2015	18,68	26,82	6,67	124,59	12,12	325,06	10
2016	17,88	2,9	2,60	46,49	40,0	116	3,01
2017	33,56	21,7	7,19	241,29	5,67	123,04	4,38
2018	15,44	17,4	0,99	15,29	5,71	99,35	5,02
2019	38,58	44,7	19,89	767,36	35,69	1595,34	110,02

Для определения взаимосвязи заболеваемости населения ГЛПС с каждым исследуемым биотическим фактором был вычислен парный коэффициент ранговой корреляции Спирмена (КРК) [Лакин Г.Ф., 1990], позволяющий отразить силу и направление связи между двумя признаками. Данные расчетов приведены в Таблице 8.

Таблица 8 – Значения коэффициента ранговой корреляции Спирмена между биотическими факторами и заболеваемостью населения ГЛПС

Биотические факторы	Численность носителей (% попадания)	Индекс доминирования рыжей полевки (%)	Инфицированность носителей вирусом ГЛПС (%)	Относительный показатель количества инфицированных носителей	Инфицированность рыжей полевки вирусом ГЛПС (%)	Относительный показатель количества инфицированных рыжих полевков
КРК	0,670	0,839	0,662	0,804	0,757	0,900

Все полученные коэффициенты ранговой корреляции больше его критического значения (0,66) для уровня значимости 1 % и объема выборки $n = 15$ [Лакин Г.Ф., 1990]. Таким образом, между заболеваемостью ГЛПС и перечисленными факторами достоверно установлено наличие положительной корреляционной связи.

Из данных Таблицы 8 следует, что заболеваемость населения в большей степени связана [Славин М.Б., 1989] с индексом доминирования рыжей полевки – коэффициент корреляции составил 0,839 (высокий уровень связи), далее, в порядке убывания – с показателем инфицированности рыжей полевки вирусом ГЛПС – 0,757 (высокий уровень связи), численностью носителей – 0,670 (средний уровень связи), инфицированностью носителей вирусом – 0,662 (средний уровень связи). С целью поиска факторов, в наибольшей степени связанных с интенсивностью эпидемических проявлений ГЛПС, были рассчитаны относительные показатели количества инфицированных носителей и количества инфицированных рыжих полевок (Таблица 7). В результате проведенных расчетов установлена высокая величина корреляционной связи (0,804) между заболеваемостью ГЛПС и относительным показателем количества инфицированных носителей и очень высокая (0,900) – между заболеваемостью ГЛПС и относительным показателем количества инфицированных рыжих полевок (Таблица 8).

Таким образом, результаты наших исследований подтверждают ранее сделанный вывод, что эпизоотическая активность очагов только от численности грызунов не зависит, увеличиваясь лишь при сочетании высокой численности и инфицированности основных носителей [Тарасов М.А., 2012]. Значительный рост численности разных видов мелких млекопитающих, выступающих в качестве основных и второстепенных носителей вируса ГЛПС, способствует увеличению контактов грызунов друг с другом, что приводит к росту численности активных вирусоносителей, распространению вирусов ГЛПС в пространстве и, в конечном итоге, – к росту активности природных очагов и интенсивным эпидемическим проявлениям.

Замечено, что в годы высокой численности и инфицированности носителей происходят вспышки ГЛПС. Как видно из Таблицы 7, в отдельные годы на фоне совокупности факторов: максимальной численности мелких млекопитающих (1986 г. – 10,21 %; 2014 г. – 39,23 %; 2019 г. – 38,58 %), доминирования в отловах основного носителя – рыжей полевки (1986 г. – 38,8 %; 2014 г. – 60,4 %; 2019 г. – 44,7 %), высокой инфицированности мелких млекопитающих (1986 г. – 16,37 %; 2014 г. – 9,1 %; 2019 г. –

19,89 %), в том числе рыжей полевки (1986 г. – 15,73 %; 2014 г. – 13,29 %; 2019 г. – 35,69 %), – возникали резкие ухудшения эпидемической ситуации. Отмечено, что в 1986, 2014, 2019 гг. количественные значения анализируемых биотических факторов превышали таковые в благополучные по ГЛПС годы, что привело к резкому обострению эпидемиологической обстановки и возникновению вспышек ГЛПС в области. Вместе с тем в годы высокой численности носителей вируса ГЛПС (2012 г. – 27,1 %; 2013 г. – 21,59 %; 2017 г. – 33,56 %), но незначительной их инфицированности (2012 г. – 4,48 %; 2013 г. – 4,02 %; 2017 г. – 7,19 %) активизации очагов ГЛПС не наблюдалось [Бернштейн А.Д. и др., 2010].

Ретроспективный анализ позволяет обнаружить пространственную неравномерность эпизоотических проявлений на территории области, то есть выявить отличия в основных показателях, характеризующих эпизоотический процесс в различных ландшафтных зонах, определяющих места обитания основных и второстепенных носителей. Так, при сопоставлении средних показателей в многолетнем аспекте (2010–2023 гг.) инфицированности мелких млекопитающих вирусом ГЛПС с ландшафтной приуроченностью установлено, что высокие значения инфицированности грызунов зарегистрированы в ландшафтных зонах лесостепи (3,6 %) и степи (3,5 %), значительно более низкие отмечены в ландшафтной зоне сухой степи (0,7 %). Значительно отличаются по районам также видовой состав и численность потенциальных вирусоносителей среди мелких млекопитающих. В ландшафтной зоне полупустынь, где рыжая полевка и полевая мышь не обитают, за анализируемый период инфицированных вирусом ГЛПС животных, естественно, не обнаруживали. Полученные результаты согласуются с данными районирования территории Саратовской области по величине показателя интенсивности эпидемических проявлений ГЛПС, то есть наиболее пораженные ГЛПС районы расположены в лесостепи и степи – там, где зарегистрированы наиболее эпидемически активные природные очаги этой инфекции.

В свою очередь, на активность природных очагов ГЛПС, помимо биотических, существенное влияние оказывают определенные абиотические факторы, в первую очередь, такие как температура окружающей среды, атмосферные осадки, высота снежного покрова и другие [Коломинов С.И. и др., 2009]. Названные абиотические факторы являются наиболее актуальными, так как определяют условия обитания грызунов и, что немаловажно для исследований, поддаются точному учету. Мягкие

и многоснежные зимы, малодоступность грызунов для хищников вследствие высокого снежного покрова, хорошая кормовая база, а также отсутствие паводка из-за затяжной весны во многом объясняют относительно высокие показатели численности и, соответственно, инфицированности грызунов в отдельные годы [Иванова А.В. и др., 2020]. Перечисленные аспекты указывают на очевидную роль абиотических факторов в вопросах выживаемости грызунов на природно-очаговых территориях [Шерстнев В.М., 2005].

Нами проанализированы основные климатические показатели (среднемесячная температура, атмосферные осадки, высота снежного покрова), определяющие характер погодных условий в годы вспышечной заболеваемости ГЛПС (1986, 2014, 2019 гг.), и средние многолетние показатели в периоды, предшествующие вспышкам (1981–1985, 2009–2013, 2014–2018 гг.), зафиксированные в холодные сезоны года (ноябрь – март) (Таблица 9).

Таблица 9 – Основные метеорологические характеристики по Саратовской области за различные временные периоды

Климатический показатель	Месяц года	Годовые периоды					
		Среднее многолетнее значение (1981–1985 гг.)	1985–1986 гг.	Среднее многолетнее значение (2009–2013 гг.)	2013–2014 гг.	Среднее многолетнее значение (2014–2018 гг.)	2018–2019 гг.
Среднемесячная температура воздуха (°С)	ноябрь	–0,5	–1,3	–0,3	3,6	–0,6	–1,9
	декабрь	0,3	–5,7	–5,7	–2,9	–4,3	–7,6
	январь	–7,0	–7,6	–8,9	–8,9	–8,6	–9,4
	февраль	–8,9	–13,5	–10,5	–8,8	–5,8	–5,7
	март	–3,9	–2,5	–4,1	0,2	–1,6	–0,2
Атмосферные осадки (мм)	ноябрь	52,2	74,2	32,1	15,0	57,9	7,2
	декабрь	36,6	56,4	38,7	17,5	45,5	114,6
	январь	32,8	81,0	59,4	47,2	49,9	106,3
	февраль	29,8	35,0	40,3	26,5	42,9	11,9
	март	26,2	0,7	56,2	38,8	30,3	58,2
Высота снежного покрова (см)	ноябрь	1,8	4,5	2,6	0	2,1	1,1
	декабрь	5,7	12,5	8,4	4,6	6,4	31,3
	январь	12,9	40,4	24,9	10,2	18,9	73,0
	февраль	20,8	56,9	38,4	20,9	28,4	83,3
	март	23,9	48,1	46,9	12,3	16,4	49,1

При рассмотрении значений климатических показателей (Таблица 9) обращает на себя внимание, что в зимние сезоны 1985/1986 гг. и 2018/2019 гг. в области наблюдались стабильно отрицательные среднемесячные температуры при обилии атмосферных осадков, во много раз превышающие средние многолетние значения, что вызвало формирование достаточно высокого снежного покрова, достигшего к февралю максимальных значений (56,9 см – в 1986 г.; 83,3 см – в 2019 г.). На основе анализа сведений об уровне высоты снежного покрова с 1980 по 2019 гг. выявлено, что его высота в сезон 1985/1986 гг. в 2,7 раза превышала среднемноголетние пиковые показатели, а в сезон 2018/2019 гг. – в 2,9 раза, чего не наблюдалось зимой 2013/2014 гг., когда высота снежного покрова была ниже среднего многолетнего уровня в 1,8 раза. Очевидно, что ключевым в формировании благоприятной среды для сохранения и размножения грызунов в зимний период является данный климатический фактор, обусловивший высокую численность носителей в весенний период 1986 и 2019 гг. [Иванова А.В. и др., 2020].

Сформировавшийся в зимние месяцы 1985/1986 гг. и 2018/2019 гг. высокий снежный покров помог пережить грызунам неблагоприятные условия зимнего периода. Условия в годы с малым количеством выпадающих осадков и, как следствие, невысоким снежным покровом делают нестабильным существование популяций мелких млекопитающих в Саратовской области, лишая грызунов в зимний период защиты от холода. Кроме того, хорошую выживаемость в зимний период обеспечивает обильная для мелких млекопитающих кормовая база в лесных биотопах. Отсутствие в зимние месяцы 1985/1986 гг. и 2018/2019 гг. характерной для Саратовской области многодневной оттепели с осадками в виде дождя и наступление впоследствии холода, приводящие к стаиванию снежного покрова и образованию на поверхности почвы притертой ледяной корки, также обеспечило доступность семенного корма для мелких млекопитающих и интенсивное подснежное размножение грызунов [Тарасов М.А., 2016]. Многочисленная популяция грызунов определила в подснежных коммуникациях частые контакты и условия для обмена возбудителем ГЛПС, что привело к увеличению инфицированности мелких млекопитающих. Таким образом, сочетание климатических факторов в зимний период привело к созданию оптимальных условий и обеспечило хорошую выживаемость грызунов и высокую численность ранней весной, что и объясняет начало вспышки в 1986 и 2019 гг. именно в весенний период.

В зимний сезон 2013/2014 гг. подобного сочетания климатических факторов в Саратовской области не наблюдалось. При значениях температур, соответствующих среднемесячным, и низких показателях атмосферных осадков (максимальное количество выпало в январе 2014 г. и оказалось ниже на 21 % средних многолетних значений) высота снежного покрова оказалась ниже средней климатической нормы (максимальная в январе 2014 г. – 20,9 см, при средних многолетних значениях в январе – 38,3 см).

Летний период 2014 г. в области характеризовался умеренно теплой погодой (средняя температура воздуха во все летние месяцы равнялась или была несколько ниже средних многолетних показателей: июнь – 19,2 °С, июль – 22,0 °С, август – 23,2 °С) и обильными осадками в июне и августе в ряде северных районов Правобережья и некоторых южных районах Левобережья (в июне выпало 65 мм осадков, 125 % от нормы; в августе – 56–93 мм, 112–207 % климатической нормы). Сложившиеся летом 2014 г. погодные условия привели к созданию хорошей кормовой базы для грызунов и способствовали росту численности их популяций. При достижении предела численности в стациях возникает повышенная конкурентная борьба и высокий уровень контактов между особями, повышающий миграционную активность и, как следствие, быстрый рост инфицированности носителей и расширение площадей эпизоотий. Таким образом, сложившиеся благоприятные для размножения грызунов погодные условия летом 2014 г. вызвали активизацию природных очагов ГЛПС на территории области и возникновение вспышки ГЛПС среди населения в осенне-зимний период.

Проведен корреляционный анализ взаимосвязей (рассчитаны коэффициенты корреляции Пирсона) между изучаемыми биотическими и абиотическими факторами, определяющими зимние и летние погодные условия (Таблица 10).

Таблица 10 – Значения коэффициентов корреляции Пирсона между биотическими и абиотическими факторами

Биотические факторы	Абиотические факторы				
	Средняя температура зимой (°С)	Средняя температура летом (°С)	Высота снежного покрова (см)	Количество осадков зимой (мм)	Количество осадков летом (мм)
Инфицированность мелких млекопитающих вирусом ГЛПС (%)	-0,147	0,114	0,473*	0,138	0,144

Продолжение таблицы 10

Биотические факторы	Абиотические факторы				
	Средняя температура зимой (°С)	Средняя температура летом (°С)	Высота снежного покрова (см)	Количество осадков зимой (мм)	Количество осадков летом (мм)
Численность носителей (% попадания)	0,069	0,359	0,250	0,341	0,206
Индекс доминирования рыжей полевки (%)	-0,186	0,376**	0,398**	0,197	0,083
Относительный показатель количества инфицированных носителей	-0,074	0,201	0,572*	0,426**	-0,017
Инфицированность рыжей полевки (%)	0,255	0,484*	0,407**	0,614*	-0,208
Относительный показатель количества инфицированной рыжей полевки	-0,121	0,502*	0,672*	0,520*	-0,151

Примечание: * коэффициент корреляции достоверен для уровня значимости 5 %;

** коэффициент корреляции достоверен для уровня значимости 10 %.

С зимним погодным фактором – высотой снежного покрова – с разной силой связаны практически все оцениваемые биотические факторы: с 95%-м уровнем достоверности – относительный показатель количества инфицированной рыжей полевки (0,672), относительный показатель количества инфицированных носителей (0,572); инфицированность мелких млекопитающих вирусом ГЛПС (0,473); с 90%-м уровнем достоверности – инфицированность рыжей полевки (0,407), индекс доминирования рыжей полевки (0,398). Кроме того, положительные достоверные связи выявлены между количеством осадков зимой и такими абиотическими факторами, как инфицированность рыжей полевки (коэффициент корреляции – 0,614, уровень достоверности – 95 %), относительный показатель количества инфицированной рыжей полевки (коэффициент корреляции – 0,520, уровень достоверности – 95 %) относительный показатель количества инфицированных носителей (коэффициент корреляции – 0,426, уровень достоверности – 90 %).

Проведена оценка корреляционных связей между средними многолетними климатическими показателями летнего периода и результатами эпизоотологического

мониторинга, проведенного в летне-осенние периоды года (Таблица 10). Средняя температура летом имеет среднюю по силе корреляционную связь с уровнем достоверности 95 % с инфицированностью рыжей полевки (0,484), с уровнем достоверности 90 % с индексом доминирования рыжей полевки (0,376), с уровнем достоверности 95 % с относительным показателем количества инфицированной рыжей полевки (0,502), что вполне объяснимо, так как именно умеренные (не высокие) значения температуры воздуха в летний период положительно влияют на состояние травянистой растительности, обеспечивая оптимальные условия обитания, питания, а следовательно, и выживания рыжей полевки [Европейская рыжая полевка, 1981].

Таким образом, биотические факторы напрямую влияют на интенсивность эпидемических проявлений ГЛПС. Абиотические факторы влияют на степень выраженности биотических факторов, которые, в свою очередь, активизируют природные очаги ГЛПС, обуславливая рост заболеваемости среди населения.

Рассматривая действие абиотических факторов, мы условно разделили их на факторы, влияющие на возникновение «весенних» вспышек, и факторы, влияющие на возникновение «осенних» вспышек. Выяснено, что на появление «весенних» вспышек оказывают влияние зимние метеорологические показатели: стабильно отрицательные значения среднемесячной температуры воздуха (ниже 0 °С), большое количество атмосферных осадков в виде снега с декабря по февраль (выше 150 мм суммарно за сезон) и, как следствие, высокий снежный покров (выше 100 см суммарно за сезон). Анализ корреляционных связей многолетних значений климатических факторов зимнего периода показал, что высота снежного покрова имеет положительную взаимосвязь с основными показателями эпизоотологического мониторинга, проведенного в зимне-весенние периоды. К факторам, способствующим возникновению «осенних» вспышек, отнесены летние метеорологические показатели: умеренные средние температуры воздуха (средняя температура воздуха во все летние месяцы равна средним многолетним показателям или ниже) и обильные осадки (выше 100 % от среднемесячной нормы).

Комплекс мероприятий по борьбе с мелкими млекопитающими – носителями хантавирусов, прежде всего дератизация и санитарно-технические меры, также можно отнести к факторам, существенно влияющим на интенсивность эпидемических проявлений ГЛПС. Проведенные родентицидные обработки и расчистка территорий,

направленная на уменьшение благоприятных мест обитания и стаций переживания мелких млекопитающих, позволяют сократить численность носителей хантавируса и тем самым снизить риск инфицирования населения на очаговых территориях. Данный фактор можно отнести к антропогенному, так как именно деятельность человека способна изменить эпизоотическую ситуацию.

ГЛАВА 4. РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПО УРОВНЮ РИСКА ЗАРАЖЕНИЯ ГЛПС

4.1. Создание базы данных эпидемических проявлений ГЛПС

Анализ текущей эпидемиологической обстановки и особенностей эпидемических и эпизоотических проявлений в прошлом служит основой для полноценного эпидемиологического надзора за природно-очаговыми болезнями. Такой результат может быть достигнут только при использовании полной и детальной информации о размерах, дислокации и структуре очагов, их эколого-эпизоотологическом состоянии, существовании и характере эпидемиологических рисков [Раздорский А.С. и др., 2012]. Достаточно часто в работе эпидемиолога получаемая информация носит неоднородный, порой ограниченный характер. В связи с этим объединение всей имеющейся и поступающей вновь информации в единую электронную базу данных (БД) чрезвычайно необходимо. База данных решает проблемы повышения информативности анализа за счет сбора, систематизации существующих, пополнения новых, отбора по определенным параметрам и статистического анализа данных. Автоматизация монотонных операций позволяет повысить точность получаемых результатов, сократить время обработки при проведении анализа данных [Поршаков А.М. и др., 2018].

С целью детального ретроспективного анализа пространственного распределения и последующего районирования территории по уровню риска заражения ГЛПС нами создана база данных «Эпидемические проявления геморрагической лихорадки с почечным синдромом в Саратовской области» [Чумачкова Е.А. и др., 2023], прошедшая регистрацию в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (свидетельство № 2023624415, дата регистрации 06.12.2023). В БД осуществляется накопление первичных данных о каждом зарегистрированном случае ГЛПС и данные эпизоотологического мониторинга, их структурирование для автоматической обработки и получения содержащейся в ней информации для анализа.

Заполнение БД атрибутивной информацией проводилось по данным оперативной информации (отчеты о результатах эпизоотологического мониторинга), по результатам эпидемиологического расследования каждого случая заболевания ГЛПС

(персонифицированные данные заболевших) и по архивным материалам (данные статистической отчетности) [Чумачкова Е.А. и др., 2023].

Субъектом персонифицированных данных служили лица, которым был установлен окончательный диагноз «ГЛПС». БД включает сведения, полученные в ходе эпидемиологического расследования [Чумачкова Е.А. и др., 2023], а именно данные эпидемиологического анамнеза: дата регистрации болезни, эпидемиологический тип заражения, точные географические координаты мест предполагаемого заражения на основе геокодирования каждого случая заболевания. При определении места предполагаемого заражения учитывался факт нахождения заболевшего на территории природного очага. При невозможности установления места заражения учитывался адрес, по которому проживал заболевший, где и могло произойти инфицирование (Таблица 11).

Таблица 11 – Персонифицированные данные заболевших ГЛПС в Саратовской области с 2010 по 2023 г., интегрированные в БД

№	Имя поля	Значение	Цель выбора параметра
1	Идентификатор (ID)	1 ... 5048	связующее поле
2	Дата заболевания	число, месяц, год	время риска
3	Пол	муж (1) жен (0)	контингент риска
4	Возраст	1, 2 ... 99	контингент риска
5	Адрес предполагаемого места заражения	географические координаты места заражения	территория риска
6	Фактический адрес проживания	географические координаты жилого строения в населенном пункте	территория риска

При создании БД эпидемических проявлений ГЛПС в Саратовской области использованы персонифицированные сведения о 5 048 случаях заболевания ГЛПС, зарегистрированных за период с 2010 по 2023 г. по 35 районам Саратовской области, 1 848 населенным пунктам, 1 городу областного значения (Саратов) и 3 закрытым административно-территориальным образованиям (поселок Михайловский, поселок Светлый, город Шиханы). По каждому пациенту, включенному в базу данных, назначался идентификационный номер от 1 до 5048. Присвоенный идентификационный номер является уникальным порядковым номером, не меняющимся в течение всего исследования, и был единым по всем учитываемым параметрам, характеризующим

каждого заболевшего. Примененный принцип идентификационного номера позволяет обеспечить точность анализируемых параметров, определить каждого заболевшего на территории области за анализируемый период.

Для детального изучения эпизоотической активности природных очагов ГЛПС в БД внесена информация по результатам эпизоотологического мониторинга природно-очаговых территорий. Определение особенностей энзоотичных территорий возможно благодаря постоянному накоплению данных о видовом составе, сезоне отлова животных, численности, характере распределения и состоянии популяции мелких млекопитающих, результатах их лабораторного исследования. Информация, внесенная в БД, содержит данные ежегодного эпизоотологического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области» и результаты эпизоотологических обследований, проведенных ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора. Пополняемая БД содержит информацию по полевому материалу, собранному за период с 2010 по 2023 г. по 28 районам Саратовской области и зеленой зоне города Саратова. Объем данных составляет 1 073 объекта, включает точную геолокацию мест отлова, установленную при эпизоотологическом обследовании территории по электронным навигационным устройствам. Благодаря совокупности информации, содержащейся в данном разделе, можно оценить роль того или иного вида в формировании пространственно-временной структуры природного очага (Таблица 12) [Чумачкова Е.А. и др., 2023].

Таблица 12 – Данные эпизоотологического обследования территории Саратовской области с 2010 по 2023 г., интегрированные в БД

№	Имя поля	Значение	Цель выбора параметра
1	Дата отлова	число, месяц, год	время риска
2	Место отлова	географические координаты места отлова	территория риска
3	Количество отловленных животных	количество выставленных ловушек	территория риска (определение процента попадания грызунов)
4	Виды отловленных животных	количество отловленных животных по видам	территория риска (определение видового состава грызунов)
5	Результаты лабораторных исследований	количество положительных на хантавирус проб	территория риска (определение инфицированности грызунов)

Раздел эпизоотологических данных содержит фаунистическую информацию по 21 виду мелких млекопитающих и позволяет изучить неоднородность популяции животных – носителей хантавируса. Разработанная БД может быть использована для изучения видового состава, пространственного распределения мелких млекопитающих, структуры заселения различных типов биотопов, определения энзоотичной территории области.

В результате проделанной работы все исходные данные БД упорядочены по годам и сгруппированы в виде серии электронных таблиц, связанных между собой одним или несколькими показателями. Так как созданная база данных имеет точные географические координаты по основным анализируемым показателям: случай заболевания ГЛПС, место обитания зараженных ГЛПС носителей, – то ее экспорт возможен на любые ГИС-платформы (ГИС «Аксиома», ГИС «Панорама» и др.) с пространственным разрешением до населенного пункта и временным разрешением в один день.

При создании БД использована послойная организация пространственных данных, в которой каждый слой содержит объединенные общими характеристиками объекты. При такой организации каждый компонент БД является самостоятельной единицей, что дает возможность использовать данные по отдельности, по группам или все вместе в виде тематических слоев, таблиц и другого.

Цифровая карта Саратовской области с указанием населенных пунктов, административно-территориальных границ области, районов и ландшафтных зон (степь, сухая степь, лесостепь, полупустыня) послужила картографической основой. Слой с точной геолокацией 253 рекреационных объектов Саратовской области является одним из созданных тематических слоев.

Таблицы с исходными персонифицированными данными могут быть интегрированы в базу географических данных любых ГИС-платформ, что позволяет визуализировать все этапы анализа. Существует возможность отображать предполагаемые места заражений ГЛПС с точной пространственной привязкой, что реализуется проекцией слоя точечных объектов при сопоставлении слоев данных с электронной картой территории, включающей границы административно-территориальных образований (Рисунок 18). Визуализация распределения точечных объектов на картах плотности повышает уровень достоверности и информативности при пространственном анализе мест предполагаемого заражения ГЛПС. Так, на карте

визуализируются точки, выходящие за пределы Саратовской области, данные случаи заболевания ГЛПС при анализе не учитывались.

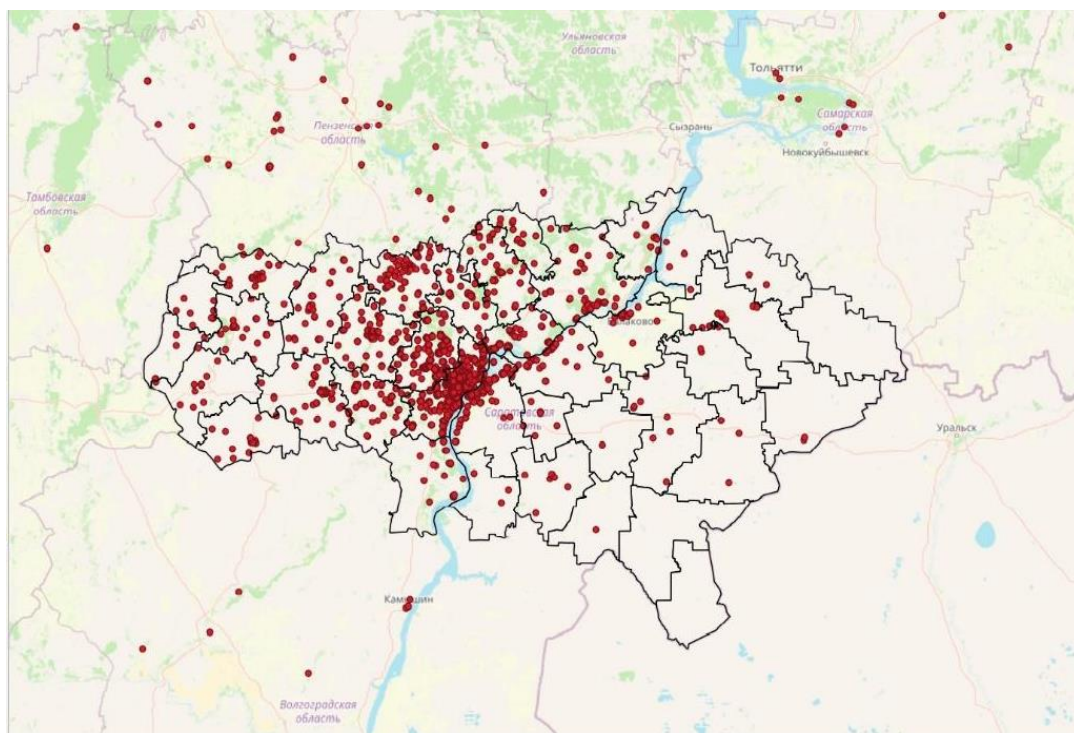


Рисунок 18 – Картограмма со слоем точечных объектов, отображающих места заражений населения ГЛПС в Саратовской области

Обеспечение условий для более качественной работы современных аналитических программ оценки основных категорий эпидемиологических рисков остается основной задачей базы персонифицированных данных эпидемических проявлений ГЛПС [Черкасский Б.Л., 2007]. Конструктор запросов позволяет оценить основные категории эпидемиологического риска, отображая информацию о времени заражения, территории заражения, типе заражения. Поэтапная схема оценки эпидемиологических рисков представлена на Рисунке 19.

Пространственная составляющая эпидемиологического риска определяется географическими координатами предполагаемого места заражения ГЛПС либо адресом постоянного места жительства зараженного, местом отлова носителей, инфицированных возбудителем ГЛПС. Время начала болезни определяется параметром «дата заболевания». Определение контингента риска из массива данных возможно при выборе таких показателей, как пол (Рисунок 20) и возраст (Рисунок 21) заболевших.

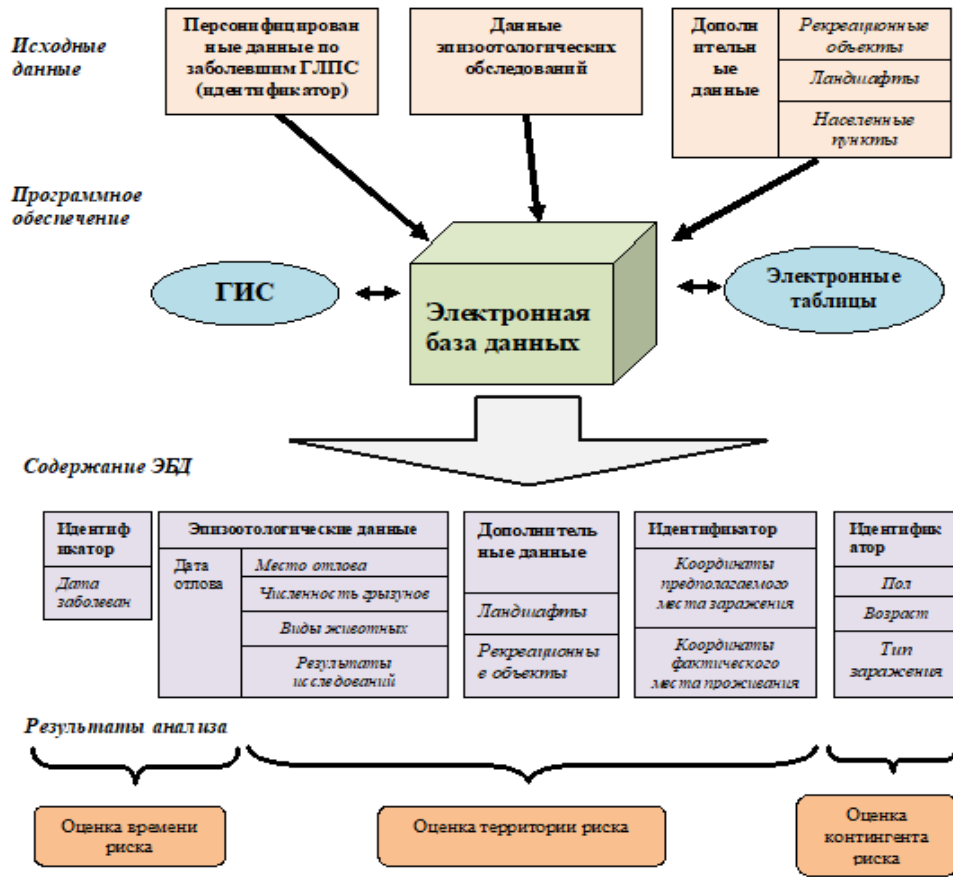


Рисунок 19 – Блок-схема оценки эпидемиологических рисков

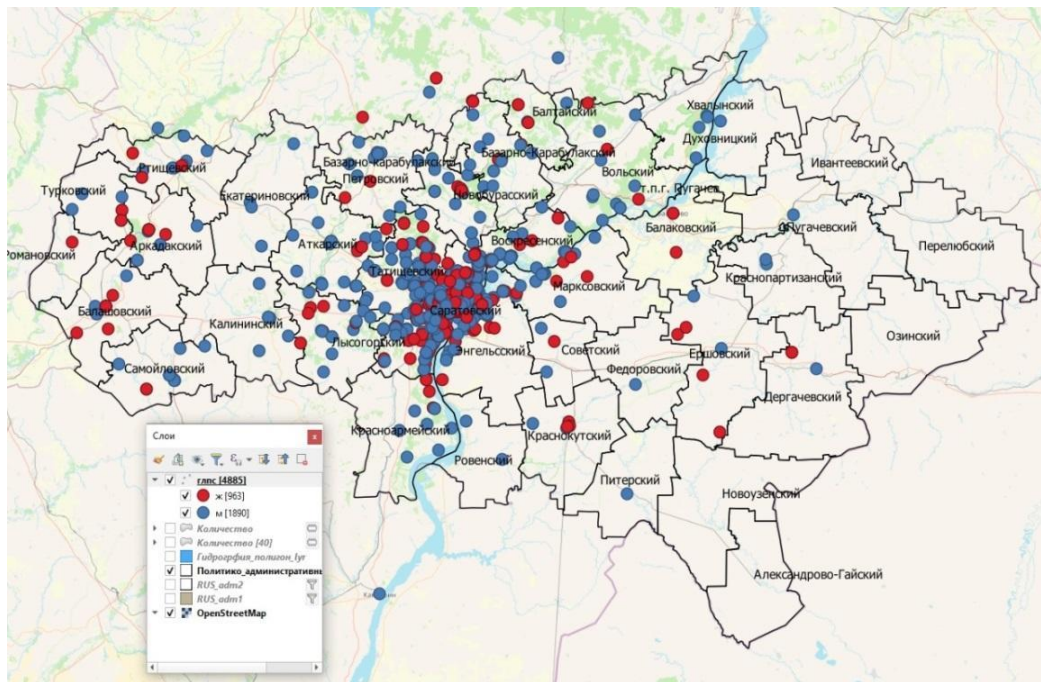


Рисунок 20 – Картограмма результата анализа информации с применением дифференцировки данных по полу заболевших

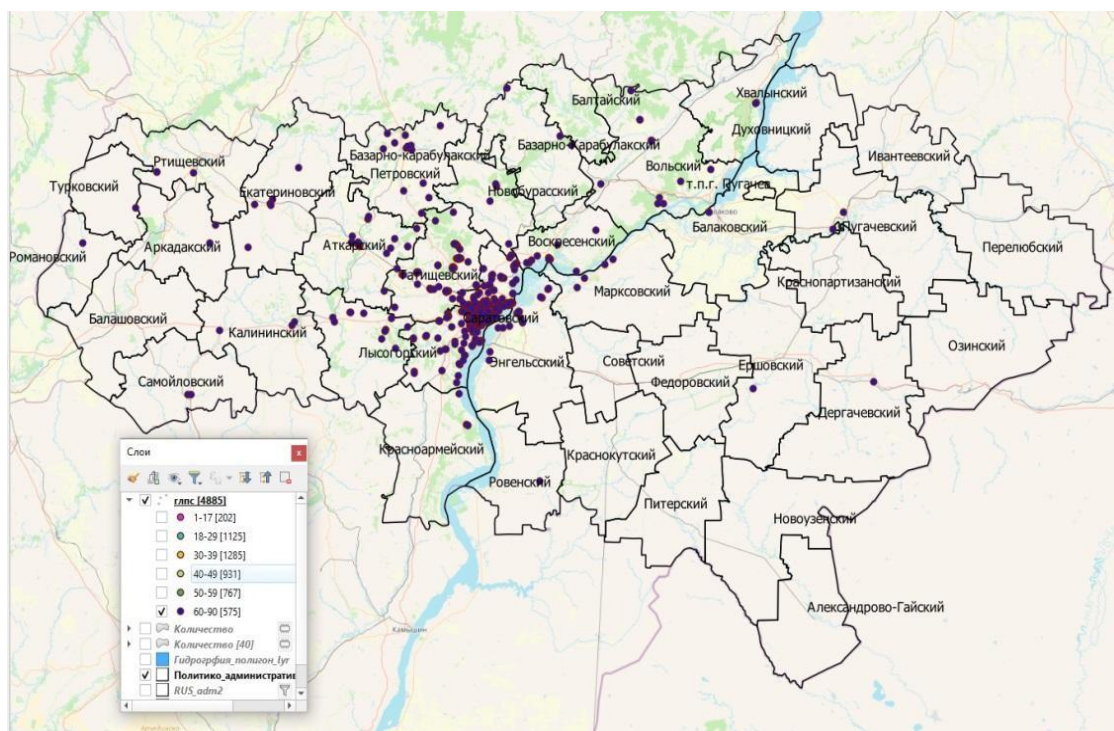


Рисунок 21 – Картограмма результата анализа информации с применением дифференцировки данных по возрасту заболевших (пример по возрастной группе 60–90 лет)

Электронное картографирование позволяет расширить возможность анализа и добавить дополнительные тематические слои. Нами впервые проанализированы эпидемиологические риски заражения ГЛПС, связанные с пребыванием населения в местах организованного и неорганизованного отдыха (санатории, дома отдыха, детские оздоровительные учреждения, туристические базы, кемпинги) на территории Саратовской области [Чумачкова Е.А. и др., 2023]. Построение карт плотности мест предполагаемого заражения и сопоставление их со слоем расположения объектов рекреационного характера на участке местности дает возможность наглядно определить территории, наиболее опасные в плане заражения ГЛПС. На таких картах места с наибольшим скоплением фактов заражения отображаются как наиболее яркие участки (Рисунок 22), характеризующие местность как территорию с высокой вероятностью вовлечения жителей в эпидемический процесс ГЛПС.

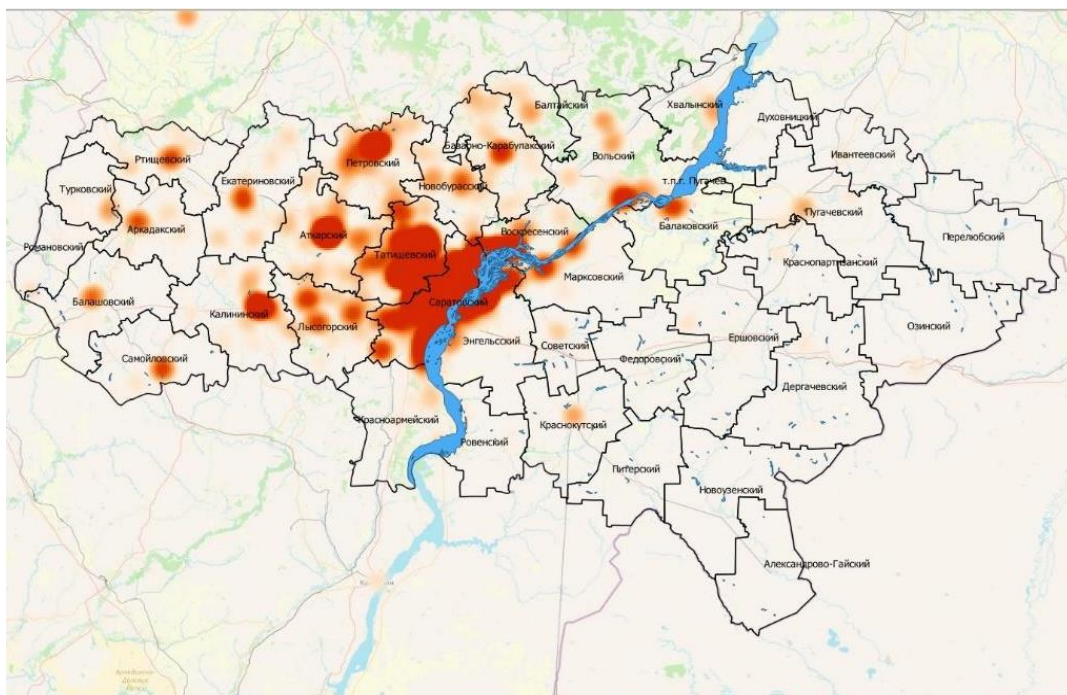


Рисунок 22 – Тепловая картограмма, отображающая места заражений населения ГЛПС в Саратовской области

Анализ первичных данных и визуализация результатов путем получения картографических моделей за разные промежутки анализируемого периода времени (2010–2023 гг.) позволили выявить неоднородность территории Саратовской области по риску заражения ГЛПС [Селенина А.Г. и др., 2021]. В связи с этим необходима более детальная дифференциация территории Саратовской области с целью установления наиболее вероятных в плане заражения участков для своевременного проведения профилактических мероприятий, призванных снизить эпидемиологическую напряженность выявленных территорий высокого эпидемиологического риска.

4.2. Районирование территории Саратовской области по уровню риска заражения ГЛПС

Геоинформационный анализ при проведении пространственного изучения эпидемического процесса в современных условиях лег в основу дифференциации всей территории Саратовской области по уровню риска заражения ГЛПС. Районирование территории по основным показателям проявлений ГЛПС продиктовано необходимостью

оценки риска заражения людей для дифференцированного подхода при организации противоэпидемических (профилактических) мероприятий.

Для анализа территориальной неравномерности по уровню риска заражения определены факторы, которые, по нашему мнению, в наибольшей степени влияют на вероятность заражения ГЛПС: интенсивный показатель заболеваемости ГЛПС (на 100 тыс. населения), показатель лесистости территории, относительный показатель количества инфицированных носителей возбудителем ГЛПС, показатель рекреационных объектов.

Наиболее значимым проявлением эпидемиологического неблагополучия является уровень заболеваемости населения ГЛПС. Ретроспективные данные по заболеваемости ГЛПС в совокупности с данными эпидемиологического анамнеза о месте предполагаемого заражения наиболее достоверно свидетельствуют о наличии природного очага на той или иной территории [Чумачкова Е.А. и др., 2023].

Учитывая тот факт, что наибольшее влияние на риск осложнения эпидемиологической ситуации по ГЛПС оказывает уровень эпизоотической напряженности, при эпидемиологическом анализе природно-очаговых территорий важными элементами являются как показатель инфицированности носителей ГЛПС [Черкасский Б.Л., 1988], который выражается в процентах и определяет долю зараженных хантавирусом мелких млекопитающих от общего числа исследованных зверьков, так и общее количество отловленных мелких млекопитающих на данной территории. Два вышеуказанных показателя можно заменить одним – относительным показателем количества инфицированных носителей, равным произведению процента попадания грызунов и процента зараженных грызунов от общего количества пойманных грызунов [Иванова А.В. и др., 2020]. Из-за недостатка данных, связанного с тем, что не во всех АТО области проводится эпизоотологический мониторинг (по архивным материалам и оперативным данным эпизоотологические обследования проведены только в 26 районах и в г. Саратове), для расчета относительного показателя количества инфицированных носителей нами применены методы экстраполяции и интерполяции значений инфицированности грызунов, а также численности грызунов с соседних районов, где подобные исследования проводились, на искомые районы, где этот показатель не установлен. Построение логико-методологических выводов о предполагаемой эпизоотической обстановке в том или ином районе безусловно проводилось с учетом

ландшафтно-экологических условий, принимая во внимание значения в равнозначных ландшафтных зонах Саратовской области (лесостепь, степь, сухая степь, полупустыня) [Чумачкова Е.А. и др., 2023].

Значительное влияние на риск заражения ГЛПС оказывают ландшафтные факторы, определяющие условия обитания носителей возбудителей ГЛПС [Бернштейн А.Д. и др., 2010]. В связи с тем, что широколиственные леса являются оптимальными местом обитания рыжей полевки, которой придается наибольшее эпидемиологическое значение в распространении ГЛПС в Саратовской области, в своем анализе мы использовали показатель лесистости территории. Показатель лесистости определен отношением покрытой лесом площади к общей площади АТО и выражен в процентах.

Несмотря на то, что вся территория Саратовской области считается потенциально эндемичной по ГЛПС, риск заражения населения распределен неравномерно. Территорией риска заражения могут служить как густо озелененные целые населенные пункты области, так и определенные микроучастки вне населенного пункта, которые характеризуются высокой посещаемостью населения. В разные годы изучаемого периода (2010–2023 гг.) от 22 до 46 % заболевших ГЛПС, согласно данным эпидемиологического анамнеза, связывают свое заражение с эпизодами посещения лесопарков, леса, туристических маршрутов, мест рыбной ловли и других рекреационных зон. Рекреационные учреждения Саратовской области, предназначенные для отдыха, туризма и восстановительного лечения, располагаются преимущественно в зоне ареала обитания рыжей полевки – основного носителя хантавируса, циркулирующего в регионе, а именно в лесных массивах, на побережьях рек, озер и водохранилищ [Мочалкин П.А. и др., 2010]. Действующим нормативным актом – СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней» (п. 1615, 1618 главы XIX «Профилактика геморрагической лихорадки с почечным синдромом») – обязательное проведение дератизационных мероприятий с профилактической целью в оздоровительных учреждениях, местах массового отдыха и пребывания населения, в том числе баз отдыха, регламентировано на территории перечисленных учреждений и прилегающих к ним участкам на расстоянии лишь 50 метров. Большая площадь обработки за пределами учреждения – 500-метровая зона – регламентирована лишь для детских оздоровительных учреждений. Учитывая активность прибывающих на отдых

граждан, нельзя исключить посещения ими зон за пределами 50-метровой зоны рекреационного учреждения.

Следовательно, массовое пребывание населения в рекреационных объектах, расположенных на территории природного очага, при несоблюдении в ходе эксплуатации противоэпидемических мер может оказывать влияние на интенсивность эпидемического процесса ГЛПС. Учитывая вышесказанное, при анализе риска заражения нами было учтено наличие рекреационных учреждений (санатории, профилактории, кемпинги, базы отдыха и объекты особой эпидемиологической значимости – детские оздоровительные учреждения и т. д.), количество которых в каждом АТО оценено в баллах на основе обсервационных данных: 1–8 учреждений соответствует одному баллу, 9–17 – двум баллам; 18–46 – трем баллам. При отсутствии рекреационных учреждений в АТО при расчете данный показатель не учитывался.

Таким образом, для дальнейших исследований были отобраны четыре показателя: интенсивный показатель заболеваемости ГЛПС на 100 тыс. населения (P_1); лесистость территории (P_2); относительный показатель количества инфицированных носителей ГЛПС (P_3); балльный показатель наличия рекреационных учреждений (P_4).

Единицей анализа выбраны АТО Саратовской области, в границах которых велись сбор и анализ всех сведений. Показатели рассчитаны по каждому из 38 районов области и областному центру – г. Саратову и представляют собой среднее многолетнее значение за последний четырнадцатилетний период (2010–2023 гг.) (Таблица 13).

Таблица 13 – Значение показателей для расчета уровня риска заражения ГЛПС по АТО Саратовской области

АТО Саратовской области	Интенсивный показатель заболеваемости (на 100 тыс. населения) (P_1)	Лесистость территории (%) (P_2)	Относительный показатель количества инфицированных носителей ГЛПС (P_3)	Балльная оценка наличия рекреационных учреждений (P_4)
Алгайский район	0	0,33	0	1
Аркадакский район	9,94	8,91	14,02	2
Аткарский район	35,73	9,94	252,41	1
Базарно-Карабулакский район	18,26	19,89	499,20	1
Балтайский район	12,92	24,75	71,00	0

Продолжение таблицы 13

АТО Саратовской области	Интенсивный показатель заболеваемости (на 100 тыс. населения) (P_1)	Лесистость территории (%) (P_2)	Относительный показатель количества инфицированных носителей ГЛПС (P_3)	Балльная оценка наличия рекреационных учреждений (P_4)
Балаковский район	0,82	4,48	37,48	2
Балашовский район	1,14	9,45	165,47	1
Вольский район	6,61	23,06	27,03	1
Воскресенский район	76,25	21,10	69,10	1
Дергачевский район	0,5	0,52	10,00	0
Духовницкий район	2,37	4,10	33,40	0
Екатериновский район	21,67	4,95	53,75	1
Ершовский район	2,03	0,42	38,07	1
Ивантеевский район	1,95	2,91	44,20	1
Калининский район	23,24	5,01	158,50	1
Краснокутский район	2,65	5,85	11,30	2
Краснопартизанский район	0,81	1,43	17,06	1
Красноармейский район	4,02	16,21	38,50	1
Лысогорский район	30,44	22,44	195,66	1
Марковский район	6,08	4,84	129,57	1
Новобураский район	19,14	17,43	255,96	1
Новоузенский район	0	0,49	0	2
Озинский район	0,55	0,22	16,80	0
Перелюбский район	0	0,79	5,40	1
Питерский район	0,56	0,33	11,40	1
Петровский район	33,06	9,42	77,44	1
Пугачевский район	1,94	3,94	74,98	1
Ровенский район	0,49	4,28	29,56	0
Романовский район	3,94	8,79	9,20	1
Ртищевский район	4,37	0,55	15,30	1
Саратовский район	99,43	11,99	148,23	1
Самойловский район	10,5	1,82	137,58	1
Советский район	2,35	0,65	53,20	1
Татищевский район	113,83	22,49	117,27	1
Турковский район	3,83	6,57	28,23	0
Федоровский район	0,48	0,81	43,80	0
Хвалынский район	6,67	15,79	44,30	2
Энгельсский район	4,29	3,35	105,20	3
г. Саратов	18,1	2,23	518,24	3
Среднее значение показателя (M_i)	14,90	7,76	91,24	1,05

С целью подтверждения наличия причинно-следственных связей между выбранными параметрами с закономерностями инфицирования вирусом ГЛПС на той или иной территории был проведен корреляционный анализ, который показал достоверную связь между такими парами показателей, как интенсивный показатель заболеваемости с лесистостью территории, с относительным показателем количества инфицированных носителей ГЛПС. Результаты вычисления коэффициентов ранговой корреляции Спирмена приведены в Таблице 14.

Таблица 14 – Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена между интенсивным показателем заболеваемости ГЛПС на 100 тыс. населения (P_1), показателем лесистости территории (P_2), балльным показателем наличия рекреационных учреждений (P_3)

Показатель	P_1	P_2	P_3
P_1	–	–	–
P_2	0,95	–	–
P_3	0,95	0,92	–

Все полученные коэффициенты ранговой корреляции больше его критического значения $r_{st} = 0,66$ для уровня значимости $\alpha = 1\%$ и объема выборки $n = 15$ [Лакин Г.Ф., 1990]. Таким образом, с вероятностью 99 % можно утверждать, что между выбранными показателями существует очень высокая положительная корреляционная связь.

Расчет уровня риска заражения ГЛПС с использованием выбранных показателей произведен по методике, изложенной в главе «Материалы и методы». Значения УРЗ, рассчитанные по формуле (2), для всех АТО Саратовской области приведены в Таблице 15. Полученные интегральные индексы применены для ранжирования районов по уровню риска заражения ГЛПС с применением рассчитанного доверительного интервала [Савилов Е.Д., 2011] для среднего значения УРЗ по всем АТО. Среднему уровню риска заражения ГЛПС соответствуют показатели от 0,75 до 1,26, что составляет 95% доверительного интервала, а значения показателей, лежащие ниже и выше границ доверительного интервала, соответствуют низкому и высокому уровням риска заражения. Таким образом, при выстраивании полученных значений в порядке увеличения определены три ранга с интервалами в следующих диапазонах: 0–0,74 (1-й ранг); 0,75–1,26 (2-й ранг); 1,27–4,0 (3-й ранг). Распределение АТО области по рангам представлено в Таблице 15.

Таблица 15 – Оценка уровня риска заражения ГЛПС по АТО Саратовской области

Ранговое значение, определяющее уровень риска заражения ГЛПС	АТО Саратовской области (район, город)	УРЗ
Низкий уровень риска заражения ГЛПС (1-й ранг)	Дергачевский	0,053
	Озинский	0,062
	Федоровский	0,154
	Ровенский	0,277
	Александрово-Гайский	0,248
	Духовницкий	0,264
	Перелюбский	0,278
	Питерский	0,289
	Краснопартизанский	0,344
	Турковский	0,353
	Ртищевский	0,371
	Ершовский	0,391
	Советский	0,444
	Ивантеевский	0,485
	Новоузенский	0,491
	Пугачевский	0,603
Романовский	0,612	
Балаковский	0,736	
Краснокутский	0,740	
Средний уровень риска заражения ГЛПС (2-й ранг)	Самойловский	0,850
	Марксовский	0,851
	Екатериновский	0,908
	Красноармейский	0,933
	Аркадакский	0,968
	Балашовский	1,015
	Вольский	1,166
	Энгельский	1,182
	Балтайский	1,209
	Хвалынский	1,218
	Калининский	1,224
Высокий уровень риска заражения ГЛПС (3-й ранг)	Петровский	1,308
	Новобурасский	1,822
	Аткарский	1,849
	Лысогорский	2,008
	Воскресенский	2,387
	Саратов	2,509
	Базарно-Карабулакский	2,553
	Саратовский	2,699
	Татищевский	3,194

В результате ранжирования выделены территории с высоким уровнем риска заражения ГЛПС (3-й ранг) – 9 АТО области: Аткарский, Базарно-Карабулакский, Воскресенский, Лысогорский, Новобурасский, Петровский, Саратовский, Татищевский районы и г. Саратов; со средним уровнем (2-й ранг) – 11 АТО: Аркадакский, Балтайский, Балашовский, Вольский, Екатериновский, Калининский, Красноармейский, Марковский, Самойловский, Хвалынский, Энгельсский районы; с низким уровнем (1-й ранг) – 19 АТО: Алгайский, Балаковский, Дергачевский, Духовницкий, Ершовский, Ивантеевский, Краснокутский, Краснопартизанский, Новоузенский, Озинский, Перелюбский, Питерский, Пугачевский, Романовский, Ртищевский, Ровенский, Советский, Турковский, Федоровский районы. Для визуализации полученных результатов районирования ранговые значения по каждому АТО перенесены на административную карту в виде цветовой маркировки (Рисунок 23).

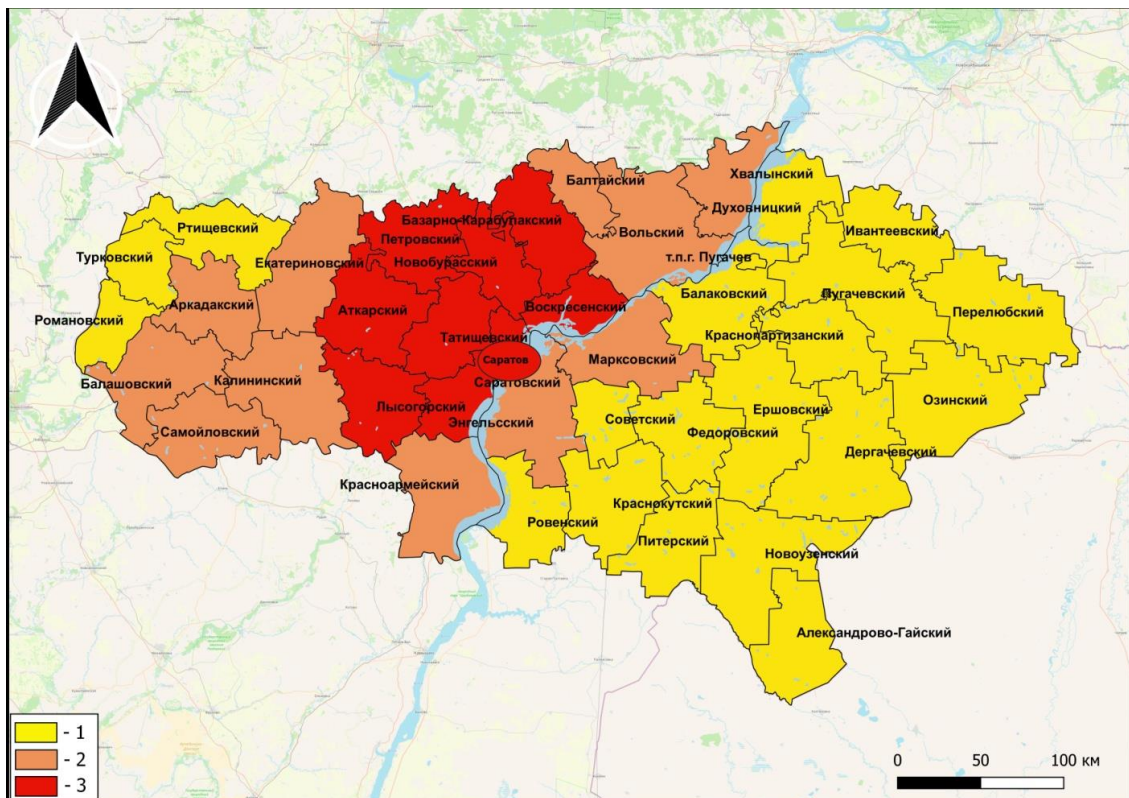


Рисунок 23 – Картограмма районирования АТО Саратовской области по уровню риска заражения ГЛПС:

- 1 – АТО с низким уровнем; 2 – АТО со средним уровнем;
3 – АТО с высоким уровнем

Эпидемиологический геоинформационный анализ показал, что доля территорий с высоким уровнем риска заражения ГЛПС составляет 17,96 % от общей площади Саратовской области, в то время как средний риск – на 29,75 % территории, низкий – на 52,29 %. Несмотря на то, что площадь территорий с высоким риском заражения составляет только 17,96 %, общее число случаев ГЛПС в 2010–2023 гг. в этих районах достигло 3 703, или 73,35 % от всех заражений ГЛПС в области. Высокие риски заражения ГЛПС в Саратовской области во многом определяются степенью урбанизации энзоотичных по ГЛПС территорий и формированием эпидемически активных природных очагов ГЛПС в зеленых зонах крупных городов [Чумачкова Е.А. и др., 2023]. В результате районирования Саратовской области нами установлено, что в настоящее время на эпидемически значимых АТО проживают 1 174 332 человека (47,13 % населения области), в том числе 952 069 жителей г. Саратова (38,2 %). Эта часть населения области подвержена высокой вероятности заражения ГЛПС, обусловленной возможностью реализации механизма передачи возбудителя в связи с определенными условиями труда, быта, отдыха и т. д.

Поскольку основным тактическим приемом по снижению уровня заболеваемости ГЛПС в настоящее время остаются дератизационные обработки, выбор приоритетности территорий, подлежащих таким обработкам, должен базироваться на дифференциации территории с учетом уровня риска заражения ГЛПС. Районирование территорий с целью совершенствования эпидемиологического надзора в очагах ГЛПС по предложенной методике позволило определить различный уровень риска заражения ГЛПС в Саратовской области [Чумачкова Е.А. и др., 2023]. Таким образом, установлено, что в Саратовской области высокий риск заболеваний населения в очагах ГЛПС отмечается в 8 из 38 административных районов, а также в г. Саратове, где проживает более 45 % населения. Эпидемиологический надзор за ГЛПС на очаговых территориях: оценка эпидемиологической ситуации, эпизоотологический мониторинг, контроль за активным выявлением заболевших ГЛПС, включающий подготовку медицинских работников по вопросам диагностики, профилактики и лечения, своевременное и адекватное обстановке планирование противоэпидемических мероприятий – залог обеспечения эпидемиологического благополучия населения.

ГЛАВА 5. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТАКТИКИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ В ОЧАГАХ ГЛПС

В условиях постоянного риска осложнения эпидемиологической ситуации на эндемичных по ГЛПС территориях, в рамках усиления эпидемиологического надзора за этой инфекцией, внедрение в практику методики дифференциации территории Саратовской области по уровню риска заражения населения способствует грамотному планированию и эффективному проведению профилактических работ [Попов Н.В. и др., 2013]. Учитывая, что основную роль в профилактике ГЛПС в настоящее время выполняет комплекс неспецифических мероприятий, самыми эффективными из которых на сегодняшний день остаются дератизационные мероприятия, они являются главным элементом стратегии снижения уровня заболеваемости среди населения Саратовской области. Дифференцированный подход к их организации и проведению в первую очередь на территориях с высоким потенциалом эпидемической опасности заражения позволит существенно улучшить эпидемиологическую обстановку [Тарасов М.А. и др., 2012; Мочалкин П.А. и др., 2018]. Дифференцированный подход позволяет сконцентрировать проведение работ по дератизации на точно установленных, локальных территориях, где риск заболевания людей наиболее высок, и, соответственно, снизить там интенсивность эпидемических проявлений [Иванова А.В. и др., 2020, 2023].

В Саратовской области вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения по ГЛПС организованы по принципу межведомственного взаимодействия с реализацией Комплексного плана профилактических и противоэпидемических мероприятий по предупреждению заболеваний ГЛПС населения [Онищенко Г.Г. и др., 2013]. Однако на протяжении ряда лет профилактические мероприятия, предусмотренные Комплексным планом «О мерах по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия в Саратовской области на 2016–2020 годы», утвержденным постановлением Правительства Саратовской области от 28 июля 2016 г. № 391¹⁵, были организованы лишь на части территории области с высоким уровнем риска заражения ГЛПС. Так, эпизоотологическое обследование с последующими

¹⁵ URL: <https://g-64.ru/docs/postanovleniya-pravitelstva/>

противоэпидемическими мероприятиями планировались и проводились лишь в Энгельском, Калининском, Аткарском районах и в зеленой зоне г. Саратова. Обследование на других территориях области проводилось по показаниям. Выполненная нами работа показала, что число территорий с высоким уровнем риска заражения ГЛПС в области значительно больше – 9 АТО, среди них Саратовский, Татищевский, Лысогорский, Новобураский, Воскресенский, Базарно-Карабулакский районы, родентицидные мероприятия в которых не планировались. Проводимые плановые дератизационные обработки также не имели адресной привязки, ограничиваясь летними оздоровительными учреждениями с прилегающей к ним 500-метровой зоной, земельными участками СНТ, гаражными кооперативами, объектами животноводства. При отсутствии заблаговременного и оперативного подхода, определяющего зоны локализации инфицированных ГЛПС носителей, при организации противоэпидемических мероприятий достаточно сложно добиться ощутимого снижения заболеваемости ГЛПС.

Дополнительные методологические приемы обработки информации и анализа данных, увеличивающие точность и создающие возможность визуально отслеживать эффективность проводимых мероприятий, являются современным подходом к снижению эпидемиологического риска заражения ГЛПС. Использование ГИС – один из таких методов, значительно расширяющий возможности проведения и планирования как противоэпидемических, так и профилактических работ. Его использование позволяет совместить быструю математическую обработку данных с качественным многофакторным анализом и одновременно наглядно визуализировать всю полученную информацию [Побединский Г.Г. и др., 2021]. В настоящее время в соответствии с правилами учета инфекционных заболеваний, регламентированными СП 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней» (п. 24, 26 «Выявление, учет и регистрация больных инфекционными болезнями...»), регистрация проводится по месту выявления больного, независимо от места заражения. Однако такой подход к районированию не является корректным. Современные требования, предъявляемые к адресации пунктов обследования в процессе эпизоотологического мониторинга по всем природно-очаговым инфекциям, предусматривают определение географических координат отбора полевых проб. При обследовании на ГЛПС, таким образом, осуществляется точная привязка находок,

зараженных хантавирусами носителей, что позволяет определять и места инфицирования населения. Использование ГИС-инструментов позволяет наносить на цифровые карты искомые объекты с высокой точностью, отображая масштаб распространения и интенсивность проявления изучаемых эпидемических и эпизоотических процессов в зависимости от ландшафтных, климатических, антропогенных и других условий на конкретной территории. Подобное сочетанное использование пространственной характеристики эпидемического процесса и применение статистических методов анализа создает научную основу планирования мероприятий, направленных на снижение заболеваемости населения в очагах ГЛПС. Достоверное определение опасной территории и адаптация противоэпидемических мероприятий к конкретным участкам местности возможны только при комплексной оценке полученных данных и позволяют оперативное, а главное, заблаговременное начало комплекса неспецифических профилактических мероприятий на участках с выявленным значительным ростом потенциальной эпидемической опасности по ГЛПС, что позволит значительно повысить биологическую безопасность энзоотичных территорий и снизить уровень заболеваемости на конкретных территориях и в целом по области.

Дальнейшая цифровизация эпидемиологического надзора за ГЛПС на современном этапе необходима для минимизации эпидемических рисков, своевременного предупреждения, прогнозирования не только возможного времени, но и конкретных участков территории с высоким уровнем потенциальной эпидемической опасности. С использованием современных возможностей информационных технологий обработки, анализа, сбора и визуализации данных в ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора разработан научно обоснованный подход к реализации как плановых, так и экстренных мероприятий в очагах ГЛПС для решения актуальных задач по повышению эффективности противоэпидемической защищенности населения на опасных территориях.

5.1. Реализация научно обоснованного подхода с использованием возможностей ГИС при организации противоэпидемических мероприятий в очаге ГЛПС

Методологические приемы научно обоснованного подхода организации противоэпидемических мероприятий на территории Саратовской области впервые в практике противоэпидемических мероприятий апробированы в 2019 г., в период наиболее сложной эпидемиологической ситуации за все время регистрации ГЛПС в субъекте (показатель заболеваемости во вспышке – 110,02 на 100 тыс. населения).

В 2019 г. максимальные эпидемические проявления ГЛПС выявлены среди жителей г. Саратова и Саратовского района. В связи с этим первоочередное внимание эпидемиологов было нацелено на активный природный очаг, расположенный в городской черте в природном комплексе «Кумысная поляна», на который пришлось 83 % случаев заражения (Рисунок 24).

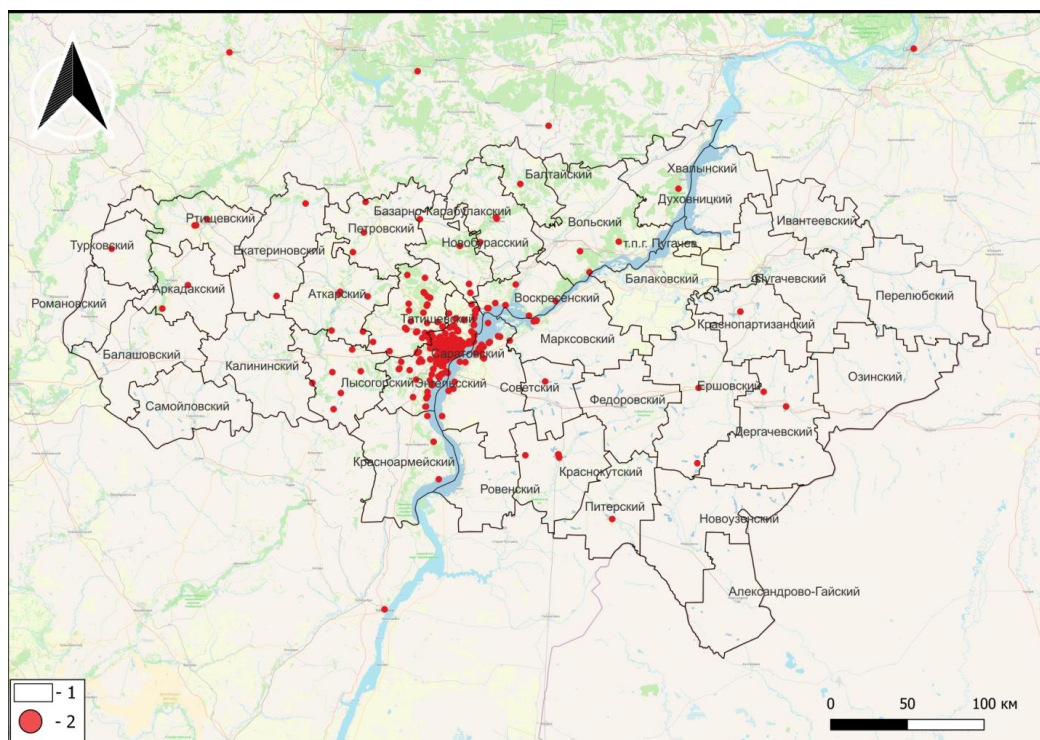


Рисунок 24 – Картограмма расположения мест предполагаемого заражения ГЛПС в Саратовской области в январе – мае 2019 г.:

- 1 – границы административных районов Саратовской области;
- 2 – места заражения ГЛПС

В ходе эпидемиологического расследования вспышки научными сотрудниками ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» и при непосредственном участии автора диссертационной работы ежедневно в оперативном режиме анализировалась информация о текущей эпидемической ситуации по ГЛПС. По данным эпидемиологического опроса были установлены места предполагаемого заражения каждого случая заболевания, определены географические координаты указанного места и внесены в электронную базу данных, которая затем была экспортирована в геоинформационную систему с автоматической расстановкой точек на электронной карте Саратовской области. Методом построения тепловых карт на основе пространственного анализа всех сведений о местах заражения людей идентифицированы территории области как наиболее вероятные в плане заражения ГЛПС. Степень концентрации мест заражения (точек) на картах выражалась в условных единицах с градиентом значений от бледно-розового цвета – минимальное количество до красного цвета – максимальное количество.

В результате географического кодирования мест предполагаемого заражения на карте г. Саратова и прилегающего к нему Саратовского района на первых этапах вспышки четко визуализировались три наиболее активных кластера (очага) заражения, на которые в совокупности за первый месяц активного распространения (май) пришлось 87 % случаев заражения ГЛПС (Рисунок 25):

- 1) большой лесной массив «Кумысная поляна» с примыкающими к нему с севера и востока жилыми застройками;
- 2) центральная часть парка – «Большая Кумысная поляна» с двумя детскими оздоровительными учреждениями «Молодежный» и «Березка»;
- 3) территория Елшанского кладбища, расположенная в северной части г. Саратова.

На карте также определялись и другие разрозненные небольшие кластеры заражения, очевидно, в меньшей степени представляющие эпидемическую опасность в отношении риска заражения ГЛПС.

Анализируя наглядные изображения участков различной плотности мест инфицирования людей ГЛПС, удалось выявить конкретные территории риска в г. Саратове и Саратовском районе, которые в первую очередь нуждались в усилении проводимых мероприятий по неспецифической профилактике ГЛПС.

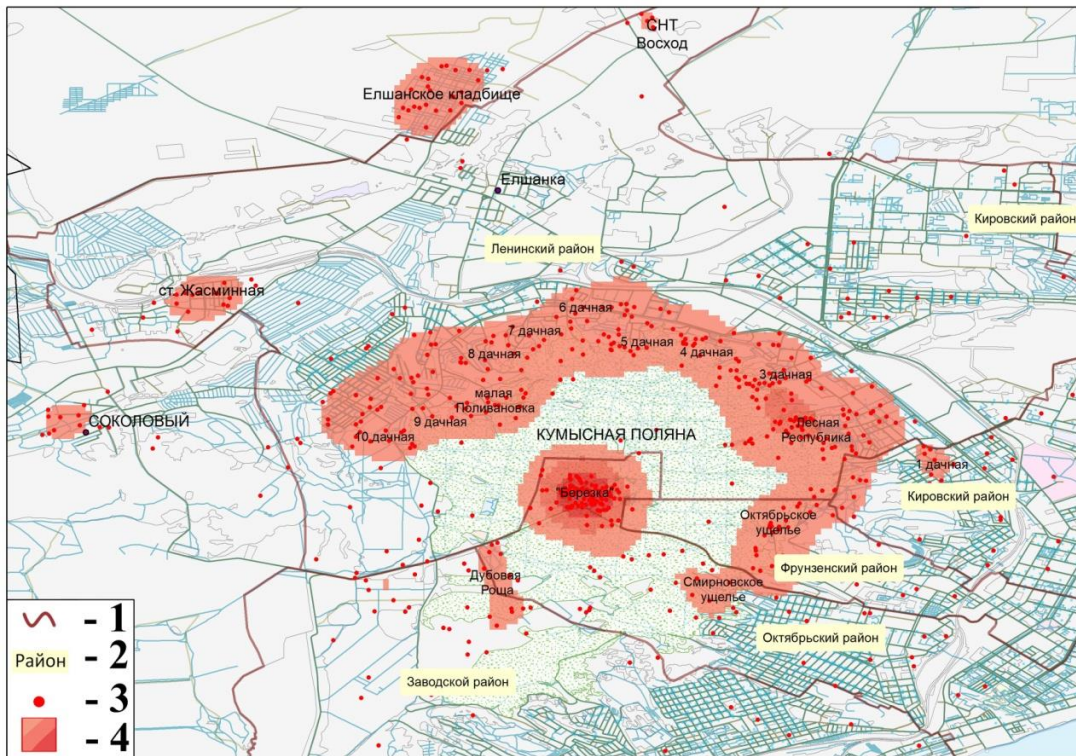


Рисунок 25 – Картограмма расположения мест заражения ГЛПС в г. Саратове в январе – мае 2019 г.:

1 – границы административных районов г. Саратова; 2 – название административных районов г. Саратова; 3 – места заражения; 4 – зона концентрации мест заражения ГЛПС

Выводы, сформулированные по результатам эпидемиологических исследований каждого случая ГЛПС, подтверждались данными эпизоотологического обследования лесопарка «Кумысная поляна». Специалистам ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» удалось установить, что в мае численность грызунов в природном парке достигла высоких значений – 57 % попадания в орудия лова при колебаниях на разных линиях учета от 48 до 68 %. Этот показатель оказался в 2,5 раза выше среднееголетнего значения (22,5 %), а доля инфицированных вирусом ГЛПС грызунов составила 18,6 % (при среднееголетнем уровне – 4,6 %).

В сложившейся ситуации основная задача профилактики ГЛПС заключалась в обеспечении оперативных мероприятий по неспецифической профилактике территории природного очага ГЛПС, находящегося в ситуации эпизоотической и эпидемической активности, максимально эффективно. Двукратные родентицидные обработки, проведенные в мае с применением приманок на основе антикоагулянтов II поколения (бромадиолон и бродифакум) на территории рекреационных объектов, в первую очередь

в детских оздоровительных учреждениях в преддверии начала летнего оздоровительного сезона (в строениях и на территории 500-метровой барьерной зоны), и барьерная дератизация 50-метровой лесной зоны «Кумысная поляна», прилегающей к Ленинскому району г. Саратова, показали низкий родентицидный эффект. Так, по результатам контроля качества обработок, проведенного специалистами ФКУН Российский противочумный институт «Микроб», выявлено, что остаточная численность грызунов (рыжая полевка, желтогорлая мышь и др.) на обработанных территориях колебалась в пределах 6–38 %, что свидетельствовало о низкой эффективности проведенных дератизационных мероприятий. После проводимых обработок численность грызунов удавалось локально снизить лишь на относительно небольших участках рекреационных объектов, которые находились обособленно на значительной по площади территории лесопарка, что давало довольно низкий родентицидный эффект, поскольку обработанные участки достаточно быстро вновь заселялась грызунами со смежных территорий, на фоне их высокой миграционной активности и интенсивного размножения [Матросов А.Н. и др., 2005].

Продолжающаяся ухудшаться эпидемиологическая обстановка потребовала проведения оперативных ограничительных мер, в том числе отмены всех массовых спортивных, развлекательных и досуговых мероприятий в лесопарке «Кумысная поляна» и введения запрета на посещение населением территорий природного очага.

Сохраняющиеся эпидемиологические риски, несмотря на проведенные в мае плановые дератизационные мероприятия на территории 12 детских летних оздоровительных учреждений (ЛОУ), не позволили открыть оздоровительный сезон в запланированные сроки (начало июня), в связи с чем было принято решение о переносе начала работы первой оздоровительной смены до стабилизации ситуации по ГЛПС. На территориях ЛОУ был проведен дополнительный комплекс экстренных противоэпидемических мероприятий, включающий дезинфекционные и повторные родентицидные обработки приманками с антикоагулянтами II поколения, а на прилегающей 500-метровой барьерной зоне – приманками на основе фосфида цинка.

Стремительное развитие ситуации по ГЛПС привело к росту числа больных, что требовало безотлагательного принятия экстренных противоэпидемических мер, направленных на снижение численности носителей в короткие сроки. Для организации и обеспечения экстренной профилактики заболевания населения был создан оперативный

штаб, усиленный прикомандированными специалистами дезинфектологического профиля из учреждений Роспотребнадзора г. Москвы. На территории лесопарка «Кумысная поляна», учитывая малую эффективность приманок с антикоагулянтами II поколения в весенне-летний период года, характеризующийся длительным накоплением действующего вещества до летальных доз на фоне низкой поедаемости при обилии зеленых кормов, для дератизации было принято решение применять приманки с фосфидом цинка (в концентрации 3 %), который является ядом острого действия [Рябов С.В., 2012]. При планировании участков и объемов родентицидных обработок с использованием фосфида цинка, учитывая высокую заселенность грызунами природного парка, было принято решение охватить не менее 50 % лесного массива, уделив особое внимание зонам рекреации, активно посещаемым населением, включая пешие туристические маршруты, пребывание на которых указывали большинство заболевших, а также обработать 500-метровую лесную зону, прилегающую к ЛОУ. Кроме того, в связи с особенностью расположения природного очага зона барьерной дератизации по периметру лесного массива, примыкающего к наиболее проблемной в эпидемиологическом отношении территории городской жилой застройки в окрестностях г. Саратова, была увеличена до 200 метров. Таким образом, в июне общая физическая площадь экстренных дератизационных мероприятий зерновой приманкой на основе фосфида цинка составила 3 тыс. га (Рисунок 26) [Иванова А.В. и др., 2020].

По результатам контроля эффективности масштабных дератизационных обработок, проведенного специалистами ФКУН Российский противочумный институт «Микроб», выявлено снижение численности грызунов в 28 раз (с 36,0 до 1,3 %). Однако на некоторых участках провести дератизационную обработку в должном объеме не удалось ввиду неровности рельефа лесопарка «Кумысная поляна», на территории которого около 1 000 га леса занимают обрывы, овраги и другие недоступные для обработки ландшафты. Несмотря на это, активная родентицидная обработка большей территории природного очага позволила значительно снизить численность грызунов до нормативных значений, регламентированных разделом III «Санитарно-эпидемиологические требования к организации и осуществлению дезинфекционной, дератизационной и дезинсекционной деятельности» СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней» (менее 7,0 % попадания в природном

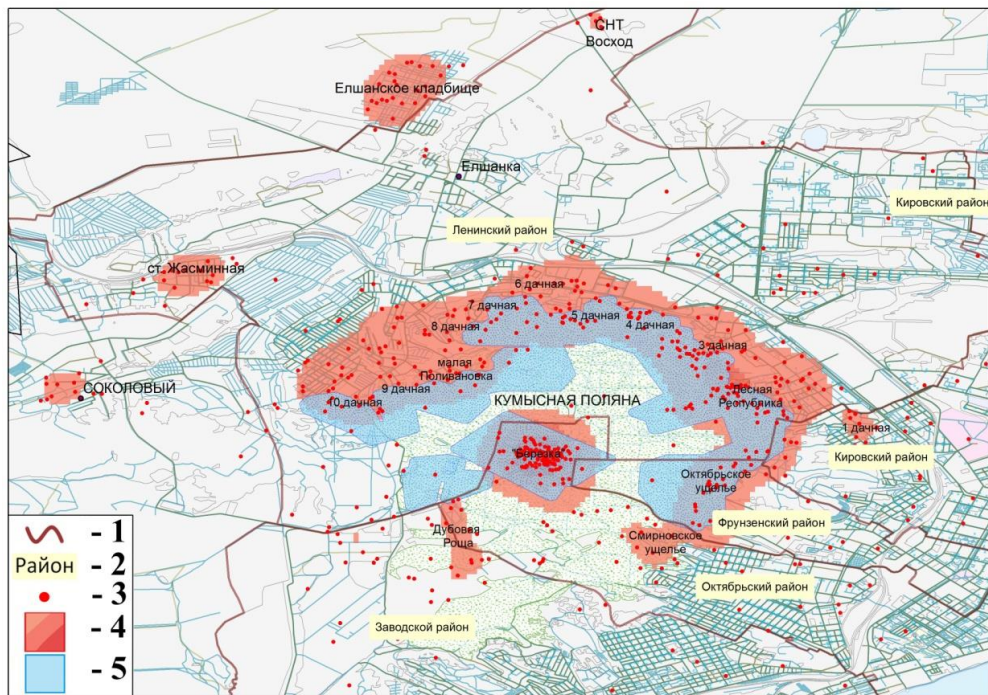


Рисунок 26 – Картограмма расположения зон родентицидных обработок природного парка «Кумысная поляна» в июне 2019 г.:

1 – границы административных районов г. Саратова; 2 – название административных районов г. Саратова; 3 – места заражения; 4 – зона концентрации мест заражения ГЛПС; 5 – участки дератизационных обработок

биотопе), и добиться снижения случаев ГЛПС в осенне-зимний период (25,4 % от общего числа заболевших в 2019 г.). Эффективные дератизационные обработки в ЛОУ и на примыкающих к ним территориях лесопарка «Кумысная поляна» позволили провести оздоровительные смены в июле и августе и не допустить заболевания ГЛПС детей и персонала в ЛОУ.

5.2. Реализация научно обоснованного подхода с использованием возможностей ГИС при организации профилактических мероприятий в очагах ГЛПС

В весенний период следующего, 2020 года к планированию истребительных мероприятий в природном очаге ГЛПС с целью увеличения эффективности неспецифической профилактики и недопущения осложнения эпидемиологической

обстановки был также применен научно обоснованный подход [Селенина А.Г. и др., 2022]. При этом был использован опыт специалистов ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» по родентицидным обработкам в природном очаге ГЛПС на территории Аткарского района в 1998 г. в зимний период времени [Матросов А.Н. и др., 1999, 2020; Шилов М.М., 2004]. Для выполнения задачи по заблаговременным профилактическим мерам в наиболее активном природном очаге Саратовской области в зимний период 2019/2020 гг. эпидемиологами, зоологами и лабораторной службой ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» было проведено рекогносцировочное эпизоотологическое обследование в природном парке «Кумысная поляна» – рекреационной зоне г. Саратова и на прилегающих к нему территориях Саратовского района.

Установление территорий высокого риска заражения людей ГЛПС посредством определения численности, видового состава и соотношения видов в популяциях мелких млекопитающих, генеративного состояния и, что еще важнее, уровня инфицированности грызунов на этих конкретных участках хантавирусами – возбудителями ГЛПС – было основной целью обследования. Вся территория лесопарка была поделена на 140 примерно одинаковых участков (кварталы), площадь каждого составляла 20–25 га. Обследования проводились в зонах повышенной эпидемиологической значимости – вблизи ЛОУ, лыжных баз, санаториев, природных родников, зимних лыжных трасс, СНТ. Всего было отловлено 133 экземпляра мелких млекопитающих 5 видов на территории 320 га площади лесопарка. Отмечено, что в 4 точках отлова встречалась исключительно рыжая полевка, этот же вид грызунов доминировал почти во всех остальных отловах. Численность носителей была от 2,0 до 46,0 % в разных точках, средняя численность при этом составила 22,5 %. Наибольшая численность грызунов выявлена на территории западной части природного парка «Кумысная поляна». В оврагах выявлено плотное заселение грызунами: в Сёмкином зафиксировано 46 % попаданий в орудия лова, в Рокотовском – 34,0 %, в Медвежьем – 28,0 %, в Денежном – 18,0 %. Высокие концентрации грызунов были выявлены также вблизи дачных массивов СНТ «Полянка» и «Химик» (28,0 %) и на других плакорных участках природного парка.

Значительное расхождение в показателях заселенности станций переживания грызунов объясняется кратностью обработок участков лесопарка «Кумысная поляна» в 2019 г. По данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области»,

средний многолетний показатель в недератизированных биотопах природного парка составляет 23,1 %. При этом наибольшая инфицированность грызунов *Puumala virus*, согласно полученным данным лабораторных исследований, была отмечена в зонах с высокой плотностью их поселения, из которых в 7 точках обследования зафиксирован показатель инфицированности в 100 %.

Таким образом, по результатам эпизоотологического обследования установлено крайне неравномерное распределение численности мелких млекопитающих по территории природного парка. На отдельных участках, труднодоступных для дератизации и оставшихся не обработанными в 2019 г. (овраги, ущелья и другие), сформировались станции переживания грызунами неблагоприятных условий зимнего периода, характеризующиеся высокой численностью популяции рыжей полевки. Из этих зон в весенний период прогнозировалось массовое расселение грызунов по территории природного парка «Кумысная поляна».

Для повышения информативности и визуализации результатов эпизоотологического обследования использована проработанная в 2019 г. методика. Для отображения мест обнаружения каждого отловленного грызуна с точной пространственной привязкой на электронной карте территории природного парка «Кумысная поляна» создан слой точечных объектов. Карты плотности мест скопления грызунов на территории природного парка построены с целью пространственного анализа результатов эпизоотологического обследования для последующего определения мест, наиболее нуждающихся в дератизационных мероприятиях [Иванова А.В. и др., 2021] (Рисунок 27).

Построение подобных карт дает возможность наглядно оценить концентрацию мелких млекопитающих на местности, что помогает идентифицировать территории, нуждающиеся в проведении родентицидных обработок. Места с высокой численностью носителей ГЛПС отображаются на картах как наиболее яркие участки, что немедленно характеризует исследуемую местность как потенциальную территорию риска инфицирования людей.

Аналогичные подходы применялись к данным результатов лабораторных исследований, отловленных в ходе эпизоотологического обследования грызунов, благодаря чему была создана карта плотности уровней инфицирования мелких млекопитающих на территории природного парка «Кумысная поляна» зимой 2020 г.

(Рисунок 28). Интересно, что участки с высокой численностью грызунов могли отличаться их низкой инфицированностью, что было также выявлено в этой работе.

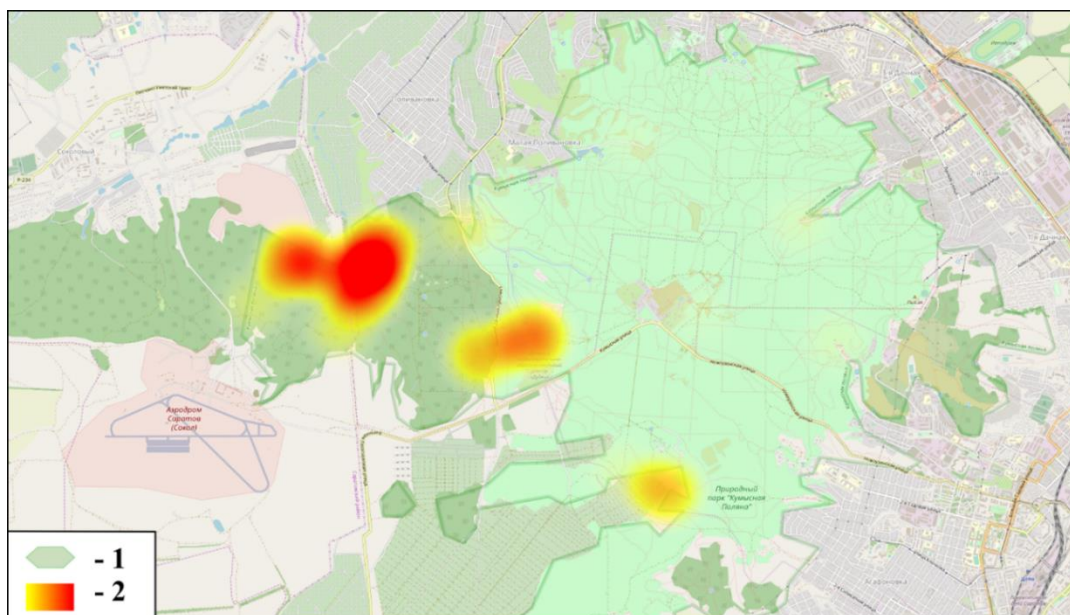


Рисунок 27 – Картограмма плотности распределения мелких млекопитающих на территории природного парка «Кумысная поляна» зимой 2020 г.:

1 – граница природного парка «Кумысная поляна»; 2 – места выявления участков высокой численности носителей хантавирусов

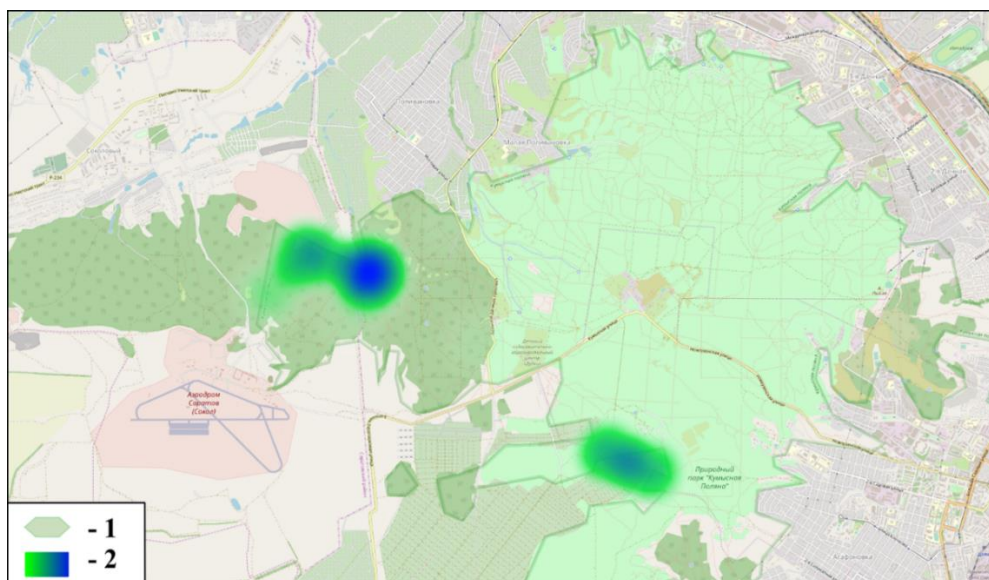


Рисунок 28 – Картограмма плотности уровня инфицированности мелких млекопитающих на территории природного парка «Кумысная поляна» зимой 2020 г.:

1 – граница природного парка «Кумысная поляна»; 2 – участки обнаружения группировок мелких млекопитающих с высоким уровнем инфицированности хантавирусом

При совмещении электронной топографической карты природного парка «Кумысная поляна» с поквартальной разбивкой местности с определенной площадью каждого квартала с полученными информационными слоями удалось установить конкретные территории природного парка, в первую очередь нуждающиеся в проведении профилактических работ по снижению численности грызунов, более точно рассчитать площади, подлежащие дератизационным обработкам, определить объемы дератизации (Рисунок 29) [Иванова А.В. и др., 2021].

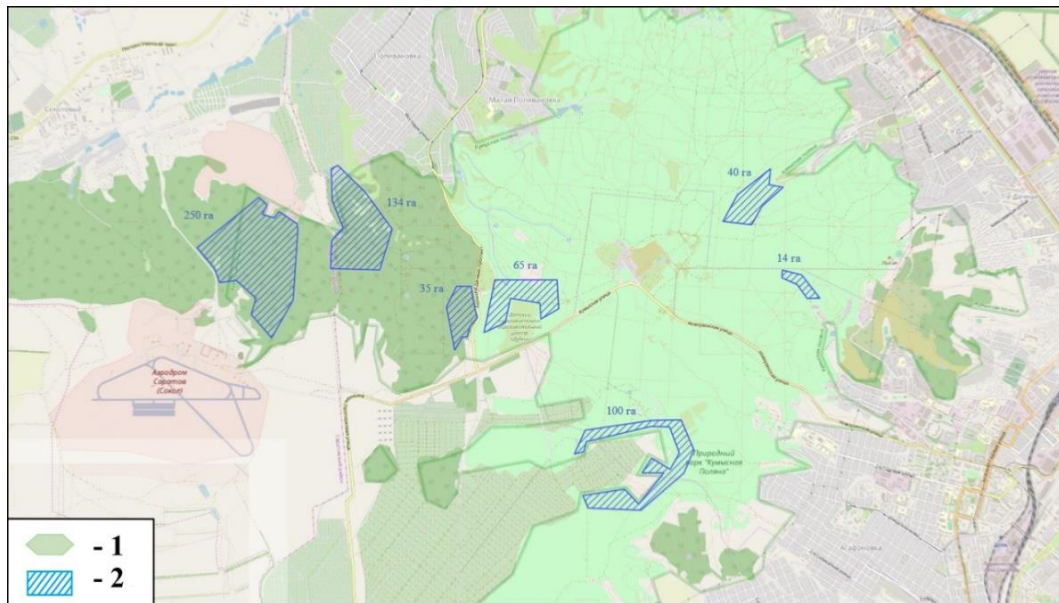


Рисунок 29 – Картограмма зон дератизационных обработок на территории природного парка «Кумысная поляна» зимой 2020 г.:

1 – граница природного парка «Кумысная поляна»; 2 – зоны и площади, подлежащие обработкам

При экстраполяции полученных данных на всю территорию природного парка, предполагается, что определенные места с высокой численностью грызунов имеют характер территориального распределения, сходный с выявленным при анализе, поскольку при выполнении работы брали в расчет результаты исследований, проводившихся выборочно в местах повышенной эпидемиологической значимости, а не сплошного эпизоотологического обследования. Графический анализ полученных результатов был положен в основу планирования профилактических мероприятий на данной территории. Общая рекомендуемая площадь, подлежащая дополнительным дератизационным обработкам, по результатам выполненного анализа территорий высокого риска заражения ГЛПС составила 639 га.

Подход к адресному проведению истребительных мероприятий в очаге ГЛПС с использованием возможностей геоинформационного анализа послужил, таким образом, основой для разработки комплекса профилактических мероприятий, адекватных сложившейся обстановке по снижению рисков заражения ГЛПС [Иванова А.В. и др., 2021]. С целью недопущения осложнения эпидемиологической обстановки в весенний период 2020 г. ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» предложено проведение зимней дератизации на установленной с помощью научно обоснованного подхода территории с применением яда острого действия. В качестве родентицидного средства выбран фосфид цинка, используемый в природных очагах зоонозов [Матросов М.А. и др., 2005]. Накопленный опыт родентицидных обработок в очагах ГЛПС на территории Саратовской области в зимний сезон, включая годы с высоким снежным покровом, свидетельствует о высокой противоэпидемической и противоэпизоотической эффективности борьбы с рыжей полевкой и другими грызунами – носителями хантавирусов. Так, в 1998 г. в зеленой зоне г. Аткарска Саратовской области проведение зимних истребительных работ обеспечило поддержание в течение года численности рыжей полевки в окрестностях города на низком уровне (до 3 %), что позволило рекомендовать данный способ в сложившейся ситуации. Высокая эффективность этого метода обоснована дефицитом кормов в это время года: голодные грызуны под снегом легко находят и активно поедают родентицидную приманку с привлекающим аттрактантом (растительным маслом) [Матросов А.Н. и др., 1999, 2005; Шилов М.М., 2004].

По итогам рекогносцировочного эпизоотологического обследования зимняя полевая дератизация осуществлена в феврале 2020 г. в местах максимальной концентрации мелких млекопитающих на площади 639 га с привлечением к выполнению работ специализированной дезинфекционной организации (ФГУП «Меддезинфекция»). При выборе участков обработки особое внимание уделяли труднодоступным участкам на местности (овраги, обрывы), а также захламленным массивам леса и заросшим пустырям, располагающимся на эпидемиологически значимых территориях (окрестности ЛОУ, вблизи жилых массивов). Истребительные работы проводили по принципу создания сети точек долговременного отравления (ТДО). В качестве приманки использовали зерна пшеницы с 3 % содержанием фосфида цинка и 4 % растительного масла. С целью длительного сохранения приманки в окружающей среде притравленное зерно помещали

в тубусы, изготовленные из плотного картона, исходя из расчета 150 мг приманки на 1 тубус. На местности такие приманки расставляли сплошными полосами в шахматном порядке, исходя из расчета 4 точки на 1 га. Затравщики в процессе работы передвигались пешим строем в цепи с интервалом 50–100 м. Раскладку тубусов приманки проводили в естественные ниши: снежные норы грызунов, под наклонные и поваленные стволы деревьев, в пустоты под корнями и в кучи валежника. При отсутствии естественных полостей приманка устанавливалась в лунках, пробитых в снегу до земли. Таким образом, создавались точки долговременного отравления (ТДО), которые способны функционировать в течение нескольких месяцев. Важно, что ТДО подобного типа сводят к минимуму возможность поедания приманки нецелевыми видами животных (зерноядными птицами, домашними животными) [Тарасов М.А. и др., 2012].

По результатам контроля эффективности дератизационных работ, проведенного в 2020 г. специалистами ФКУН Российский противочумный институт «Микроб», установлено, что средняя численность грызунов весной после зимней дератизации составила 4,5 % попадания в орудия лова. До начала профилактических работ средняя численность грызунов достигала 22,5 % попадания в орудия лова. Таким образом, эффективность зимней дератизации составила 80,0 %. Остаточная численность грызунов при контроле зафиксирована на уровне ниже среднеголетних показателей численности, что позволило оценить работу по зимней дератизации как эффективную.

С целью снижения риска заболеваемости населения ГЛПС профилактические работы по снижению численности грызунов на территории природного парка «Кумысная поляна» были продолжены в весенний период 2020 г., что позволило к маю сохранить низкую численность носителей. Полученные результаты показывают, что ТДО, установленные в феврале с применением ГИС-анализа на участках с наибольшими эпизоотическими проявлениями, эффективно функционировали продолжительное время, а сезонная барьерная дератизация укрепила положительный родентицидный эффект.

Следует также отметить, что целенаправленная регуляция численности основного резервуарного хозяина *Reumala virus* – рыжей полевки в стадиях ее зимнего переживания (до появления зеленой растительности) спровоцировала перестройку многовидового сообщества грызунов, обитающих в лесных массивах на территории лесопарка «Кумысная поляна». В весенний период 2020 г. в лесном биоценозе по результатам эпизоотологического обследования отмечалось снижение индекса доминирования рыжей

полевки в сравнении со средними многолетними показателями, доминирующее положение занимала желтогорлая мышь (индекс доминирования – 56,7 %), которая может быть лишь случайным носителем хантавируса. Таким образом, проведенная профилактическая работа в активном природном очаге ГЛПС свидетельствует о высокой эффективности зимней дератизации, которая привела к значительному уменьшению эпидемического потенциала природного очага ГЛПС в г. Саратове.

На основании анализа результатов, проведенных родентицидных мероприятий в природных биотопах в зимних условиях в Саратовской области можно констатировать, что подснежная дератизация обеспечивает высокую противоэпизоотическую эффективность. Метод может быть рекомендован к широкому применению в качестве меры экстренной и плановой профилактики в очагах ГЛПС. Организация и методология мероприятий по зимней дератизации, разработанная при участии автора работы, нормативно закреплена в документе федерального уровня «Дератизационные мероприятия в зимний период в очагах геморрагической лихорадкой с почечным синдромом (ГЛПС)» [МР 3.5.3.0299-22].

5.3. Оценка эффективности научно обоснованного подхода с использованием возможностей ГИС к планированию и проведению профилактических мероприятий по ГЛПС в Саратовской области

В Саратовской области описанный научный подход к организации профилактических работ в очагах ГЛПС принял системный характер и применяется на протяжении пяти последних лет (2019–2023 гг.). Положительный опыт проведения профилактических и противоэпидемических мероприятий и сохраняющийся низкий уровень заболеваемости ГЛПС в области доказывает эффективность такой тактики планирования и организации дератизационных мероприятий в природных очагах ГЛПС. Наряду с другими мерами профилактики он оказывается наиболее кардинальным. По данным годовой отчетной формы № 27 «Сведения о дезинфекционной деятельности», объемы дератизационных обработок в области, выполненные организациями, подведомственными Роспотребнадзору, иными коммерческими и некоммерческими организациями дезинфекционного профиля и индивидуальными предпринимателями по

оказанию дезинфекционных услуг, уменьшаются либо остаются в тех же объемах, но при этом противоэпидемическая эффективность оказывается высокой [Чумачкова Е.А., 2024].

Анализируя статистические данные за пять лет (2019–2023 гг.), можно говорить о снижении объемов родентицидных обработок, проводимых в области. Так, в 2,1 раза уменьшилось количество обработанных объектов, в 1,1 раза – оперативная площадь обработанных территорий, в 2,4 раза – оперативная площадь территорий природных очагов (Таблица 16).

Таблица 16 – Выполненные объемы дератизационных обработок в Саратовской области в 2019–2023 гг.

Место дератизационной обработки	Единица учета объекта обработки	Год				
		2019	2020	2021	2022	2023
Дератизация в строениях	число объектов (единиц)	24 931	19 332	18 188	10 608	11 638
	физическая площадь (тыс. м ²)	29 173	26 667	27 611	13 605	15 883
	оперативная площадь (тыс. м ²)	183 859	160 370	277 920	70 115	77 554
Дератизация на открытых территориях	физическая площадь (га)	4 800	4 396	4 644	3 876	4976
	оперативная площадь (га)	9 293	6 640	9 284	8 799	8744
В том числе дератизация в природных очагах	физическая площадь (га)	3 457	3 054	3 449	1 988	2176
	оперативная площадь (га)	7 250	3 994	6 702	2 795	3060
Показатели заболеваемости ГЛПС (на 100 тыс. населения)		110,02	6,26	0,83	2,39	3,61

Применение научно обоснованного подхода к противоэпидемическим мероприятиям и целевым обработкам наиболее активных участков природных очагов привело к снижению уровня заболеваемости ГЛПС в области до спорадической: с 110,02 на 100 тыс. населения в 2019 г. до 3,61 – в 2023 г.

Таким образом, результаты комплексного анализа с применением ГИС эпидемиологических, эпизоотологических, ландшафтно-географических и других

данных, а также результатов лабораторного исследования мелких млекопитающих в сочетании с точной географической привязкой к конкретным территориям дают возможность существенно снизить уровень заболеваемости ГЛПС. При этом следует подчеркнуть, что для предупреждения эпидемических осложнений профилактические меры не были ограничены только истребительными мероприятиями [Мочалкин П.А. и др., 2010]. Только при реализации единого цельного комплекса действий, содержащего и экстренные, и предупредительные меры, включающие санитарно-просветительную работу с населением, режимно-ограничительные, санитарно-технические и санитарно-гигиенические мероприятия, получается добиться устойчивого противоэпидемического эффекта.

Следует отметить, что к ухудшению эпизоотической ситуации на Кумысной поляне могло привести сокращение лесотехнических работ и снижение объемов санитарной очистки лесопарковой зоны, связанное с переводом территории природного парка в лесопарковое состояние, что благоприятно отразилось на экологических условиях обитания грызунов – образовались места укрытий в скоплении валежника, сухостое. При планировании и проведении родентицидных обработок в очагах ГЛПС наиболее продолжительный противоэпидемический эффект можно получить лишь в сочетании с другими мерами [Шкарин В.В., 2006]. Комплекс противоэпидемических мероприятий по оздоровлению природного очага на Кумысной поляне включал в себя лесотехнические меры: санитарная рубка, очистка от сухостоя, густого подлеска и древесно-кустарниковой растительности, общесанитарные меры (ликвидацию самопроизвольных свалок, очистку от валежника и мусора) в лесных массивах и на территориях, примыкающих к населенным пунктам, СНТ, оздоровительным учреждениям, гаражным кооперативам. В городской черте организовано благоустройство рекреационных зон.

Значительное влияние на настороженность населения при посещении территории природного очага играет уровень санитарной грамотности среди населения. В напряженный в эпидемиологическом отношении по ГЛПС период при участии ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» в области велась активная санитарно-просветительная и информационно-разъяснительная работа. С этой целью были задействованы различные ведомства и городские службы, использовались все возможные методы и приемы. По местному телевидению и радио проводилась регулярная трансляция обращений к горожанам об опасности посещения природно-очаговой

территории, о путях передачи инфекции, первых признаках заболевания и мерах по его предотвращению. Организовывались совещания и встречи с руководителями различных предприятий, СНТ, гаражных кооперативов о соблюдении требований санитарного законодательства по санитарному содержанию территорий, проведению дератизационных работ и созданию неблагоприятных для грызунов условий во вверенных им организациях. Доступность и адресность информирования граждан о ГЛПС достигнута путем выпуска и раздачи в местах обращений граждан (госучреждения, многофункциональные центры) листовок. Кроме того, был использован необычный способ агитации – размещение информации на квитанциях по оплате за коммунальные услуги, обеспечив при этом осведомленность широких слоев населения. В этой работе были задействованы управляющие компании и товарищества собственников жилья. Для ограничения посещения горожанами природного очага при въезде на Кумысную поляну был организован пост ДПС и установлены запрещающие баннеры. Перечисленные меры имели значительный профилактический эффект за счет повышения у населения осведомленности, формирования убеждения в опасности заражения ГЛПС и снижения количества контактов граждан с носителями инфекции.

В заключение отметим, что по результатам выполненной работы открывается перспектива дальнейшего повышения эффективности неспецифической профилактики в очагах ГЛПС путем перехода от широкомасштабных грызуноистребительных работ к тактике адресных дератизационных обработок конкретных наиболее опасных в плане заражения хантавирусами участков и снижения уровня заболеваемости населения. Полученные результаты служат научным обоснованием экономической эффективности планируемых профилактических мероприятий [Иванова А.В. и др., 2021], свидетельствуют о перспективности широкого внедрения в практику эпидемиологического надзора за ГЛПС методов ГИС-анализа везде, где это необходимо.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время в России более 100 млн человек (большинство населения европейской части страны и жителей Дальневосточного региона) ежегодно подвергаются риску заболевания ГЛПС. Наиболее активные эпидемические очаги хантавирусной инфекции находятся преимущественно на территории европейской части страны (Приволжский и Центральный федеральные округа). Для Саратовской области также, как и для всего ПФО, ГЛПС является актуальной проблемой.

Отечественными учеными вопросы распространения ГЛПС в Саратовской области изучались с 80-х годов прошлого столетия. В основу исследований легли принципы дифференциации территории по эпидемической опасности заражения ГЛПС [Потемина Л.П., 1992], оценки состояния природных очагов ГЛПС в различных ландшафтных районах [Добло А.Д., 2000], оценки эпизоотического потенциала очаговой по ГЛПС территории [Коротков В.Б. и др., 1996; Тарасов М.А., 2012], определение показателя эпидемической опасности территории [Попов Н.В. и др., 2013], установления критериев ландшафтно-географических условий, влияющих на заболеваемость [Кресова У.А., 2014]. Несмотря на многочисленные исследования и постоянно проводимые профилактические мероприятия, эпидемиологическая обстановка по ГЛПС в субъекте характеризуется ежегодной заболеваемостью с нарастающей тенденцией увеличения числа больных и периодически возникающими крупными вспышками (1986, 2014, 2019 гг.) [Добло А.Д., 2000; Кресова У.А., 2014; Иванова А.В. и др., 2020]. Это требовало пересмотра подходов к определению территории риска заражения ГЛПС и совершенствованию организации неспецифических профилактических (противоэпидемических) мероприятий в очагах ГЛПС за счет переориентирования проведения эпизоотологического мониторинга и дератизационных обработок.

Нами проведен анализ заболеваемости ГЛПС в Саратовской области на современном этапе (2010–2023 гг.), который показал, что практически вся территория субъекта является эндемичной по ГЛПС, что подтверждается обнаружением инфицированных *Puumala virus* мелких млекопитающих в 22 АТО и ежегодно регистрируемой заболеваемостью ГЛПС среди населения 36 АТО области. При этом эпидемический потенциал территорий области по ГЛПС неоднороден. Выявлены

различия по уровню заболеваемости ГЛПС в районах области, связанные прежде всего с разнородностью этих территорий по характеристикам, определяющим оптимальные условия для жизнедеятельности популяций рыжей полевки – основного носителя *Puumala virus*.

Выявлено, что АТО с высоким (выше 15,43 на 100 тыс. населения) и средним (4,00–15,43 на 100 тыс. населения) уровнем заболеваемости расположены в ландшафтных зонах лесостепи и степи Правобережья (24 и 23 % территории области соответственно). Территории с низким уровнем заболеваемости ГЛПС (ниже 4,0 на 100 тыс. населения), занимающие свыше 45 % территории области, расположены в районах Левобережья с ландшафтами в основном сухой степи (11 АТО), в меньшей степени – степи (2), лесостепи (1) и полупустыни (2).

Ретроспективный эпидемиологический анализ особенностей эпидемического процесса в годы вспышек (1986 г. – 2 349 случаев заболевания; 2014 г. – 1 125; 2019 г. – 2 702) позволил выделить общие и отличительные черты. К особенностям эпидемических проявлений ГЛПС отнесены: смещение сезонности в 1986 и 2019 гг. с устоявшейся в области осенне-зимней на летне-осеннюю. Доминирование лесного и садово-огородного типов заражения в 1986 и 2019 гг., лесного типа – в 2014 г. Неизменными отличительными особенностями трех вспышек является преобладание в структуре заболевших жителей города Саратова и Саратовского района в совокупности с лесным типом заражения. Фактором, способствовавшим широкому распространению инфекции на данных АТО, является активное использование лесных массивов как зоны отдыха, в большей степени лесопарка «Кумысная поляна», где в годы вспышек регистрировали самую высокую инфицированность грызунов по области.

Отмечено увеличение с каждой последующей вспышкой площади территорий Саратовской области с эпизоотическими и эпидемическими проявлениями ГЛПС (1986 г. – 16 АТО, 2014 г. – 29, 2019 г. – 30) с регистрацией заболеваемости в районах, ранее свободных от ГЛПС. Данные эпидемиологического надзора за ГЛПС указывают на существенную разницу в количестве районов с регистрацией заболеваемости среди населения (35 АТО) и обнаружением инфицированных носителей (23), что свидетельствует о недостаточно проводимом мониторинге за ГЛПС на территории Саратовской области.

Отмечено, что в 1986, 2014, 2019 гг. количественные значения анализируемых биотических факторов (численность мелких млекопитающих, доминирование рыжей полевки, инфицированность мелких млекопитающих) превышали таковые в эпидемиологически благополучные по ГЛПС годы, что привело к резкому обострению эпидемиологической обстановки и возникновению вспышек ГЛПС в области. Вместе с тем в годы высокой численности носителей вируса ГЛПС, но незначительной их инфицированности активизация очагов ГЛПС не наблюдалась.

Анализируя действие абиотических факторов нами впервые определено, что на развитие «весенних» вспышек оказывают влияние зимние метеорологические показатели: стабильно отрицательные значения среднемесячной температуры воздуха (ниже 0 °С), большое количество атмосферных осадков в виде снега с декабря по февраль (выше 150 мм суммарно за сезон) и, как следствие, высокий снежный покров (выше 100 см суммарно за сезон). Анализ корреляционных связей многолетних значений указанных выше метеорологических показателей зимнего периода показал, что высота снежного покрова благоприятно влияет на состояние численности рыжей полевки в весенний период. К факторам, способствующим возникновению «осенних» вспышек, отнесены летние метеорологические показатели: умеренные средние температуры воздуха (средняя температура воздуха во все летние месяцы равна или ниже средних многолетних показателей) и обильные осадки (выше 100 % от среднемесячной нормы).

По результатам исследования нами подтверждено прямое влияние биотических факторов на интенсивность эпидемических проявлений ГЛПС [Коротков В.Б., 1997]. Установлено также, что абиотические факторы влияют не только на определенные особенности сезонного характера эпидемических проявлений, но и на степень выраженности влияния биотических факторов, которые, в свою очередь, активизируют природные очаги ГЛПС, обуславливая рост заболеваемости среди населения.

Впервые для ретроспективного анализа эпидемиологической обстановки и особенностей эпидемических и эпизоотических проявлений ГЛПС в 2010–2023 гг. на территории Саратовской области нами создана база данных «Эпидемические проявления геморрагической лихорадки с почечным синдромом в Саратовской области». Уникальность разработанной структуры БД состоит в наполнении ее информацией о местах предполагаемого заражения ГЛПС и о местах отлова носителей, с точной

пространственной приуроченностью к конкретной местности посредством геокодирования исходной информации. Разрозненная информация по эпидемическим и эпизоотическим проявлениям ГЛПС, собираемая ранее в области, не позволяла достоверно определить территории, где вероятность заболевания наиболее высокая. Одной из причин является порядок регистрации заболевших по месту выявления, который без учета эпидемиологического анамнеза предполагаемого места заражения и пространственного распределения участков концентрации инфицированных мелких млекопитающих не позволяет определить истинную территорию риска. Особенностью БД можно считать использование персонифицированных данных о каждом из 5 048 заболевших за исследуемый период, включающих полную эпидемиологическую характеристику каждого случая заболевания (пол, возраст, дата, тип заражения и др.), необходимых для полновесной оценки контингента и времени риска.

Геоинформационный анализ при проведении пространственного изучения эпидемического процесса лег в основу дифференциации всей территории Саратовской области по уровню риска заражения ГЛПС на современном этапе. Эпидемиологическое районирование территорий области по различным показателям проводилось в предыдущих исследованиях. Так, в исследовании В.Б. Короткова (1994 г.) выделены районы области по степени активности очагов с разным уровнем среднегодовой заболеваемости. А.Д. Добло (2000 г.) предложена методика эпидемиологического районирования по величине эпидемической опасности на основе количественных оценок пяти показателей, включающих уровень заболеваемости ГЛПС, индекс эпизоотической активности и облесенность территорий. В работе У.А. Кресовой (2014 г.) были определены группы территорий, отличающиеся сочетанием природных очагов ГЛПС, туляремии, иксодового клещевого боррелиоза, лихорадки Западного Нила. Несмотря на проведенные в прошлом научные работы по изучению территориальной неоднородности проявлений ГЛПС в области, сохраняющаяся напряженная эпидемиологическая ситуация с расширением в последние годы нозоареала побудила выработать новые подходы к районированию территории субъекта по уровню риска заболевания ГЛПС с использованием ГИС-технологий.

В ходе настоящей работы произведены расчеты по предложенной нами формуле по комплексу показателей, статистически достоверно в большей степени влияющим на уровень риска заражения ГЛПС (интенсивный показатель заболеваемости ГЛПС,

показатель лесистости территории, относительный показатель количества инфицированных носителей возбудителем ГЛПС). Кроме того, нами впервые был применен балльный показатель наличия рекреационных учреждений в оценке риска, что связано с особенностью расположения их преимущественно в лесной и лесопарковой зоне, то есть в местах обитания рыжей полевки. Полученные в результате расчетов значения позволили нам провести ранжирование районов области по трем категориям территорий, отличающимся по риску заражения.

В связи с тем, что меры специфической профилактики ГЛПС до настоящего времени не разработаны, ведущее место приобретают мероприятия неспецифической профилактики заболеваний населения. Среди последних наиболее эффективным остается проведение родентицидных обработок в природных очагах. С использованием современных возможностей информационных технологий обработки, анализа, сбора и визуализации данных разработан научно обоснованный подход к реализации как плановых, так и экстренных мероприятий в очагах ГЛПС для решения актуальных задач по повышению эффективности противоэпидемической защищенности населения на опасных территориях. Метод заключается в идентификации территории риска на основе точных пространственных данных мест заражения каждого заболевшего, а также данных эпизоотологического мониторинга с точной географической привязкой.

Методологические приемы научно обоснованного подхода впервые апробированы в 2019 г., в период наиболее сложной эпидемиологической ситуации за все время регистрации ГЛПС в субъекте. Основная задача заключалась в обеспечении оперативного проведения научно обоснованных объемов профилактических мероприятий на территории природных очагов ГЛПС, находящихся в эпизоотической и эпидемической активности, максимально эффективно. Территории, подлежащие обработкам, установлены с использованием проведенного ГИС-анализа.

В условиях постоянного риска осложнения эпидемиологической ситуации на эндемичных по ГЛПС территориях, с целью увеличения эффективности неспецифической профилактики в рамках усиления эпидемиологического надзора на территории Саратовской области, предложенный научно обоснованный подход стал широко применяться как в весенне-летний период, так и при проведении дополнительных обработок в зимний период. Используя опыт наших предшественников [Матросов А.Н. и др., 1999, 2005; Шилов М.М., 2004], родентицидные обработки на очаговых

территориях в зимний сезон, включая годы с высоким снежным покровом, показали высокую эффективность. Благодаря предложенному научно обоснованному подходу адресная обработка наиболее напряженных в плане риска заражения территорий позволяет уже несколько лет подряд сдерживать заболеваемость ГЛПС в области на уровне значительно ниже среднееголетнего, существенно сократив объемы проводимых родентицидных обработок, способствуя рациональному использованию не только материальных, но и кадровых ресурсов.

ВЫВОДЫ

1. Оценка интенсивности эпидемических и эпизоотических проявлений очаговых по ГЛПС территорий Саратовской области на современном этапе (2010–2023 гг.) позволила выявить территории с различными уровнями эпидемической значимости. К территориям с высоким уровнем эпидемической значимости относятся 10 АТО, со средним уровнем – 6 АТО, с низким уровнем – 7 АТО. Определены районы, в которых при наличии эпидемической активности эпизоотии не выявлены (4 АТО) либо эпизоотологические обследования не проводились (9 АТО). Сложившаяся ситуация требует пересмотра подходов к организации эпизоотологического мониторинга, включив в него все потенциально энзоотичные по ГЛПС территории, а по ряду АТО – расширения площади эпизоотологического обследования.

2. Установлены особенности эпидемических проявлений ГЛПС в области, регистрируемые в годы резкого обострения эпидемиологической обстановки (1986, 2014, 2019 гг.). В 1986 и 2019 гг. отмечалось смещение сезонной активности заболеваемости населения с устоявшейся осенне-зимней на летне-осеннюю. Выявлено доминирование лесного и садово-огородного типов заражения в 1986 и 2019 гг., лесного типа – в 2014 г. В структуре заболевших преобладание жителей города Саратова и Саратовского района было связано с активным посещением пригородных лесных массивов, в том числе лесопарка «Кумысная поляна». Отмечено расширение нозоареала ГЛПС на новые территории и регистрация заболеваемости в районах, ранее свободных от этой инфекции.

3. Определено и подтверждено статистическими расчетами существенное влияние биотических факторов на интенсивность эпидемического процесса в анализируемый период (2010–2023 гг.) в области. Установлено, что при численности мелких млекопитающих более 38,0 %, доминировании в отловах, превышающем 44,0 %, основного носителя – рыжей полевки и инфицированности мелких млекопитающих выше 16,0 %, в том числе рыжей полевки более 15,0 %, возникает резкое ухудшение эпидемической ситуации и регистрируются вспышки. Результаты работы доказывают, что эпидемические осложнения происходят при сочетании всех указанных биотических факторов.

Установлена роль абиотических факторов, оказывающих влияние на сезонность ГЛПС в области. На возникновение «весенних» вспышек существенное влияние оказывают стабильно отрицательные значения среднемесячных температур воздуха в зимний период; большое количество атмосферных осадков с декабря по февраль (выше 150 мм суммарно за сезон); высокий снежный покров (выше 100 см суммарно за сезон). К факторам, способствующим возникновению «осенних» вспышек, отнесены: умеренные средние температуры воздуха и обильные осадки (выше 100 % от среднемесячной нормы) в летний период.

4. Разработанная база персонифицированных данных по каждому заболевшему ГЛПС в области за период 2010–2023 гг., содержащая информацию о более чем 10 тыс. значений показателей, характеризующих эпидемический процесс, служит основой определения контингентов и территорий эпидемиологического риска. Анализ данных по 5 048 больным ГЛПС выявил неравномерность распределения участков высокого риска заражения и контингентов повышенного эпидемиологического риска на территории Саратовской области. Впервые обоснована необходимость учета и оценки расположения рекреационных объектов для выявления временных контингентов риска.

5. В результате эпидемиологического районирования территории Саратовской области по предложенной методике оценки уровня риска заражения ГЛПС определено, что доля территорий с низким уровнем риска заражения составляет 17,96 % от общей площади Саратовской области (19 АТО); средним – 29,75 % (11 АТО); высоким – 52,29% (19 АТО). При этом установлено, что на территории высокого риска заражения ГЛПС проживает 47,13 % населения области, в том числе 38,2 % жителей г. Саратова, что определяет данную территорию как приоритетную в плане целенаправленного проведения профилактических мероприятий для качественного снижения эпидемиологической напряженности во всем субъекте.

6. При планировании и организации комплекса неспецифической профилактики заболеваний в очагах ГЛПС на основе ГИС-анализа предложен научно обоснованный методический подход, ориентированный на выявление участков высокого риска инфицирования. Заблаговременное истребление основного носителя *Puumala virus* – рыжей полевки в точно установленных станциях переживания подтверждает высокую эффективность этого тактического приема, направленного на предупреждение обострения эпидемиологической обстановки в прогнозируемый период. Последнее

свидетельствует о перспективности перехода от тактики широкомасштабных грызуноистребительных мероприятий к точечным адресным обработкам конкретных территорий высокого риска инфицирования, что открывает перспективы дальнейшего увеличения эффективности неспецифической профилактики в очагах ГЛПС и снижения уровня заболеваемости.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- АТО – административно-территориальное образование
- БД – база данных
- ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения
- ГИС – географические информационные системы
- ГЛПС – геморрагическая лихорадка с почечным синдромом
- ИД – индекс доминирования
- ДФО – Дальневосточный федеральный округ
- ИФА – иммуноферментный анализ
- ЛОУ – летнее оздоровительное учреждение
- МКБ – международная классификация болезней
- МР – методические рекомендации
- МФА – метод флуоресцирующих антител
- ОТ-ПЦР – полимеразная цепная реакция с обратной транскрипцией
- ПЭО – потенциальная эпидемическая опасность
- ПФО – Приволжский федеральный округ
- РНК – рибонуклеиновая кислота
- Роспотребнадзор – Федеральная службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
- РФ – Российская Федерация
- СЗФО – Северо-Западный федеральный округ
- СКФО – Северо-Кавказский федеральный округ
- СО – Саратовская область
- СНТ – садовое некоммерческое товарищество
- СФО – Сибирский федеральный округ
- ТДО – точки долговременного отравления
- УФО – Уральский федеральный округ
- ФБУЗ – федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
- ФБУН – федеральное бюджетное учреждение науки
- ФГБУ – федеральное государственное бюджетное учреждение

ФГУП – федеральное государственное унитарное предприятие

ФКУН – федеральное казенное учреждение науки

ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии – Федеральное бюджетное учреждение науки

«Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора

ХПС – хантавирусный пульмональный синдром

ЦФО – Центральный федеральный округ

ЭПО – эпизоотический потенциал очага

ЮФО – Южный федеральный округ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аникин, В.В. Учебно-краеведческий атлас Саратовской области / В.В. Аникин, Е.В. Акифьева, А.Н. Афанасьева и др. ; гл. ред. А.Н. Чумаченко, отв. ред. В.З. Макаров. – Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2013. – 144 с. – Текст: непосредственный.
2. Баранов, В.А. Агрolandшафтное экологическое районирование / В.А. Баранов // Иллюстрации «Агрolandшафты Саратовской области». 2010. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://samlib.ru/b/baranow_w_a/agrolandshaftnoeekologicheskoeajonirowanie.shtml.
3. Бережнов, А.З. К общей характеристике заболеваемости в Саратове геморрагической лихорадкой с почечным синдромом / А.З. Бережнов, Н.И. Хатько, Е.В. Куклев и др. // Вопросы паразитологии и неспецифической профилактики зоонозов: сб. науч. ст. / отв. ред. Ю.К. Эйгелис ; Всероссийский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб». – Саратов: [б.и.], 1988. – С. 67–76. – Текст: непосредственный.
4. Бернштейн, А.Д. Особенности проявления лесных очагов геморрагической лихорадки с почечным синдромом, расположенных в оптимуме ареала рыжей полевки / А.Д. Бернштейн, Н.С. Алекина, Л.Ф. Копылова и др. // РЭТ-инфо. – 2000. – № 3 (35). – С. 11–17. – Текст: непосредственный.
5. Берштейн, А.Д. Особенности природной очаговости хантавирусных зоонозов / А.Д. Берштейн, И.Н. Гавриловская, Н.С. Алексина и др. // Эпидемиология и вакцинапрофилактика. – 2010. – № 2. – С. 5–13. – Текст: непосредственный.
6. Бернштейн, М.М. О заболеваемости геморрагической лихорадкой с почечным синдромом в Курской области / М.М. Бернштейн, И.В. Волгина, М.Л. Ковальчук // Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия в государствах-участниках СНГ : материалы XIV Межгосуд. науч.-практ. конф., посв. 100-летию ФКУЗ РосНИПЧИ «Микроб» (20–21 нояб. 2018 г., г. Саратов). – Саратов, 2018. – С. 48–50. – Текст: непосредственный.
7. Блинова, Е.А. Генетические особенности вируса Пуумала (*Hantaviridae: Orthohantavirus*), обнаруженного в Московской области / Е.А. Блинова, М.Т. Макенов, Е.С. Морозкин и др. // Вопросы вирусологии. – 2023. – № 68(4). – С. 283–290. – Текст: непосредственный.

8. Бородина, Ж.И. Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом — проблема современности / Ж.И. Бородина, О.Е. Царенко, К.М. Монахов и др. // Архивъ внутренней медицины. – 2019. – № 9(6). – С. 419–427. – Текст: непосредственный.

9. Брико, Н.И. Руководство по общей эпидемиологии инфекционных болезней / Н.И. Брико, Г.Г. Онищенко, В.И. Покровский. – М.: Медицинское инфекционное агентство, 2019. – Т. 2. – 768 с. – Текст: непосредственный.

10. Василенко, Н.Ф. Мониторинг природно-очаговых инфекций на юге европейской части России в 2016 году / Н.Ф. Василенко, О.В. Малецкая, Е.А. Манин и др. // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2018. – № 1 (298). – С. 30–32. – Текст: непосредственный.

11. Гаранина, С.Б. Молекулярно-генетические методы и компьютерные технологии в системе эпидемиологического надзора за хантавирусными инфекциями : автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 14.00.30, 03.00.06 / Гаранина Светлана Борисовна. – М., 2009. – 50 с. – Текст: непосредственный.

12. Государственные доклады Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/documents.php?back_url_admin=%2Fbitrix%2Fadmin%2Fiblock_admin.php%3Ftype%3Ddocuments%26lang%3Dru%26admin%3DY&clear_cache=Y&arrFilter_ff%5BNAME%5D=&arrFilter_pf%5BVID_DOC%5D=97&arrFilter_pf%5BNUM_DOC%5D=&arrFilter_pf%5BGOD%5D%5BLEFT%5D=&arrFilter_pf%5BGOD%5D%5BRIGHT%5D=&set_filter=%CD%E0%E9%F2%E8&set_filter=Y.

13. Государственный доклад Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/b50/t4kqksh4b12a2iwjnha29922vu7naki5/GD-SEB.pdf>.

14. Данилов, А.Н. Динамика и структура заболеваемости ГЛПС в Саратовской области с 2000 по 2005 год / А.Н. Данилов, Л.Н. Величко, Л.Г. Фёдорова и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2005. – № 2 (90). – С. 24–27. – Текст: непосредственный.

15. Демидова, Т.Н. Эпидемиологическое проявление сочетанных природных очагов туляремии, лептоспирозов и геморрагической лихорадки с почечным синдромом:

микстинфекции / Т.Н. Демидова, Н.Е. Шарапова, В.В. Горшенко и др. // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2022. – Вып. 21(2). – С. 38–45. – Текст: непосредственный.

16. Дзагурова, Т.К. Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (этиология, специфическая лабораторная диагностика, разработка диагностических и вакцинных препаратов) : автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 03.02.02 / Дзагурова Тамара Казбековна. – М., 2014. – 26 с. – Текст: непосредственный.

17. Дзагурова, Т.К. Анализ групповой вспышки геморрагической лихорадки с почечным синдромом, вызванной вирусом Сочи / Т.К. Дзагурова, А.А. Ишмухаметов, В.А. Бахтина и др. // Вопросы вирусологии. – 2019. – № 64(1). – С. 36–41. – Текст: непосредственный.

18. Добло, А.Д. Оптимизация эпидемиологического надзора за ГЛПС в Саратовской области в современных социально-экономических условиях : дис. ... канд. мед. наук: 14.00.30 / Добло Александр Дмитриевич. – Саратов, 2000. – 171 с. – Текст: непосредственный.

19. Европейская рыжая полевка / отв. ред. В.Е. Соколов. – М. : Наука, 1981. – 351 с. – Текст: непосредственный.

20. Еникеева, З.М. Исходы острого повреждения почек при геморрагической лихорадке с почечным синдромом / З.М. Еникеева, Р.Ф. Агзамова // Фундаментальные исследования [Электронный ресурс]. – 2013. – № 2-1. – С. 56–60. – Режим доступа: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=31053>.

21. Жигальский, О.А. Популяционные циклы европейской рыжей полевки в оптимуме ареала / О.А. Жигальский, А.Ю. Кшняев // Экология. – 2000. – № 5. – С. 383–390. – Текст: непосредственный.

22. Иванова, А.В. Научное обоснование прогнозирования эпидемиологической обстановки по ГЛПС (на примере Приволжского федерального округа и Республики Башкортостан) : автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.02.02 / Иванова Александра Васильевна. – Саратов, 2017. – 20 с. – Текст: непосредственный.

23. Иванова, А.В. Опыт специфической вакцинации против хантавирусной инфекции в мире. Обзор практики. Перспективы использования // Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции «Противодействие новой коронавирусной инфекции и другим инфекционным заболеваниям» и Международной конференции «Результаты и перспективы сотрудничества совместных научных центров

по изучению и профилактике инфекционных болезней в странах Африки, Азии и Южной Америки» (7–9 декабря 2023 г., Санкт-Петербург) / под ред. д-ра мед. наук, проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН, д-ра мед. наук, проф. В.В. Кутырева. – Саратов : Амирит, 2023. – С. 101–105. – Текст: непосредственный.

24. Иванова, А.В. Современные подходы к снижению риска заражения людей хантавирусами на примере отдельных территорий Республики Башкортостан / А.В. Иванова, Ш.В. Магеррамов, Н.В. Попов и др. // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2023. – Вып. 31(6). – С. 70–80. – Текст: непосредственный.

25. Иванова, А.В. Хантавирусные болезни: обзор эпидемиологической ситуации и эпидемиологических рисков в регионах мира / А.В. Иванова, Н.В. Попов, И.Г. Карнаухов, Е.А. Чумачкова // Проблемы особо опасных инфекций. – 2021. – № 1. – С. 23–31. – Текст: непосредственный. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-1-23-31

26. Иванова, А.В. Обзор эпидемиологической обстановки по геморрагической лихорадке с почечным синдромом (ГЛПС) на территории Российской Федерации за 1990–2015 гг. / А.В. Иванова, Н.В. Попов, Е.В. Куклев и др. // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2017. – № 94 (2). – С. 16–21. – Текст: непосредственный.

27. Иванова, А.В. Эпидемиологическая активность природных очагов геморрагической лихорадки с почечным синдромом на территории Российской Федерации в 2013–2017 гг. и прогноз на 2018 г. / А.В. Иванова, Н.В. Попов, Н.Д. Пакскина и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2018. – № 1. – С. 16–21. – Текст: непосредственный.

28. Иванова, А.В. Методические подходы к оценке экономического ущерба, связанного с заболеваемостью геморрагической лихорадкой с почечным синдромом в Российской Федерации / А.В. Иванова, В.А. Сафронов, А.А. Зубова и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2023. – № 1.– С. 96–104. – Текст: непосредственный. DOI: 10.21055/0370-1069-2023-1-96-104

29. Иванова, А.В. Особенности неспецифической профилактики в природных очагах геморрагической лихорадки с почечным синдромом в зимний период / А.В. Иванова, В.А. Сафронов, Н.В. Попов и др. // Дезинфекционное дело. – 2020. – № 3. – С. 63–69. – Текст: непосредственный.

30. Иванова, А.В. Эпидемиологические особенности вспышки ГЛПС в Саратовской области 2019 года / А.В. Иванова, В.А. Сафронов, Н.В. Попов и др. //

Проблемы особо опасных инфекций. – 2020. – № 2. – С. 78–85. – Текст: непосредственный. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-2-78-85

31. Иванова, А.В. Эпидемиологическое районирование территории Приволжского федерального округа по уровню потенциальной эпидемической опасности природных очагов геморрагической лихорадки с почечным синдромом / А.В. Иванова, В.А. Сафронов, Н.В. Попов и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2020. – № 1. – С. 91–96. – Текст: непосредственный. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-1-91-96

32. Иванова, А.В. Особенности неспецифической профилактики в природных очагах ГЛПС в зимний период / А.В. Иванова, В.А. Сафронов, Н.В. Попов // Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора «Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены» (Ростов-на-Дону, 21–22 октября 2020 г.) / под ред. А.Ю. Поповой, А.К. Носкова. – Ростов н/Д : Мини Тайп, 2020. – С. 49–51. – Текст: непосредственный.

33. Иванова, А.В. Применение ГИС-технологий при планировании профилактических работ в природных очагах геморрагической лихорадки с почечным синдромом в Саратовской области / А.В. Иванова, Е.А. Чумачкова, Н.В. Попов и др. // Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию академика И.Н. Блохиной «Эпидемиологический надзор за актуальными инфекциями: новые угрозы и вызовы». – Н. Новгород : Медиаль, 2021. – С. 233–235. – Текст: непосредственный.

34. Информатика и медицинская статистика / под ред. Г.Н. Царик. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2017. – 304 с. – Текст: непосредственный.

35. Истомина, Л.Б. Морфологический состав крови рыжих полевок, рожденных в здоровых вивариях, при экспериментальной инфекции ГЛПС и отловленных в природных очагах этого заболевания / Л.Б. Истомина, Ю.А. Мясников, И.А. Московская // Труды института полиомиелита и вирусных энцефалитов АМН СССР. – 1971. – Т. 19. – С. 267–276. – Текст: непосредственный.

36. Касьян, Ж.А. Выявление специфических антител к хантавирусам в сыворотках крови жителей северных провинций Вьетнама / Ж.А. Касьян, М.В. Проскурякова, Е.А. Чумачкова и др. // Инфекционные болезни в современном мире: эволюция, текущие и будущие угрозы : сборник трудов XIII Ежегодного Всероссийского

Конгресса по инфекционным болезням имени академика В.И. Покровского. – М. : Медицинское маркетинговое агентство, 2021. – С. 73. – Текст: непосредственный.

37. Касьян, Ж.А. Выявление маркеров хантавирусов в материале от людей и мелких млекопитающих на территории Вьетнама / Ж.А. Касьян, Ле Тхи Лан Ань, Е.Г. Оглодин и др. // Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции «Противодействие новой коронавирусной инфекции и другим инфекционным заболеваниям» и Международной конференции «Результаты и перспективы сотрудничества совместных научных центров по изучению и профилактике инфекционных болезней в странах Африки, Азии и Южной Америки» (7–9 декабря 2023 г., Санкт-Петербург) / под ред. д-ра мед. наук, проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН, д-ра мед. наук, проф. В.В. Кутырева. – Саратов : Амирит, 2023. – С. 128–129. – Текст: непосредственный.

38. Коломинов, С.И. Прогнозирование заболеваемости геморрагической лихорадкой с почечным синдромом на основе ряда эпизоотологических и климатических показателей / С.И. Коломинов, Ю.Л. Минаев, А.М. Спиридонов и др. // Материалы научно-практической конференции «Актуальные проблемы медицинской вирусологии», посвященные 100-летию со дня рождения М.П. Чумакова (19–20 ноября 2009 г., Москва). – М., 2009. – С. 173–178. – Текст: непосредственный.

39. Коренберг, Э.И. Природная очаговость инфекций: современные проблемы и перспективы исследований / Э.И. Коренберг // Зоологический журнал. – 2010. – Т. 89, № 1. – С. 5–17. – Текст: непосредственный.

40. Коротков, В.Б. Эпидемиологический надзор за геморрагической лихорадкой с почечным синдромом в Саратовской области : дис. ... канд. мед. наук: 14.00.30 / Коротков Владимир Борисович. – Саратов, 1994. – 148 с. – Текст: непосредственный.

41. Коротков, В.Б. Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом в Саратовской области (эпидемиологические аспекты) : монография / В.Б. Коротков, А.В. Наумов, Л.В. Самойлова ; Рос. науч.-исслед. противочум. ин-т «Микроб». – Саратов, 1996. – 128 с. – Текст: непосредственный.

42. Краснов, Я.М. Филогенетический анализ вариантов вируса Пуумала (Hantaviridae: *Orthohantavirus*), циркулирующих на территории Саратовской области / Я.М. Краснов, Е.В. Найденова, Н.П. Гусева и др. // Вопросы вирусологии. – 2024. – Т. 69, № 2. – С. 162–174. – Текст: непосредственный. DOI: 10.36233/0507-4088-224

43. Кресо́ва, У.А. Современные эпидемиологические и эпизоотологические особенности актуальных для Саратовской области природно-очаговых болезней : дис. ... канд. мед. наук: 14.02.02 / Кресо́ва Ульяна Алексеевна. – Саратов, 2014. – 157 с. – Текст: непосредственный.

44. Кресо́ва, У.А. Сочетанные очаги актуальных для Саратовской области природно-очаговых инфекционных болезней / У.А. Кресо́ва, С.Б. Гаранина, Л.В. Казакова и др. // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2014. – № 6 (255). – С. 30–32. – Текст: непосредственный.

45. Куклев, Е.В. О результатах анализа вспышки ГЛПС в Аткарском районе Саратовской области / Е.В. Куклев, А.М. Кокушкин, В.В. Кутырев // Природно-очаговые инфекции в России: современная эпидемиология, диагностика, тактика защиты населения : тез. докл. Всерос. науч.-практ. конф. (20–21 окт. 1998 г., Омск). – Омск, 1998. – С. 104–105. – Текст: непосредственный.

46. Куклев, Е.В. Природно-очаговые инфекции в Приволжском федеральном округе: структура и динамика заболеваемости. Сообщение 1. Заболеваемость геморрагической лихорадкой с почечным синдромом / Е.В. Куклев, Г.Д. Минин, Л.И. Коробов // Проблемы особо опасных инфекций. – 2004. – № 1 (87). – С. 28–30. – Текст: непосредственный.

47. Кушнарёва, Т.В. Эпизоотологический потенциал мышевидных грызунов в природных очагах хантавирусной инфекции и его эпидемиологическое значение / Т.В. Кушнарёва // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2008. – № 2 (32). – С. 50–52. – Текст: непосредственный.

48. Лакин, Г.Ф. Биометрия : учеб. пособие для биол. спец. вузов / Г.Ф. Лакин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1990. – 352 с.: ил. – Текст: непосредственный.

49. Луговская, Н.Ф. Эпидемиологические особенности заболеваемости жителей г. Чебоксары геморрагической лихорадкой с почечным синдромом / Н.Ф. Луговская, Е.Г. Прокопьева, М.М. Смирнов // Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия в государствах – участниках СНГ : материалы XIV Межгосуд. науч.-практ. конф., посв. 100-летию ФКУЗ РосНИПЧИ «Микроб» (20–21 нояб. 2018 г., Саратов). – Саратов, 2018. – С. 232–233. – Текст: непосредственный.

50. Львов, Д.К. Отряд *Bunyavirales* / Д.К. Львов, С.В. Альховский // Проблемы особо опасных инфекций. – 2018. – № 4. – С. 15–19. – Текст: непосредственный. DOI: 10.21055/0370-1069-2018-4-15-19

51. Ляпина, Е.П. Эпидемиологические особенности вспышки ГЛПС Саратовской области 2019 года / Е.П. Ляпина, Л.С. Бабошкина, Д.С. Гайдарова // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2021. – Т. 11, № 1. – С. 8. – Текст: непосредственный.
52. Малеев, В.В. Хантавирусная инфекция. Успехи и проблемы / В.В. Малеев, А.К. Токмалаев, Г.М. Кожевникова и др. // Инфекционные болезни. – 2021. – № 19 (1). – С. 110–118. – Текст: непосредственный.
53. Матросов, А.Н. Опыт зимней полевой дератизации в очаге геморрагической лихорадки с почечным синдромом / А.Н. Матросов, М.А. Тарасов, М.М. Шилов и др. // Гигиена и санитария. – 1999. – № 2. – С. 57–59. – Текст: непосредственный.
54. Матросов, А.Н. Защитная дератизация окрестностей населенных пунктов в природных очагах зоонозов на территории России / А.Н. Матросов, М.А. Тарасов, А.А. Кузнецов и др. // Дезинфекционное дело. – 2005. – № 3. – С. 48–51. – Текст: непосредственный.
55. Матросов, А.Н. Профилактика заболеваний населения геморрагической лихорадкой с почечным синдромом в Саратовской области / А.Н. Матросов, А.А. Кузнецов, А.В. Иванова и др. // Дезинфекционное дело. – 2020. – № 4. – С. 59–70. – Текст: непосредственный.
56. Медико-географический атлас России «Природноочаговые болезни» / под ред. С.М. Малхазовой. – М. : Географический факультет МГУ, 2015. – 208 с. – Текст: непосредственный.
57. Методические рекомендации «Дератизационные мероприятия в зимний период в очагах геморрагической лихорадкой с почечным синдромом (ГЛПС)» [МР 3.5.3.0299-22 утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 20 сентября 2022 г.]. – М. : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022. – 12 с. – Текст: непосредственный.
58. Методические указания «Эпидемиологический надзор, лабораторная диагностика и профилактика геморрагической лихорадки с почечным синдромом» [МУ 3.1.3844-23 утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 27 января 2023 г.]. – М. : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. – 67 с. – Текст: непосредственный.

59. Миронова, Н.И. Первые результаты молекулярно-генетических исследований клинического материала от больных геморрагической лихорадкой с почечным синдромом на территории Саратовской области / Н.И. Миронова, С.Б. Гаранина, С.А. Щербакова // Материалы IV Ежегодного Всероссийского Конгресса по инфекционным болезням. – 2012. – 257 с. – Текст: непосредственный.
60. Мочалкин, П.А. Неспецифическая профилактика геморрагической лихорадки с почечным синдромом в Республике Башкортостан / П.А. Мочалкин, С.В. Рябов, А.П. Мочалкин и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2010. – № 2. – С. 35–42. – Текст: непосредственный.
61. Мочалкин, П.А. О циклических проявлениях динамики заболеваемости геморрагической лихорадкой с почечным синдромом в Российской Федерации / П.А. Мочалкин, А.П. Мочалкин, Л.А. Фарвазова и др. // Дезинфекционное дело. – 2023. – № 2. – С. 57–64. – Текст: непосредственный.
62. Мочалкин, П.А. Тактика неспецифической профилактики ГЛПС в Республике Башкортостан в 2012–2017 гг. / П.А. Мочалкин, А.П. Мочалкин, Е.Г. Степанов и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2018. – № 2. – С. 73–78. – Текст: непосредственный. DOI: 10.21055/0370-1069-2018-2-73-78
63. Мочалкин, П.А. Факторы, обуславливающие групповую заболеваемость ГЛПС в зимний период на территории Республики Башкортостан / П.А. Мочалкин, А.П. Мочалкин, Е.Г. Степанов и др. // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. – 2018. – № 5. – С. 15–20. – Текст: непосредственный.
64. Мурзабаева, Р.Т. Тяжелые формы геморрагической лихорадки с почечным синдромом / Р.Т. Мурзабаева, Д.А. Валишин, Р.Р. Галимов и др. // Материалы XI Ежегодного Всероссийского Конгресса по инфекционным болезням с международным участием «Инфекционные болезни в современном мире: эволюция, текущие и будущие угрозы» (Москва, 1–3 апреля 2019 г.). – М., 2019. – С. 141. – Текст: непосредственный.
65. Мутных, Е.С. Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом в Тамбовской области / Е.С. Мутных, А.Д. Бернштейн, Е.В. Калинкина и др. // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2014. – № 5 (78). – С. 40–48. – Текст: непосредственный.
66. Нафеев, А.А. Эпидемиологические подходы к изучению масштаба распространения природно-очаговых и зоонозных инфекций и решению задач по

организации эпидемиологического надзора в субъекте Российской Федерации / А.А. Нафеев // Дезинфекционное дело. – 2009. – № 2. – С. 32–36. – Текст: непосредственный.

67. Определение основных критерий риска заражения ГЛПС населения Саратовской области (время, место, контингенты, факторы риска) и совершенствование санитарно-профилактических мероприятий : отчет о НИР / Н.В. Попов. – Саратов : РосНИПЧИ «Микроб», 2001. – 167 с. – Текст: непосредственный.

68. Онищенко, Г.Г. Эпидемиологический надзор и профилактика геморрагической лихорадки с почечным синдромом в РФ / Г.Г. Онищенко, Е.Б. Ежлова // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. – 2013. – № 4. – С. 23–32. – Текст: непосредственный.

69. Павленко, А.Л. Методологический подход использования ГИС-технологии в эпиднадзоре на примере лептоспироза / А.Л. Павленко, И.С. Коваленко, А.Б. Хайтович // Проблемы особо опасных инфекций. – 2014. – № 2. – С. 62–65. – Текст: непосредственный.

70. Побединский, Г.Г. Современное состояние и направления развития ГИС эпидемиологического направления: аналитический обзор / Г.Г. Побединский, Е.И. Ефимов, С.А. Сарсков и др. – Н. Новгород : ФБУН ННИИЭМ им. академика И.Н. Блохиной Роспотребнадзора, 2021. – 171 с. – Текст: непосредственный.

71. Попов, Н.В. Долгосрочное прогнозирование изменений численности носителей вируса геморрагической лихорадки с почечным синдромом в Саратовской области / Н.В. Попов, М.А. Тарасов, А.И. Удовиков и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2002. – № 1 (93). – С. 73–79. – Текст: непосредственный.

72. 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 и др. // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. – 2013. – № 5. – С. 15–17. – Текст: непосредственный.

73. Поршаков, А.М. Разработка структуры базы данных эпидемических проявлений ГЛПС в Республике Башкортостан в 2007–2017 гг. / А.М. Поршаков, Л.А. Фарвазова, П.А. Мочалкин и др. // Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия в государствах – участниках СНГ : материалы XIV Межгосуд. науч.-практ. конф., посв. 100-летию ФКУЗ РосНИПЧИ «Микроб». – Саратов, 2018. – С. 320–323. – Текст: непосредственный.

74. Постановление Правительства Саратовской области от 14 августа 2008 г. № 993-Пр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://g-64.ru/docs/postanovleniya-pravitelstva/postanovlenie-pravitelstva-saratovskoy-oblasti>.

75. Постановление Правительства Саратовской области от 28 июля 2016 г. № 391-П «О мерах по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия в Саратовской области на 2016–2020 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/467710378>.

76. Постановление Губернатора Саратовской области № 590 от 29 декабря 2018 г. «Об утверждении Лесного плана Саратовской области на 2019–2028 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://minforest.saratov.gov.ru/doc/?SECTION_ID=51.

77. Постановление Правительства Саратовской области от 1 декабря 2021 г. № 1033-П «О создании особо охраняемой природной территории регионального значения – памятника природы «Кумысная поляна» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://g-64.ru/docs/postanovleniya-pravitelstva/postanovlenie-pravitelstva-saratovskoy-oblasti>.

78. Потёмина, Л.П. Эпидемиологические аспекты геморрагической лихорадки с почечным синдромом (ГЛПС) в Саратове и методы ее профилактики : дис. ... канд. мед. наук: 14.00.30 / Потёмина Любовь Петровна. – Саратов, 1992. – 137 с. – Текст: непосредственный.

79. Раздорский, А.С. Использование базы географических данных в эпидемиологическом надзоре за инфекционными болезнями / А.С. Раздорский, Е.В. Куклев, А.А. Лопатин и др. // Инфекция и иммунитет. – 2012. – Т. 2, № 1-2. – С. 50. – Текст: непосредственный.

80. Рябов, С.В. Меры неспецифической профилактики в сочетанных очагах зоонозных инфекционных болезней о. Сахалин : дис. ... канд. биол. наук: 14.02.02 / Рябов Сергей Васильевич. – Саратов, 2012. – 182 с. – Текст: непосредственный.

81. Рябов, С.В. Биологические основы эпизоотологической активности природных очагов ГЛПС в Приволжском федеральном округе и меры профилактики / С.В. Рябов, Раним Каррижо, Т.С. Астраханова и др. // Материалы юбилейной конференции, посвященной 90-летию Научно-исследовательского института дезинфектологии. – М.: ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана», 2023. – С. 80–81. – Текст: непосредственный.

82. Рябов, С.В. Совершенствование неспецифических профилактических мероприятий в природных очагах геморрагической лихорадки с почечным синдромом в Российской Федерации / С.В. Рябов, Н.В. Попов, И.А. Левкин, Д.Ю. Мохирев // Современные вопросы дезинфектологии. – М., 2018. – С. 309–331. – Текст: непосредственный.

83. Рябова, А.В. Очаги геморрагической лихорадки с почечным синдромом города Аткарска Саратовской области / А.В. Рябова, В.Н. Чекашев, А.Н. Матросов и др. // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2014. – № 2 (251). – С. 27–29. – Текст: непосредственный.

84. Рябова, А.В. Сравнительный анализ очагов ГЛПС Саратовской области / А.В. Рябова, М.А. Тарасов, К.С. Захаров, Н.В. Попов // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2015. – Вып. 20 (4). – С. 22–25. – Текст: непосредственный.

85. Савельев, С.И. Геоинформационные технологии в системе эпидемиологического надзора за геморрагической лихорадкой с почечным синдромом / С.И. Савельев, И.А. Щукина, И.А. Ходякова и др. // Материалы IV Ежегодного Всероссийского Конгресса по инфекционным болезням (Москва, 26–28 марта 2012 г.). – М., 2012. – 324 с. – Текст: непосредственный.

86. Савилов, Е.Д. Эпидемиологический анализ: Методы статистической обработки материала / Е.Д. Савилов, В.А. Астафьев, С.Н. Жданова, Е.А. Заруднев. – Новосибирск : Наука-Центр, 2011. – 156 с. – Текст: непосредственный.

87. Савицкая, Т.А. Анализ проведения дератизационных мероприятий учреждениями, подведомственными Роспотребнадзору, и другими коммерческими и некоммерческими организациями дезинфекционного профиля в субъектах Российской Федерации за период 2018–2022 гг. / Т.А. Савицкая, В.А. Трифонов, И.В. Серова и др. // Материалы юбилейной конференции, посвященной 90-летию Научно-исследовательского института дезинфектологии. – М. : ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана», 2023. – С. 81–82. – Текст: непосредственный.

88. Савицкая, Т.А. Анализ эпидемиологической ситуации по геморрагической лихорадке с почечным синдромом в Российской Федерации в 2022 г. и прогноз ее развития на 2023 г. / Т.А. Савицкая, А.В. Иванова, Г.Ш. Исаева и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2023. – № 1. – С. 85–95. – Текст: непосредственный. DOI: 10.21055/0370-1069-2023-1-85-95

89. Савицкая, Т.А. Обзор хантавирусных инфекций в мире, эпидемиологической ситуации по геморрагической лихорадке с почечным синдромом в Российской Федерации в 2020 г. и прогноз на 2021 г. / Т.А. Савицкая, А.В. Иванова, Г.Ш. Исаева и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2021. – № 2. – С. 62–70. – Текст: непосредственный. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-2-62-70

90. Савицкая, Т.А. Оценка эпидемиологической ситуации по геморрагической лихорадке с почечным синдромом в мире и России, прогноз на 2020 г. / Т.А. Савицкая, А.В. Иванова, Г.Ш. Исаева и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2020. – № 2. – С. 62–70. – Текст: непосредственный. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-2-62-70

91. Савицкая, Т.А. Хантавирусные болезни: обзор эпидемиологической ситуации в мире. Анализ эпидемиологической ситуации по геморрагической лихорадке с почечным синдромом в Российской Федерации в 2023 г. и прогноз на 2024 г. / Т.А. Савицкая, А.В. Иванова, А.А. Зубова и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2024. – № 1. – С. 113–124. – Текст: непосредственный. DOI: 10.21055/0370-1069-2024-1-113-124

92. Садовская, В.П. Возможности использования географической информационной системы в мониторинге эпизоотической ситуации по геморрагической лихорадке с почечным синдромом в Западном Казахстане / В.П. Садовская, Т.В. Мека-Меченко, Ф.Г. Бидашко и др. // Материалы юбилейной Международной научно-практической конференции Уральской противочумной станции 1914–2014 гг. – Уральск, 2014. – С. 78–81. – Текст: непосредственный.

93. Санитарные правила и нормы СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней»: [утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 4: по состоянию на 25 мая 2022 г.]. – М., 2021. – С. 1092. – Текст: непосредственный.

94. Селенина, А.Г. Зимняя дератизация в очагах геморрагической лихорадки с почечным синдромом / А.Г. Селенина, А.Н. Матросов, А.В. Иванова // Материалы XVI Межгосударственной научно-практической конференции по вопросам санитарной охраны территории и снижения риска распространения чумы (26–27 сентября 2022 г., Санкт-Петербург). – СПб., 2022. – С. 162–163. – Текст: непосредственный.

95. Селенина, А.Г. Опыт применения картографического дешифрования очагов геморрагической лихорадки с почечным синдромом на территории Саратовской области / А.Г. Селенина, Ш.В. Магеррамов, К.С. Захаров и др. // Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием,

посвященной 100-летию академика И.Н. Блохиной «Эпидемиологический надзор за актуальными инфекциями: новые угрозы и вызовы». – Н. Новгород : Медиаль, 2021. – С. 251–254. – Текст: непосредственный.

96. Симонов, С.Б. Эколого-эпидемиологическое районирование территории Приморского края по хантавирусной инфекции / С.Б. Симонов, Р.А. Слонова, П.С. Симонов // Вестник ДВО РАН. – 2008. – № 3. – С. 58. – Текст: непосредственный.

97. Скачков, М.В. Эпидемиолого-эпизоотологический анализ геморрагической лихорадки с почечным синдромом в различных ландшафтных провинциях Оренбургской области / М.В. Скачков, А.Г. Яковлев // Дезинфекционное дело. – 2007. – Вып. 4. – С. 33–36. – Текст: непосредственный.

98. Скударева, О.Н. Организация мероприятий по совершенствованию эпиднадзора за ГЛПС / О.Н. Скударева // Дезинфекционное дело. – 2007. – № 4. – С. 36–38. – Текст: непосредственный.

99. Славин, М.Б. Методы системного анализа в медицинских исследованиях / М.Б. Славин. – М. : Медицина, 1989. – 304 с.: ил. – Текст: непосредственный.

100. Слонова, Р.А. Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом – особенности эпидемического процесса в очагах циркуляции разных серотипов/генотипов хантавирусов / Р.А. Слонова, Т.В. Кушнарёва, Г.Г. Компанец и др. // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. – 2005. – № 6. – С. 47–48. – Текст: непосредственный.

101. Слонова, Р.А. Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом. Современные аспекты экологии, этиологии, эпидемиологии, иммунопатогенеза, диагностики, клиники и лечения : монография / Р.А. Слонова, Е.А. Ткаченко, В.А. Иванис и др. – Владивосток : Примполиграфкомбинат, 2006. – 246 с.

102. Слонова, Р.А. Современные аспекты природной очаговости хантавирусной инфекции в Приморском крае / Р.А. Слонова, Т.В. Кушнарёва, Г.Г. Компанец // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2008. – № 2 (32). – С. 5–9. – Текст: непосредственный.

103. Тарасов, М.А. Анализ эпизоотологических факторов функционирования очагов опасных зоонозных инфекций вирусной и бактериальной этиологии : автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 14.02.02 / Тарасов Михаил Алексеевич. – Саратов, 2012. – 45 с. – Текст: непосредственный.

104. Тарасов, М.А. Количественная оценка связи заболеваемости населения геморрагической лихорадкой с почечным синдромом с динамикой эпизоотического потенциала очагов этой инфекции / М.А. Тарасов, Е.В. Куклев, Л.Н. Величко и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2004. – № 1 (87). – С. 37–39. – Текст: непосредственный.

105. Тарасов, М.А. Механизм функционирования точки долговременного отравления носителей опасных зоонозных инфекций / М.А. Тарасов, А.М. Поршаков, С.И. Толоконникова и др. // Дезинфекционное дело. – 2012. – № 4. – С. 45–52. – Текст: непосредственный.

106. Тарасов, М.А. Эколого-эпизоотологический мониторинг в очагах зоонозных инфекционных болезней : монография / М.А. Тарасов. – Саратов : Амирит, 2016. – 356 с. – Текст: непосредственный.

107. Тарасов, М.А. Эффективные методы дератизации в очагах ГЛПС и других природно-очаговых инфекционных болезней (аналитический обзор) / М.А. Тарасов, А.М. Поршаков, А.В. Рябов и др. // Дезинфекционное дело. – 2012. – № 4. – С. 52–57. – Текст: непосредственный.

108. Ткаченко, Е.А. Актуальные проблемы геморрагической лихорадки с почечным синдромом / Е.А. Ткаченко, А.Д. Бернштейн, Т.К. Дзагурова и др. // Журнал микробиологии. – 2013. – № 1. – С. 51–58. – Текст: непосредственный.

109. Ткаченко, Е.А. Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом в России: успехи и актуальные проблемы на современном этапе / Е.А. Ткаченко, Т.К. Дзагурова, А.Д. Бернштейн и др. // Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом: эпидемиология, профилактика и диагностика на современном этапе : сборник трудов региональной научно-практической конференции. – Казань : ФБУН «Казанский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии», 2019. – С. 117–124. – Текст: непосредственный.

110. Ткаченко, Е.А. Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (история, проблемы и перспективы изучения) / Е.А. Ткаченко, Т.К. Дзагурова, А.Д. Бернштейн и др. // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2016. – Вып. 15 (3). – С. 23–34. – Текст: непосредственный.

111. Ткаченко, Е.А. Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (прошлое и настоящее) / Е.А. Ткаченко, Т.К. Дзагурова, А.Д. Бернштейн и др. // Медицинская

вирусология. Труды Института полиомиелита и вирусных энцефалитов имени М.П. Чумакова. – 2015. – Т. 29, № 2. – С. 33–53. – Текст: непосредственный.

112. Ткаченко, Е.А. История изучения этиологии геморрагической лихорадки с почечным синдромом / Е.А. Ткаченко, А.А. Ишмухаметов // Медицинский Совет. – 2017. – Вып. 4. – С. 86–92. – Текст: непосредственный.

113. Ткаченко, Е.А. Современное состояние проблемы геморрагической лихорадки с почечным синдромом в России / Е.А. Ткаченко, Т.К. Дзагурова, А.Д. Бернштейн и др. // Современные аспекты природной очаговости болезней : материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященные 90-летию ФБУН «Омский научно-исследовательский институт природно-очаговых инфекций» Роспотребнадзора [Электронный ресурс] // Национальные приоритеты России. – 2011. – № 2 (5). – С. 18–22. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-problemy-gemorragicheskoy-lihoradki-s-pochechnym-sindromom-v-rossii>.

114. Ткаченко, Е.А. Сравнительный анализ эпидемических вспышек геморрагической лихорадки с почечным синдромом, вызванных вирусами Пуумала и Добrava/Белград / Е.А. Ткаченко, А.Д. Бернштейн, Т.К. Дзагурова и др. // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2005. – Вып. 4 (23). – С. 28–34. – Текст: непосредственный.

115. Транквилевский, Д.В. Об инфицированности мелких млекопитающих возбудителями зоонозов в Российской Федерации / Д.В. Транквилевский // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2016. – № 10 (283). – С. 53–56. – Текст: непосредственный.

116. Хунафина, Д.Х. Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом. Современная эпидемиология / Д.Х. Хунафина, А.Т. Галиева, Л.Р. Шайхуллина и др. // Медицинский альманах. – 2009. – № 2 (7). – С. 154–156. – Текст: непосредственный.

117. Чекашов, В.Н. Экологические аспекты вспышки геморрагической лихорадки с почечным синдромом на территории Саратовской области / В.Н. Чекашов, К.С. Захаров, Ш.В. Магеррамов и др. // Поволжский экологический журнал. – 2020. – Вып. 3. – С. 353–366. – Текст: непосредственный.

118. Черкасский, Б.Л. Риск в эпидемиологии : монография / Б.Л. Черкасский. – М. : Практическая медицина, 2007. – 480 с. – Текст: непосредственный.

119. Черкасский, Б.Л. Эпидемиологический надзор за зоонозами / Б.Л. Черкасский, С.А. Амиреев, А.Г. Кноп. – Алма-Ата : Наука, 1988. – 160 с. – Текст: непосредственный.

120. Чумачкова, Е.А. Анализ вспышек геморрагической лихорадки с почечным синдромом на территории Саратовской области / Е.А. Чумачкова, А.В. Иванова, И.Г. Карнаухов // Актуальные вопросы обеспечения эпидемиологического благополучия в трансграничных природных очагах чумы и других опасных инфекционных болезней : Материалы XV Межгосударственной научно-практической конференции. – Иркутск, 2021. – С. 252–254. – Текст: непосредственный.

121. Чумачкова, Е.А. Определение контингента риска заражения природно-очаговыми болезнями на территории Вьетнама методом анкетирования / Е.А. Чумачкова, А.М. Поршаков, Лыонг Тхи Мо и др. // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2023. – Т. 31, № 9. – С. 64–71. – Текст: непосредственный.

122. Чумачкова, Е.А. Районирование территории Саратовской области по интенсивности эпидемических проявлений ГЛПС с использованием ГИС-анализа / Е.А. Чумачкова, А.В. Иванова, А.М. Поршаков и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2023. – № 3. – С. 156–163. – Текст: непосредственный. DOI: 10.21055/0370-1069-2023-3-156-163

123. Чумачкова, Е.А. Современные подходы к снижению эпидемиологического риска инфицирования в природных очагах / Е.А. Чумачкова, А.В. Иванова, А.М. Поршаков // Материалы юбилейной конференции, посвященной 90-летию Научно-исследовательского института дезинфектологии. – М. : ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана», 2023. – С. 107–108. – Текст: непосредственный.

124. Чумачкова, Е.А. Современные подходы к организации неспецифической профилактики в очагах ГЛПС / Е.А. Чумачкова, А.В. Иванова, И.Н. Вяткин, О.И. Кожанова // Перспективы дезинфектологии. Актуальные вопросы обработок в современном пищевом производстве : сборник тезисов докладов научно-практической конференции (19–20 ноября 2024 г., Москва) / под ред. д-ра мед. наук Ю.В. Деминой. – М. : Институт дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 2024. – С. 134–136.

125. Шакирова, В.Г. Эпидемиологическая характеристика геморрагической лихорадки с почечным синдромом в Республике Татарстан / В.Г. Шакирова, А.Р. Саубанова, Н.В. Усова и др. // XI Ежегодный Всероссийский Конгресс по инфекционным болезням с международным участием «Инфекционные болезни в современном мире: эволюция, текущие и будущие угрозы» (Москва, 1–3 апреля 2019 г.). – М., 2019. – С. 223. – Текст: непосредственный.

126. Шерстнев, В.М. Особенности формирования природных очагов ГЛПС в различных ландшафтных провинциях : автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.30 / Шерстнев Виктор Михайлович. – Пермь, 2005. – 23 с. – Текст: непосредственный.
127. Шилов М.М. Совершенствование методов полевой и поселковой дератизации в природных очагах зоонозов Саратовской области : дис. ... канд. биол. наук: 14.00.30 / Шилов Михаил Михайлович. – Саратов, 2004. – 147 с. – Текст: непосредственный.
128. Шкарин, В.В. Дезинфекция. Дезинсекция. Дератизация : руководство для студентов медицинских вузов и врачей / В.В. Шкарин. – Н. Новгород : Изд-во Нижегородской государственной медицинской академии, 2006. – 580 с.: ил. – Текст: непосредственный.
129. Шляхтин, Г.В. Животный мир Саратовской области. Кн. 3. Млекопитающие : учеб. пособие / Г.В. Шляхтин, А.В. Беяченко, Е.В. Завьялов и др. – Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2005. – 132 с.: ил. – Текст: непосредственный.
130. Шляхтин, Г.В. Млекопитающие севера Нижнего Поволжья : в 3 кн. Кн. 1. Состав териофауны / Г.В. Шляхтин, В.Ю. Ильин, М.Л. Опарин и др. – Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2009. – 248 с. – Текст: непосредственный.
131. Щербакова, С.А. Некоторые результаты и перспективы изучения циркуляции вируса ГЛПС на территории Саратовской области / С.А. Щербакова, Н.В. Попов, А.Д. Добло и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2000. – Вып. 80. – С. 48–52. – Текст: непосредственный.
132. Яшина, Л.Н. Хантавирусы (*Hantaviridae: Orthohantavirus*), циркулирующие среди насекомых на Дальнем Востоке России / Л.Н. Яшина, Л.И. Иванов, Г.Г. Компанец и др. // Вопросы вирусологии. – 2023. – № 68 № (1). – С. 79–85. – Текст: непосредственный.
133. Яшина, Л.Н. Возбудитель вспышки ГЛПС в Саратовской области, 2019 г. / Л.Н. Яшина, Т.В. Трегубчак, Б.С. Малышев и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2021. – № 4. – С. 150–156. – Текст: непосредственный. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-4-150-156
134. Arai, S. Molecular Phylogeny of *Hantaviridae* in Myanmar and Vietnam / S. Arai, F. Kikuchi, S. Bawm et al. // *Viruses*. – 2019. – Vol. 11, No. 3. –P. 228. – Text: unmediated.
135. Annual epidemiological report for 2019 / European Centre for Disease Prevention and Control. Hantavirus infection [Электронный ресурс]. – 2021. – URL:

<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/hantavirus-infection-annual-epidemiological-report-2019>.

136. Avšič-Županc, T. Hantavirus infections / T. Avšič-Županc, A. Saksida, M. Korva // *Clinical Microbiology and Infection (CMI)*. – 2019. – Apr; 21S. – P. 6–16. – Text: unmediated.

137. Bi, Z. Hantavirus infection: A review and global update / Z. Bi, P. Formenty, C. Roth // *Journal of infection in developing countries*. – 2008. – Vol. 2, No. 1. – P. 3–23. – Text: unmediated.

138. Blinova, E. Evolutionary Formation and Distribution of Puumala Virus Genome Variants, Russia / E. Blinova, A. Deviatkin, M. Makenov et al. // *Emerging Infectious Diseases*. – 2023. – Vol. 29, No. 7. – P. 1420–1424. – Text: unmediated.

139. Chandy, S. Hantavirus infection: a case report from India / S. Chandy, H. Boorugu, A. Chrispal et al. // *Indian Journal of Medical Microbiology*. – 2009. – Vol. 27, No. 3. – P. 267–70. – Text: unmediated.

140. European Centre for Disease Prevention and Control. Prevention measures and communication strategies for hantavirus infection in Europe. Stockholm: ECDC [Электронный ресурс]. – 2014. – URL: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/prevention-measures-and-communication-strategies-hantavirus-infection-europe>.

141. Figueiredo, L.T. Hantaviruses and cardiopulmonary syndrome in South America / L.T. Figueiredo, W.M. Souza, M. Ferres et al. // *Virus Research*. – 2014. – Vol. 187. – P. 43–54. – Text: unmediated.

142. Guo, W.P. Phylogeny and origins of hantaviruses harbored by bats, insectivores, and rodents / W.P. Guo, X.D. Lin, W. Wang et al. // *PLoS Pathogens*. – 2013. – Vol. 9, No. 2. – P. e1003159. – Text: unmediated.

143. Hantavirus Disease. 2018 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/hantavirus.pdf>.

144. Heyman, P. In Search for Factors that Drive Hantavirus Epidemics / P. Heyman, B.R. Thoma, J.L. Marie et al. // *Frontiers in Physiology*. – 2012. – Vol. 3. – P. 237. – Text: unmediated.

145. Jameson, L.J. The continued emergence of hantaviruses: isolation of a Seoul virus implicated in human disease, United Kingdom / L.J. Jameson, C.H. Logue, B. Atkinson et al. // *Eurosurveillance*. – 2012. – Vol. 18, No. 1. – P. 4–7. – Text: unmediated.

146. Kuhn, J.H. Annual (2023) taxonomic update of RNA-directed RNA polymerase-encoding negative-sense RNA viruses (realm *Riboviria*: kingdom *Orthornavirae*: phylum

Negarnaviricota) / J.H. Kuhn, J. Abe, S. Adkins et al. // *Journal of General Virology*. – 2023. – Vol. 104, No. 8. – P. 001864. – DOI: 10.1099/jgv.0.001864. – Text: unmediated.

147. Jiang, H. Hemorrhagic Fever with Renal Syndrome: Pathogenesis and Clinical Picture / H. Jiang, H. Du, L.M. Wang et al. // *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. – 2016. – Vol. 6. – P. 1. – Text: unmediated.

148. Jiang, H. Hantavirus infection: a global zoonotic challenge / H. Jiang, X. Zheng, L. Wang et al. // *Virologica Sinica*. – 2017. – Vol. 32, No. 1. – P. 32–43. – Text: unmediated.

149. Jonsson Colleen, B. A Global Perspective on Hantavirus Ecology, Epidemiology, and Disease / Jonsson Colleen B., Figueiredo Luiz Tadeu Moraes, Vapalahti Olli // *Clinical Microbiology Reviews*. – 2010. – Vol. 23, No. 2. – P. 412–441. – Text: unmediated.

150. Kariwa, H. Hantavirus infection in East Asia / H. Kariwa, K. Yoshimatsu, J. Arikawa // *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases*. – 2007. – Vol. 30, No. 5-6. – P. 341–356. – Text: unmediated.

151. Klempa, B. Complex evolution and epidemiology of Dobrava-Belgrade hantavirus: definition of genotypes and their characteristics / B. Klempa, T. Avsic-Zupanc, J. Clement et al. // *Arch Virol*. – 2013. – Vol. 158, No. 3. – P. 521–529. – Text: unmediated.

152. Lee, S.H. Epidemiology of hemorrhagic fever with renal syndrome in Korea, 2001–2010 / S.H. Lee, B.H. Chung, W.C. Lee et al. // *Journal of Korean Medical Science*. – 2013. – Vol. 28, No. 10. – P. 1552–1554. – Text: unmediated. DOI: 10.3346/jkms.2013.28.10.1552.

153. Liu, R. Vaccines and Therapeutics against Hantaviruses / R. Liu, H. Ma, J. Shu et al. // *Frontiers in Microbiology*. – 2020. – Vol. 10. – P. 2989. – Text: unmediated.

154. Lundkvist, A. Pet rat harbouring Seoul hantavirus in Sweden, June 2013 / A. Lundkvist, J. Verner-Carlsson, A. Plyusnina et al. // *Eurosurveillance*. – 2013. – Vol. 18, No. 27. – P. 20521. – Text: unmediated.

155. Macé, G. Severe Seoul hantavirus infection in a pregnant woman, France, October 2012 / G. Macé, C. Feyeux, N. Mollard et al. // *Eurosurveillance*. – 2013. – Vol. 18, No. 17. – P. 20464. – Text: unmediated.

156. Manigold, T. Human hantavirus infections: epidemiology, clinical features, pathogenesis and immunology. *Swiss Med Wkly* / T. Manigold, P. Vial // *Biomedical Intelligence*. – 2014. – Vol. 144, No. 1112. – P. 13937. – Text: unmediated.

157. Ondoño, A.F. Hantavirus como agentes emergentes de importancia en Suramérica [Hantavirus as important emerging agents in South America] / A.F. Ondoño, S. Levis,

J.D. Rodas // *Biomedica*. – 2011. – Vol. 31, No. 3. – P. 451–464. [In Spanish]. – Text: unmediated.

158. Papa, A. Dobrava-Belgrade virus: phylogeny, epidemiology, disease / A. Papa // *Antiviral Res.* – 2012. – Vol. 95, No. 2. – P. 104–117. – Text: unmediated.

159. Plyusnin, A. Virus evolution and genetic diversity of hantaviruses and their rodent hosts / A. Plyusnin, S.P. Morzunov // *Current Topics in Microbiology and Immunology*. – 2001. – Vol. 256. – P. 47–75. – Text: unmediated.

160. Prevention measures and communication strategies for hantavirus infection in Europe. European Centre for Disease Prevention and Control. Stockholm: ECDC. [Электронный ресурс]. – 2014. – URL: https://www.researchgate.net/publication/303438224_Prevention_measures_and_communication_strategies_for_hantavirus_infection_in_Europe.

161. Schultze, D. Tula virus infection associated with fever and exanthema after a wild rodent bite / D. Schultze, A. Lundkvist, U. Blauenstein et al. // *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*. – 2002. – Vol. 21, No. 4. – P. 304–306. – Text: unmediated.

162. Sehgal, A. Hemorrhagic Fever with Renal Syndrome in Asia: History, Pathogenesis, Diagnosis, Treatment, and Prevention / A. Sehgal, S. Mehta, K. Sahay et al. // *Viruses*. – 2023. – Vol. 15, No. 2. – P. 561. – Text: unmediated.

163. Suharti, C. Hantavirus infection during dengue virus infection outbreak in Indonesia / C. Suharti, E.C. van Gorp, W.M. Dolmans et al. // *Acta Medica Indonesiana*. – 2009. – Vol. 41, No. 2. – P.75–80. – Text: unmediated.

164. Stukolova, O. Seroprevalence of *Borrelia*, *Rickettsia* and Hantaviruses in North Vietnam / O. Stukolova, L.A. Le Thi, M. Sokolova et al. // *International Journal of Infectious Diseases*. – 2022. – Vol. 116. – P. 126. – Text: unmediated.

165. Tracking a Mystery Disease: The Detailed Story of Hantavirus Pulmonary Syndrome (HPS) – Centers for Disease Control and Prevention [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.cdc.gov/hantavirus/outbreaks/history.html>.

166. Zelena, H. Tula hantavirus infection in immunocompromised host, Czech Republic / H. Zelena, J. Mrazek, T. Kuhn // *Emerging Infectious Diseases*. – 2013. – Vol. 19, No. 11. – P. 1873–1875. – Text: unmediated.

167. Vaheri, A. Hantavirus infections in Europe and their impact on public health / A. Vaheri, H. Henttonen, L. Voutilainen et al. // *Reviews in Medical Virology*. – 2013. – Vol. 23, No. 1. – P. 35–49. – Text: unmediated.

168. Vapalahti, O. Hantavirus infections in Europe / O. Vapalahti, J. Mustonen, A. Lundkvist et al. // *The Lancet Infectious Diseases*. – 2003. – Vol. 3, No. 10. – P. 653–661. – Text: unmediated.
169. Witkowski, P.T. Hantaviruses in Africa / P.T. Witkowski, B. Klempa, N.L. Ithete et al. // *Virus Research*. – 2014. – Vol. 187. – P. 34–42. – Text: unmediated.
170. World Health Organization: Hemorrhagic fever with renal syndrome. Memorandum from a WHO meeting // *Bull WHO*. – 1983. – Vol. 61. – P. 269–279. – Text: unmediated.
171. Xiao, Y. Estimating the long-term epidemiological trends and seasonality of hemorrhagic fever with renal syndrome in China / Y. Xiao, Y. Li, Y. Li et al. // *Infection and Drug Resistance*. – 2021. – Vol. 14. – P. 3849–3862. – Text: unmediated.
172. Zhang, W.Y. Spatiotemporal transmission dynamics of hemorrhagic fever with renal syndrome in China, 2005–2012 / W.Y. Zhang, L.Y. Wang, Y.X. Liu et al. // *PLoS Neglected Tropical Diseases*. – 2014. – Vol. 8, No. 11. – P. e3344. – Text: unmediated.
173. Zhang, S. Epidemic characteristics of hemorrhagic fever with renal syndrome in China, 2006–2012 / S. Zhang, S. Wang, W. Yin et al. // *BMC Infectious Diseases*. – 2014. – Vol. 14. – P. 384. – Text: unmediated.
174. Zhenqiang, B. Hantavirus infection: A review and global update / B. Zhenqiang, F. Pierre, R. Cathy // *Journal of Infection in Developing Countries*. – 2008. – Vol. 2. – P. 3–23. – Text: unmediated.